

## I. — DISPOSICIONES GENERALES

### NORMAS

*Orden Ministerial 76/2013, de 17 de diciembre, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa.*

El vigente «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras en el ámbito del Ministerio de la Defensa revisión número 1», aprobado por Orden Ministerial 79/2001, de 20 de abril, tiene por objeto describir las condiciones técnicas, que con carácter general regirán en la redacción de proyectos y ejecución de obras en el ámbito del Ministerio de Defensa y sus Organismos Autónomos, definiendo y unificando los requisitos técnicos y los criterios de ejecución de las diversas unidades de obra.

En el tiempo transcurrido desde la aprobación de la citada Orden Ministerial 79/2001, de 20 de abril, se han producido cambios normativos, fundamentalmente la entrada en vigor del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y técnicos, derivados de la utilización de nuevos materiales y nuevos procedimientos que, junto a la experiencia adquirida desde su entrada en vigor, aconsejan la actualización de dicho pliego para incorporar en su texto los cambios que le afectan.

En su virtud,

#### DISPONGO:

*Artículo único. Aprobación de pliegos y ámbito de aplicación.*

Se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa que serán de aplicación a las obras a ejecutar por los órganos del Ministerio de Defensa y sus Organismos Autónomos así como, a las obras ejecutadas o a ejecutar por organismos oficiales y personas físicas o jurídicas, que posteriormente deban ser entregadas al Ministerio de Defensa, para formar parte de su patrimonio.

*Disposición adicional única. Publicación de los pliegos.*

La Dirección General de Infraestructura publicará los pliegos aprobados por esta orden ministerial, el día de su entrada en vigor, en la intranet del Ministerio de Defensa, dentro del apartado de asuntos económicos, contratación, y en su página de internet, en el apartado de servicios.

*Disposición transitoria única. Aplicación a proyectos y obras.*

Lo dispuesto en esta Orden Ministerial no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito del Ministerio de Defensa, o encargo en otros casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor, se acordase acomodar el proyecto al contenido del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa que se aprueba por medio de esta orden.

*Disposición derogatoria única. Derogación de normas.*

Queda derogada la Orden Ministerial número 79/2001, de 20 de abril por la que se aprueba el pliego de prescripciones técnicas generales para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa, revisión número 1.

*Disposición final única. Entrada en vigor.*

La presente orden ministerial entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Ministerio de la Defensa».

Madrid, 17 de diciembre de 2013.

**PEDRO MORENÉS EULATE**

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS EN EL ÁMBITO DEL MINISTERIO DE DEFENSA

## PARTE 1 PRESCRIPCIONES GENERALES

### 1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas para las Obras en el Ámbito del Ministerio de Defensa (PPTDEF), contiene las condiciones aplicables en la ejecución de las obras adscritas a las unidades, centros, dependencias u organismos con dependencia funcional de la DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA DE LA DEFENSA, DIGENIN; y cualesquiera otros con competencia en materia de obras en el MINISDEF.

Dichas condiciones pueden verse modificadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en lo sucesivo PPTP, en cuyo caso prevalecerán éstas a aquellas condiciones.

Las condiciones dadas en el PPTDEF también se observarán en las obras ejecutadas por organismos oficiales, empresas o personas jurídicas, que posteriormente deban ser entregadas al Ministerio de Defensa, MINISDEF, para formar parte de su patrimonio.

### 2 ALCANCE DE LAS PRESCRIPCIONES

Se entenderá que el contenido de todos los apartados del presente PPTDEF rige para las materias que expresan sus títulos, en cuanto no se opongan a lo establecido en la legislación vigente aplicable.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este PPTDEF, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades y con las indicaciones que, sobre el particular, se señale en el proyecto. En caso de que a la unidad de obra en cuestión, por tratarse de un sistema constructivo no tradicional o novedoso, no le fuese aplicable ninguna norma o instrucción técnica específica, el Director de obra deberá establecer entonces las especificaciones técnicas necesarias que deberá cumplir dicho sistema o el documento técnico que le sea de aplicación.

Queda establecido que toda condición estipulada en un capítulo de este PPTDEF es preceptiva en todos los demás.

### 3 DISPOSICIONES APLICABLES

Serán de aplicación las disposiciones que, sin carácter limitativo, se señalan a continuación:

#### **a. Normativa contractual**

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.
- Ley 24/2011, de 1 de agosto, de Contratos del Sector Público en los ámbitos de la defensa y seguridad.

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## **b. Normativa sobre edificación**

### **b-1. Normativa general**

- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, modificada por las Leyes de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social 24/2001, de 27 de diciembre, y Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismo resistente. Parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), modificado por el Real Decreto 1826, de 27 de noviembre.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-LAT 01 a 09).
- Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
- Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles y gaseosos.
- Real Decreto 846/2006, de 7 de julio, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 824/1982, del 26 de marzo de 1982, por el que se determinan los Diámetros de las mangueras contra incendios y sus racores de conexión. Acreditación de laboratorios para ensayos de mangueras y racores.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

### **b-2 Código Técnico de la Edificación**

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HS protección frente al ruido”, del Código Técnico de la Edificación, que a su vez es modificado por el real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre y por el real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación para el ejercicio de su actividad.
- Orden VIV/984/2007, de 15 de abril, por el que modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, aprobados por el real Decreto 314/2006 y 1371/2007.
- Orden VIV/1744/2008, de 9 de junio, por el que se regula el registro general del Código Técnico de la Edificación.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

### ***b-3 Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales***

- Orden de 6 de febrero de 1976, por el que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), modificada por Orden Ministerial de 21 de enero de 1988 (PG-4/88), modificada esta última por Órdenes Ministeriales de 8 de mayo de 1989 y 28 de septiembre de 1989.
- La Orden FOM/891/2004 actualiza artículos de firmes y pavimentos.
- La Orden FOM/1382/2002 actualiza artículos de explanaciones, drenajes y cimentaciones.
- La Orden FOM/475/2002 actualiza artículos de hormigones y aceros.
- La Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1999, actualiza artículos de señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- La Orden Ministerial de 27 de diciembre de 1999, actualiza artículos de conglomerantes hidráulicos y ligantes hidrocarbonados.
- 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 (NFU).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras (PG-4). Orden Circular 8/2001, de 27 de diciembre, de Reciclado de firmes (publicada una 2ª edición revisada y corregida en diciembre de 2003)
- Orden Circular 29/2011 sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Ligantes bituminosos y microaglomerados en frío.
- Orden Circular 24/2008 sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Artículos: 542- Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543- Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.
- 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.
- Órdenes Ministeriales que actualizan los artículos del pliego de prescripciones técnicas generales: Orden de 27 de diciembre de 1999, en lo relativo a conglomerantes hidráulicos y ligantes bicarbonados, orden de 28 de diciembre de 1999, en lo relativo a señalización, balizamiento y

sistemas de contención de vehículos, Orden OM/475/2002, en lo relativo a hormigones y aceros, Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, en lo relativo a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones y Orden FOM/891/2004, en lo relativo a firmes y pavimentos.

- Orden de 15 de septiembre de 1996, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

#### ***b-4. Normativa Militar***

- NME-2977/2011, Características del hormigón armado y del acero estructural para estructuras resistentes a explosiones, aprobada por Resolución 320/3803/2011, de 22 de febrero, de la Dirección de Armamento y material
- NME-1129/2012, Cerramiento tipo para acuartelamiento, aprobada por Resolución 320/38084/2012, de 10 de julio, de la Dirección de Armamento y Material.

#### ***c. Normativa sobre prevención de riesgos, seguridad y salud.***

- Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, modificada por las leyes 50/98; 39/99, Real Decreto Legislativo 5/2000 y Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención, modificado por el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención, el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Le 6/2010 de 24 de marzo, de modificación del Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, modificado por el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención, el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio y a la ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley 17/2009.

- Ley 42/1975, de 15 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos, modificado por Real Decreto Legislativo 1163/1986, de 13 de junio, ambas disposiciones derogadas por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales, modificado por el real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, modificada por el Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, modificada por el Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen criterios higiénico-sanitarios para la prevención de la legionelosis.
- Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco, modificada por la Ley 42/2010, de 30 de diciembre.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Ley 23/1992 de 30 de julio, de Seguridad privada.
- Real Decreto 1123/2001, de 19 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento de Seguridad Privada, aprobado por Real Decreto 2364/1994, de 9 de diciembre.

**d. Otras Normas Técnicas**

- MEL. Normas del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- Catálogo Normas INTA 2006.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.
- ITC-MIE-AP-6: Refinerías y Plantas Petroquímicas (OM del 30 de agosto de 1982). Modificación según Orden de 11 de julio de 1983.
- ITC-MIE-AP-7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (OM del 1 de septiembre de 1982. Modificaciones según Orden de 11 de julio de 1983, Orden de 28 de marzo

de 1985, Orden de 28 de marzo de 1985, Orden de 13 de junio de 1985, Orden de 3 de junio de 1987, Resolución de 29 de junio de 1997, Resolución de 16 de junio de 1998, Orden de 5 de junio de 2000 y Orden de 31 de octubre de 2000.

- REAL DECRETO 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT.
- ORDEN de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban la Instrucciones Técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- ORDEN de 10 de marzo de 2000, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación
- Normas de seguridad sobre ascensores, grúas torre, carretillas y grúas móviles. ITC MIE-AEM
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a Normas de Seguridad para Construcción e Instalación de Ascensores Electromecánicos, modificado por el Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 96/16/CE, sobre Ascensores.

#### **ITC MIE-AEM 1. Normas de Seguridad para construcciones e instalaciones de ascensores electromecánicos.**

- Orden de 23 de septiembre de 1987, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 1, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a Normas de seguridad para construcciones e instalaciones de ascensores electromecánicos, modificada por la Orden de 11 de octubre de 1988 y Orden de 12 de septiembre de 1991, Resolución de 27 de abril de 1997, que complementa la Orden de 23 de septiembre de 1987, Resolución de 24 de julio de 1996, que la actualiza y de 3 de abril de 1997 que, nuevamente, la complementa.

#### **ITC MIE-AEM 2. Grúas torre desmontables para obra.**

- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, que aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria MIE-AEM 2, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torre para obras y otras aplicaciones, modificado por el real Decreto 560/2010 de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio.

#### **ITC MIE-AEM 3. Carretillas automotores de manutención.**

- Orden de 26 de mayo de 1989, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referentes a carretillas automotoras de manutención.

#### **ITC MIE-AEM 4. Grúas móviles autopropulsadas usadas.**

- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas, modificado por Real Decreto

560/2010, de 7 de mayo, por el que modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio.

- Con carácter general, todas las Normas, Instrucciones y Reglamentos que desarrollen o modifiquen expresamente las anteriores se suponen extensivas a aquellas que las sustituyan en todo momento.

## **4 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS**

El Director de la obra, en lo sucesivo Director, será el técnico facultativo designado por el órgano de contratación competente del MINISDEF.

Para el desempeño de su función podrá contar con colaboradores que formarán, junto con el Director, la Dirección de la obra, en lo sucesivo Dirección.

La inspección de las obras corresponde a los facultativos superiores jerárquicos del Director.

### **4.1 Facultades de la dirección**

El cometido fundamental de la Dirección Facultativa de una obra es dirigir correctamente la ejecución de la misma ateniéndose al proyecto y contribuyendo a lograr la calidad establecida en sus documentos y en la normativa vigente. En caso de duda, la interpretación del proyecto, dentro de su competencia, corresponde al Director de la Obra que es el técnico facultativo que representa al Órgano de Contratación.

La Dirección de Obra incluye dos funciones claramente diferenciadas: la atención a lo conceptual, es decir, el seguimiento del proyecto en todas sus fases con las concreciones necesarias para su realización, y la atención a lo material, que supone el ordenamiento práctico de la ejecución de los trabajos dentro de las normas y reglas de la buena construcción. De sus actuaciones informará puntualmente al Órgano de Contratación, al que elevará propuesta para aquellas actuaciones que puedan repercutir en aspectos fundamentales del contrato como es la variación del importe o plazos.

Sin carácter limitativo, se señalan las siguientes:

- a) controlar totalmente la ejecución de la obra, exigiendo al Contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales;
- b) resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación del Proyecto, condiciones de materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato, y la consiguiente expedición de ordenes complementarias, gráficas o escritas, para desarrollo del mismo;
- c) cuidar que la ejecución de la obra se realice con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, así como el cumplimiento del Programa de Trabajos;
- d) inspeccionar los materiales a emplear, dosificaciones y mezclas, exigiendo las comprobaciones, ensayos y documentos de idoneidad precisos para su aceptación;
- e) controlar las instalaciones provisionales, medios auxiliares de construcción y sistemas de protección, exigiendo el cumplimiento de las disposiciones vigentes en seguridad y salud en el trabajo; en seguridad y salud en el trabajo
- f) definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Condiciones o Prescripciones correspondientes dejan a su decisión;

- g) estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso las propuestas correspondientes;
- h) asumir personalmente, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista pondrá a su disposición el personal y medios de la obra;
- i) acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a los documentos del Contrato, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.;
- j) participar en la recepción de la obra a su terminación, conforme a las normas legales establecidas, así como en las certificaciones según lo establecido en el Contrato, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

#### **4.2 Ayudas a la dirección**

El Contratista proporcionará a la Dirección toda clase de facilidades para el normal cumplimiento de sus funciones, entre ellas, sin carácter limitativo, se destacan los replanteos, reconocimientos y pruebas de los materiales y su preparación, así como la vigilancia de la obra y todos sus trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente PPTDEF y en el PPTP.

El Contratista facilitará a la Dirección, en todo momento, el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas y talleres, donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

### **5 SUBCONTRATO DE OBRAS**

Será de aplicación lo establecido en la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción; la Ley 24/2011, de 1 de agosto, de Contratos del Sector Público en los ámbitos de la defensa y seguridad; y el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

### **6 ORDENES AL CONTRATISTA**

En el Libro de Ordenes se hará constar la relación de personas que tienen facultades para acceder a dicho Libro.

El Contratista se atenderá en el curso de la obra a las órdenes e instrucciones que le sean dadas por la Dirección, que se le comunicarán por escrito y duplicado, debiendo el Contratista devolver una copia con la firma del "enterado" y la fecha en que lo hace.

Si el Contratista estima que una orden excede las condiciones del contrato, podrá presentar, por escrito ante Órgano de Contratación a que esté adscrita la obra, la reclamación oportuna dentro del plazo legal, pasado el cual no será atendible su reclamación. La reclamación no suspende la ejecución de la orden, a menos que el Órgano de Contratación decida lo contrario, a propuesta del Director de Obra.

Sin perjuicio de las disposiciones precedentes, el Contratista ejecutará las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos y órdenes que le sean suministrados.

El Contratista está obligado a aceptar las órdenes escritas de la Dirección, aunque supongan anulación o modificación de órdenes precedentes, o alteración de planos ya autorizados o de su documentación aneja.

## **7 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

Todos los gastos derivados de las obligaciones especificadas en este apartado, así como las responsabilidades e indemnizaciones que pudieran existir por incumplimiento de las mismas, serán por cuenta del Contratista, considerándose incluidos en los precios del contrato.

### **7.1 Contratación de personal - obligaciones sociales y laborales**

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación del personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales y tajos, con el objeto de comprobar los requisitos exigidos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

### **7.2 Seguridad y Salud**

Al contratista de la obra, así como a los subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en la ejecución de la misma, les será de aplicación la normativa en vigor, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, y en particular lo referido expresamente en cuanto a obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, así como lo dispuesto en sus normas especiales de desarrollo del Ministerio de defensa y los Cuarteles Generales contratantes.

### **7.3 Protección del medio ambiente**

El Contratista evitará la contaminación del aire, agua, o bienes públicos o privados, que pudiera producirse por la ejecución de las obras, explotación de canteras, talleres e instalaciones auxiliares. El límite de contaminación admisible será el definido por las disposiciones vigentes o Autoridad competente.

## **8 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

### **8.1 Planos a suministrar por la Dirección**

Los planos suministrados por la Dirección se clasifican en planos de contrato y planos complementarios.

Son planos de contrato los planos de Proyecto que figuran en los documentos de formalización del contrato, y que definen la obra a ejecutar al nivel del detalle posible en el momento de la licitación.

No se consideran planos de contrato los dibujos, instrucciones y croquis que, incluidos en el Proyecto, no formen parte del documento Planos de Proyecto.

Son planos complementarios los entregados al Contratista por el Director durante la ejecución de la obra y son necesarios para definir aspectos no aclarados en los planos del contrato, así como las modificaciones de estos planos para completar detalles, adaptarlos a las condiciones reales de obra, o con otros fines. Estos planos incluirán una referencia a los planos de proyecto que amplían o modifican.

No se consideran planos complementarios los dibujos o informes técnicos facilitados al Contratista con carácter puramente informativo para una mejor comprensión de la obra.

Todos los planos complementarios elaborados durante la ejecución de la obra habrán de estar firmados por el Director, sin cuyo requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

El Contratista revisará todos los planos que le sean facilitados y comprobará sus cotas. Deberá informar al Director sobre cualquier error o contradicción con tiempo suficiente para que éste pueda aclararla. El

Contratista será responsable de las consecuencias de cualquier error que pudiera haberse subsanado mediante una adecuada revisión.

Cualquier duda en la interpretación de planos será comunicada por el Contratista al Director, el cual, antes de quince (15) días, aclarará los detalles insuficientemente definidos en los planos.

El Contratista llevará un estricto control de los planos, responsabilizándose del uso que pueda darse a las copias por él facilitadas. Asimismo llevará un archivo con la relación de: Planos originales de Proyecto, modificaciones, planos anulados y nuevos, planos vigentes.

## **8.2 Planos a suministrar por el contratista**

El Contratista entregará planos, estudios, y datos de producción de las instalaciones y obras auxiliares especificadas en el PPTP o por el Director. En particular, deberá someter a la aprobación del Director los planos generales y de detalle de:

- a) caminos y accesos
- b) oficinas, laboratorios, talleres y almacenes
- c) parques de acopio de materiales
- d) instalaciones eléctricas, telefónicas, de agua y saneamiento
- e) instalaciones de servicios médicos
- f) instalaciones de canteras y yacimientos de producción de áridos
- g) instalaciones de fabricación y puesta en obra del hormigón, de mezclas bituminosas, y de elementos prefabricados
- h) todas aquellas instalaciones necesarias para ejecutar las obras

El Contratista mantendrá actualizados los planos de instalaciones, y cuando desee hacer modificaciones deberá solicitar la aprobación del Director y reflejar las modificaciones en los planos. El Contratista, antes de iniciar una fabricación o adquisición, someterá a la aprobación del Director los planos de conjunto y ofertas comerciales de las instalaciones y equipos que debe proveer de acuerdo con el contrato, incluyendo, sin gasto alguno, los catálogos, manuales de instalación, funcionamiento y mantenimiento necesarios. Asimismo presentará, para su aprobación, las prescripciones técnicas, planos, y toda la información complementaria necesaria para la ejecución y el control de los trabajos que sean realizados por algún subcontratista especializado, tales como cimentaciones especiales, inyecciones, sondeos, trabajos subacuáticos, obras realizadas por procedimientos patentados y otros trabajos de tecnología especial.

Todos los planos y documentos antes citados estarán escritos en idioma castellano. Si el original estuviera escrito en otro idioma, deberá acompañarse de la correspondiente traducción.

## **8.3 Contradicciones, omisiones y errores**

En caso de contradicción entre los planos y el PPTP prevalecerá lo dispuesto en este último y ambos documentos prevalecerán sobre el PPTDEF.

Lo mencionado en el PPTP y omitido en planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el contrato.

Las contradicciones, omisiones o errores en la documentación, advertidos por el Director o por el Contratista, antes de iniciar la obra, deberán reflejarse en el Acta de Comprobación del Replanteo con su posible solución.

La omisión en los planos y en el PPTP o la descripción errónea de detalles constructivos de elementos indispensables para el buen aspecto y funcionamiento de la obra, de acuerdo con los criterios expuestos en dichos documentos, y que, por uso y costumbre deban ser realizados, no eximen al Contratista de ejecutar estos detalles de obra omitidos y/o erróneamente descritos, sino que deberán ejecutarse como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los planos y en el PPTP.

## **9 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

### **9.1 Conocimiento del emplazamiento de las obras**

El Contratista tiene la obligación de inspeccionar y estudiar el emplazamiento de las obras y sus alrededores, accesos al emplazamiento, naturaleza y configuración del terreno, condiciones hidrológicas y climáticas, naturaleza de los trabajos a realizar, materiales y medios necesarios, y en general obtener toda la información que pueda incidir en la ejecución y en el coste de las obras, no pudiendo, salvo que explícitamente se establezca lo contrario, eludir su responsabilidad ni formular reclamación alguna que se funde en datos o antecedentes del Proyecto que puedan resultar equivocados o incompletos.

### **9.2 Plan de obra**

El Plan de Obra se presentará al Director en el plazo de 15 días a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo. El Director resolverá sobre el plan presentado en el mes siguiente a su presentación, y podrá introducir determinadas prescripciones o modificarlo mientras no se contravengan las cláusulas del contrato. El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales fijados en el Plan de Obra.

El Plan de Obra será revisado por el Contratista cada trimestre o cuando sea requerido para ello por la Dirección. En caso de no precisar modificación, el Contratista lo comunicará mediante certificación suscrita por su Delegado.

El Contratista se someterá a las normas que dicte el Director para la redacción del Plan inicial y para las sucesivas revisiones. No obstante, las revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en el contrato.

Todos los gastos que originase el cumplimiento del presente artículo se consideran incluidos en los precios del contrato, por lo que no serán objeto de abono independiente.

### **9.3 Replanteos de detalle**

A partir de la comprobación del replanteo, todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista, excepto aquellos que el PPTP fije que deben ser realizados por la Dirección.

El Director comprobará los replanteos que ejecute el Contratista y éste no podrá iniciar ninguna obra, ni parte de ella, sin obtener del Director la correspondiente aprobación del replanteo. Esta aprobación no disminuirá la responsabilidad del Contratista en la ejecución de las obras de acuerdo con los planos y las prescripciones establecidas en el PPTDEF y en el PPTP. Los perjuicios ocasionados por errores de replanteos realizados por el Contratista serán subsanados a cargo de éste en la forma que indique el Director.

Tanto si los replanteos se realizan por la Dirección como por el Contratista, este suministrará, a su costa, los accesos, materiales, aparatos y equipos de topografía, personal técnico especializado, mano de obra auxiliar, y medios para materializar los vértices, bases, puntos y señales niveladas, que sean necesarios para efectuar los replanteos. Los medios citados serán adecuados al grado de exactitud que requiera cada una de las fases de replanteo y/o al grado de tolerancias geométricas fijado en el PPTDEF y en PPTP.

En las comprobaciones de replanteo que efectúe la Dirección, el Contratista prestará, a su costa, la ayuda que requiera el Director, y evitará que la ejecución de las obras interfiera las operaciones de comprobación, llegando incluso a suspender los trabajos, sin derecho a indemnización alguna, cuando ello sea indispensable.

El Contratista será responsable, durante la ejecución de la obra, de la conservación de todos los puntos topográficos materializados en el terreno, debiendo reponer, a su costa, los que por necesidad de las obras o por deterioro hubieran sido movidos o eliminados, lo que comunicará por escrito al Director, dando éste las instrucciones oportunas y comprobando los puntos repuestos.

#### **9.4 Accesos a las obras y tajos**

Salvo que se especifique en algún documento contractual, serán de cuenta y riesgo del Contratista todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares de transporte que fuesen necesarias, con carácter provisional o permanente, para el acceso del personal, maquinaria, o suministro de materiales a las obras.

Estas vías de comunicación e instalaciones auxiliares serán gestionadas, proyectadas, construidas, conservadas, así como demolidas o entregadas para usos posteriores por cuenta y riesgo del Contratista, sin derecho a compensación alguna.

Para la utilización de vías o instalaciones, tanto públicas como privadas, el Contratista deberá tramitar las oportunas autorizaciones.

La Dirección se reserva el derecho de que determinadas vías de comunicación construidas por cuenta del Contratista, puedan ser usadas gratuitamente por sí misma o por otros contratistas para la ejecución de trabajos.

#### **9.5 Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares**

Es obligación del Contratista proyectar, ejecutar, mantener, desmontar, demoler y retirar de obra las instalaciones y obras auxiliares precisas para ejecutar la obra definitiva, debiendo quedar la zona en las mismas condiciones que tenía al iniciar las obras, salvo indicación en contrario por parte de la Dirección de Obra. El coste de estas operaciones será de cuenta del Contratista, salvo que figuren en el PPTP como de abono.

Se consideran instalaciones auxiliares, sin carácter limitativo, las de uso de obra que se indican a continuación:

- a) oficinas y laboratorios de la Dirección
- b) instalaciones de transporte, transformación y distribución de energía eléctrica, alumbrado, telefónicas, agua, etc.
- c) instalaciones para servicio del personal, seguridad y vigilancia
- d) oficinas, laboratorios, talleres y parques del Contratista
- e) Instalaciones de áridos, de fabricación de hormigón, mezclas bituminosas o productos prefabricados, etc.

- f) obras de drenaje u evacuación de aguas de la zona de trabajo, de defensa contra inundaciones, de agotamiento del nivel freático, etc.

## **9.6 Maquinaria y medios auxiliares**

La maquinaria y medios auxiliares a emplear deberán figurar en el Plan de Obra y, en todo caso, estarán disponibles a pie de obra al comienzo del trabajo correspondiente, con antelación suficiente para que puedan ser examinados y autorizados por el Director, pudiendo ser sustituida la disponibilidad en obra con antelación suficiente por la ficha técnica correspondiente y todos aquellos certificados que garanticen el cumplimiento de todas las normas que le sean exigibles.

Todos los gastos originados por el cumplimiento de este artículo se consideran incluidos en los precios contratados, salvo que figuren en algún documento contractual como unidades de abono.

## **9.7 Materiales**

Los materiales integrantes de unidades de obra definitivas y los empleados en obras o instalaciones auxiliares que, parcial o totalmente hayan de formar parte de aquéllas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este PPTDEF y en el PPTP.

El Director definirá, de acuerdo con la normativa oficial vigente, las características de los materiales que no hayan sido especificadas en el PPTDEF o en el PPTP, de forma que puedan satisfacer las condiciones de funcionalidad y calidad de obra establecidas en el contrato.

El Contratista notificará a la Dirección, para su aprobación, las características y procedencia de los materiales que se propone emplear. Esta aprobación será indispensable para iniciar el acopio de materiales en obra, pero no supone la aceptación del material. La Dirección podrá rechazar, durante la manipulación o almacenamiento, cualquier material que no cumpla las especificaciones de los documentos contractuales.

Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso.

Si en el PCTP se fijara la procedencia de algún material natural, el Contratista se obliga a obtenerlo de esa procedencia.

Si durante las excavaciones se encontrasen materiales que pudiesen emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos, la Dirección podrá autorizar el cambio de procedencia.

El Contratista presentará para su aprobación, muestras, catálogos, y certificados de homologación de los productos industriales y equipos amparados por marcas o patentes.

## **9.8 Acopio de materiales**

El Contratista acopiará correctamente los materiales necesarios para ejecutar las obras con el ritmo y calidad exigidos en el contrato. Deberá prever el lugar y forma de realizar este acopio, así como el de los productos de excavación que puedan tener un posterior empleo, todo ello según las especificaciones de este PPTDEF, del PPTP, y las órdenes del Director.

El Contratista propondrá al Director, para su aprobación, el emplazamiento de las zonas de acopio, detallando los accesos, obras y medidas a tomar para preservar la calidad de los materiales.

Serán de cuenta y responsabilidad del Contratista la obtención de permisos o arrendamientos y las indemnizaciones o pagos efectuados por el uso de estas zonas, los gastos de establecimiento y utilización de las zonas y sus accesos, y los de su restitución al estado inicial.

El Director podrá señalar un plazo para que los materiales que ya no tengan empleo en obra sean retirados, pudiendo ordenar que se retiren por cuenta y riesgo del Contratista si éste no cumple el plazo.

### **9.9 Conservación de las obras durante su ejecución**

El Contratista conservará, hasta la Recepción, todas las obras objeto del contrato, incluso las modificaciones del Proyecto autorizadas, carreteras, accesos, servidumbres, desvíos provisionales, señalizaciones existentes o de obras, y cuantas obras, instalaciones y elementos auxiliares deban permanecer en servicio.

Antes de la Recepción el Contratista hará limpieza general de la obra, demoliendo y retirando todas las instalaciones y obras auxiliares salvo orden en contra del Director.

Los gastos derivados del cumplimiento de este apartado no serán de abono, salvo que expresamente se prescriba lo contrario en el PPTP.

## **10 ABONO DE LAS OBRAS**

### **10.1 Medición de la obra ejecutada**

Las mediciones se harán por procedimientos adecuados a cada unidad de obra, y en particular los geométricos a partir de los planos de construcción de la obra y planos acotados, tomados del terreno. Sólo se considerarán válidos los levantamientos topográficos y datos de campo aprobados por el Director.

Si algún material ha de ser medido por su peso, el Contratista dispondrá, a su costa, la báscula o instalación necesaria, debidamente contrastada.

Sólo se utilizará la conversión de peso a volumen, o viceversa, cuando expresamente la autorice el PPTP. En este caso, los factores de conversión estarán definidos en dicho PPTP, o lo serán por el Director.

### **10.2 Abono a cuenta por materiales acopiados**

Los materiales abonados a cuenta serán propiedad del MINISDEF. El Contratista no podrá darles otro uso más que el designado para ellos en el Proyecto contratado y responderá, a su costa, de los deterioros o mermas que puedan sufrir.

El abono a cuenta de materiales acopiados no será obstáculo para que se hagan los ensayos pertinentes en el momento de su utilización.

## PARTE 2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

### 1 CONGLOMERANTES

#### 1.1 Cales

##### 1.1.1 Definición

Para su definición, clasificación y fijación de características serán de aplicación las siguientes normas:

UNE-ENV 459-1:2011 Cales para la Construcción. Parte 1: Definiciones, Especificaciones y Criterios de Conformidad.

UNE 80502:2003 Cales vivas o hidratadas utilizadas en la mejora y/o estabilización de suelos.

##### 1.1.2 Condiciones generales

Las definiciones, denominaciones y especificaciones de las cales para estabilización de suelos serán las que figuren en las normas indicadas en el punto 1.1.1.

Además de lo anterior, el contenido de óxido de magnesio (MgO), según la UNE-EN 459-2, deberá ser inferior al diez por ciento (10 %) en masa. En caso de que el contenido de óxido de magnesio (MgO), cumpliendo el límite del 10 por 100, tenga un valor superior al 7 por 100, se determinará la estabilidad de volumen, según la UNE-EN 459-2, y el resultado deberá cumplir las condiciones señaladas para calificarlo como "pasa" en la UNE-ENV 459-1. Para cales clase II, el contenido de agua libre, según la UNE-EN 459-2, deberá ser inferior al dos por ciento (2 %) en masa.

Las cales para estabilización de suelos deberán presentar un aspecto homogéneo y no un estado grumoso o aglomerado.

##### 1.1.3 Control de calidad

###### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 459-2:2011 Cales para Construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 459-3:2012 Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.

###### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PCTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE e Instrucción citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 1.1.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, las cales se medirán en toneladas (t) realmente acopiadas.

### 1.1.5 Normas de referencia

UNE 80502:2003	Cales vivas o hidratadas utilizadas en la mejora y/o estabilización de suelos.
UNE-EN 459-2:2011	Cales para Construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.
UNE-EN 459-3:2012	Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.
UNE-ENV 459-1:2011	Cales para la Construcción. Parte 1: Definiciones, Especificaciones y Criterios de Conformidad.

## 1.2 Cementos

### 1.2.1 Definición

Para su definición, clasificación y fijación de características será de aplicación el Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08), en lo sucesivo Instrucción (RC-08).

### 1.2.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en la vigente "Instrucción para la recepción de cementos (RC-08)" o normativa que la sustituya.

### 1.2.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en la RC-08.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijadas en el PCTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en la Instrucción RC-08 dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 1.2.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, el cemento se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas y se regirán por lo establecido en el punto 6.2.1 de la Instrucción RC-08.

## 1.2.5 Normas de referencia

RC-08 Instrucción para la recepción de cementos

## 1.3 Yesos y escayolas

### 1.3.1 Definición

Para su definición, clasificación y fijación de características serán de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 13279-1:2009 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.  
Parte 1: Definiciones y especificaciones

### 1.3.2 Condiciones generales

En cada envase deberán figurar los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- b) Designación del producto contenido.
- c) Peso neto.

Los yesos y escayolas deberán estar secos y exentos de grumos y se exenderán en envases adecuados para que no sufran alteración.

### 1.3.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en la norma UNE que a continuación se relaciona:

UNE-EN 13279-2:2006 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.  
Parte 2: Métodos de ensayo.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en la UNE-EN 13279-2:2006 dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 1.3.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, los yesos y escayolas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

### 1.3.5 Normas de referencia

UNE-EN 13279-1:2009 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.

Parte 1: Definiciones y especificaciones.

UNE-EN 13279-2:2006 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.  
Parte 2: Métodos de ensayo.

## 2 LIGANTES BITUMINOSOS

### 2.1 Betunes Asfálticos

#### 2.1.1 Definición

Se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados, prácticamente no volátiles, obtenidos a partir del crudo de petróleo o presentes en los asfaltos naturales, que son totalmente o casi totalmente solubles en tolueno, muy viscosos o casi sólidos a temperatura ambiente. Se utilizará la denominación de betún asfáltico duro para los betunes asfálticos destinados a la producción de mezclas bituminosas de alto módulo.

#### 2.1.2 Condiciones generales

La denominación de los betunes asfálticos se compondrá de dos números, representativos de su penetración mínima y máxima, determinada según la norma UNE EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/).

Los betunes asfálticos deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de las siguientes normas armonizadas:

- a) UNE EN 12591. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación.
- b) UNE EN 13924. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de los betunes duros para pavimentación.

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.

A efectos de aplicación, se emplearán los betunes asfálticos de la tabla 211.1. De acuerdo con su denominación, las características de dichos betunes asfálticos deberán cumplir las especificaciones de la tabla 211.2, conforme a lo establecido en los anexos nacionales de las normas UNE EN 12591 y UNE EN 13924.

**TABLA 211.1 – BETUNES ASFÁLTICOS A EMPLEAR**

DENOMINACIÓN
UNE EN 12591 y UNE EN 13924
15/25
35/50
50/70
70/100
160/220

**TABLA 211.2– REQUISITOS DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS**

Característica		UNE EN	Unidad	15/25	35/50	50/70	70/100	160/220
Penetración a 25°C		1426	0,1 mm	15/25	35/50	50/70	70/100	160/220
Punto de reblandecimiento		1427	°C	60-76	50-58	46-54	43-51	35-43
Resistencia al envejecimiento UNE EN 12607-1	Cambio de masa	12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0
	Penetración retenida	1426	%	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 37
	Incremento del punto de reblandecimiento	1427	°C	≤ 10	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 12
Índice de penetración		12591 13924 Anejo A	-	De -1,5 a + 0,7				
Punto de fragilidad Frass		12593	°C	TBR	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -15
Punto de inflamación en vaso abierto		ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Solubilidad		12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

### 2.1.3. Control de calidad

#### Control de recepción de las cisternas

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. No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación. De cada cisterna de betún asfáltico que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, y la otra se conservará hasta el final del período de garantía. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

#### Control de entrada al mezclador

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 211.5.4 del presente artículo, a la cantidad de trescientas toneladas (300 t) de betún asfáltico. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma 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 realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, del punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427, y se calculará el índice de penetración, de acuerdo al anejo A de la norma UNE EN 12591 o de la UNE EN 13924, según corresponda. La otra muestra se conservará hasta el final del período de garantía.

#### Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la

tabla 211.2, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico.

### Criterios de aceptación y rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico no cumpla alguna de las características establecidas en la tabla

#### 2.1.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono del betún modificado con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

#### 2.1.5 Normas de referencia

UNE EN 58	Betunes y ligantes bituminosos- Toma de muestras
UNE EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la penetración con aguja
UNE EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del punto de reblandecimiento- Método del anillo y bola
UNE EN 12591	Betunes y ligantes bituminosos - Especificaciones de betunes para pavimentación
UNE EN 12592	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la solubilidad
UNE EN 12593	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del punto de fragilidad Frass
UNE EN 12597	Betunes y ligantes bituminosos- Terminología
UNE EN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la resistencia al envejecimiento por efecto del calor y el aire - Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria)
UNE EN 13924	Betunes y ligantes bituminosos- Especificaciones de los betunes asfálticos duros para pavimentación
UNE EN ISO 2592	Determinación de los puntos de inflamación y combustión - Método Cleveland en vaso abierto

## 2.2 Betunes asfálticos fluidificados

### 2.2.1 Definición

Se define como betún fluidificado el ligante hidrocarbonado resultante de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo, y se emplea habitualmente en carreteras para la impermeabilización de capas granulares no estabilizadas (riegos de imprimación).

### Especificaciones del betún fluidificado para riegos de imprimación

Característica	Unidad	Norma NLT	FM100	
			Min.	Máx.
<b>Betún fluidificado</b>				
Punto de inflamación	°C	136	38	—
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C	s	133	75	150
Destilación (%sobre volumen total destilado hasta 360 °C)	A 225 °C	134	—	25
	A 260 °C	134	40	70
	A 316 °C	134	75	93
Residuo de destilación a 360 °C (% en volumen por diferencia)	%	134	50	60
Contenido de agua (en volumen)	%	123	—	0,2
<b>Residuo de destilación</b>				
Penetración (25 °C; 100 g; 5 s)	0,1 mm	124	120	300
Ductilidad (25 °C; 5 cm/min)	cm	126	100	—
Solubilidad en tolueno	%	130	99,5	—

#### 2.2.2 Condiciones generales

El betún fluidificado, habitualmente usado para riegos de imprimación, deberá presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exento de agua, de modo que no forme espuma, cuando se caliente a la temperatura de empleo, y no deberá presentar signos de coagulación antes de su utilización. A efectos de aplicación de este artículo, la denominación del tipo de betún fluidificado será FM100, cuyas características deberán cumplir las especificaciones de la tabla anterior.

#### 2.2.3 Control de calidad

##### Control de suministros

Se cumplirán todas aquellas medidas necesarias para el cumplimiento de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad laboral, almacenamiento y transporte. En este sentido el Director 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 la tabla anterior.

##### a) En bidones.

Los bidones empleados para el transporte de betún fluidificado estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas y su sistema de cierre será hermético. Además, se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, calor excesivo, y de la zona de influencia de motores, máquinas, fuegos o llamas; y se colocarán preferentemente tumbados. Se extremará la vigilancia de estas condiciones si se temiera que la temperatura ambiente alcanzase valores cercanos al punto de inflamación del betún fluidificado.

##### b) En cisternas.

El betún fluidificado se podrá transportar en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas normalmente para el transporte de otros líquidos, siempre que antes de la carga estén completamente limpias. Las cisternas dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras. El betún fluidificado transportado en cisternas 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. Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras. Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún fluidificado para riegos de imprimación 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. Todas las tuberías y bombas utilizadas para el trasvase de betún fluidificado, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar aisladas térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo. El trasiego desde las cisternas de transporte a los tanques de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Si con el producto se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad del producto, los criterios descritos a continuación para realizar el control de recepción de las cisternas y bidones, no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Si el transporte se realiza en cisternas, de cada una de ellas que llegue a la obra se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la NLT 121, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Viscosidad Saybolt Furol, según la NLT 133, Destilación, según la NLT 134, Penetración sobre el residuo de destilación, según la NLT 124. Y la otra se conservará hasta el final del período de garantía. En cualquier caso, el Director de las Obras podrá fijar otro criterio para el control de recepción de las cisternas.

Si el suministro se realiza en bidones, de cada remesa que llegue a la obra, se seleccionará uno al azar, del cual se tomarán dos (2) muestras de, al menos un kilogramo (1 kg) según la NLT 121, sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Viscosidad Saybolt Furol, según la NLT 133, Destilación, según la NLT 134 y Penetración sobre el residuo de destilación, según la NLT 124. Y la otra se conservará hasta el final del período de garantía. En cualquier caso, el Director de las Obras podrá fijar otro criterio para el control de recepción de los bidones.

En general, se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 212.5.4 del presente artículo, en bloque, a la cantidad de veinticinco toneladas (25 t) o fracción diaria de betún fluidificado. En cualquier caso, el Director de las Obras podrá fijar otro tamaño de lote. De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la NLT 121, en el momento de empleo. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Viscosidad Saybolt Furol, según la NLT 133. Destilación, según la NLT 134 y Penetración sobre el residuo de destilación, según la NLT 124. Y la otra se conservará hasta el final del período.

Adicionalmente, una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces, durante la ejecución de la obra, por cada composición de betún fluidificado para riegos de imprimación, y cuando lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla anterior. En particular, deberá llevarse a cabo la determinación del punto de inflamación, según la norma NLT 136, siempre que sea previsible que la temperatura ambiente pueda alcanzar el valor de dicho punto. Además de lo anteriormente establecido, cuando el Director 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 la tabla anterior. Para los betunes fluidificados que dispongan de una hoja de ensayos suscrita por un laboratorio

dependiente del Ministerio de Fomento o un laboratorio acreditado por él, o por otro laboratorio de ensayos u organismo de control o certificación acreditado en un Estado Miembro de la Unión Europea o que sea parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos que se hayan realizado en el correspondiente Estado miembro y no se repetirán innecesariamente los mismos ensayos. Para ello, los laboratorios en cuestión deberán ofrecer unas garantías razonables y satisfactorias en cuanto a su cualificación técnica y profesional y a su independencia (por ejemplo, según la EN 45000). No obstante lo anterior, la presentación de dicha hoja de ensayos no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos de punto de inflamación, de viscosidad, de destilación y de penetración del residuo de destilación. El Director de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún fluidificado para riegos de imprimación no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en la tabla anterior.

#### 2.2.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono del betún fluidificado se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte. En acopios, el betún fluidificado se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

#### 2.2.5 Normas de referencia

NLT 121/99	Toma de muestras de los materiales bituminosos.
NLT 124/99	Penetración de los materiales bituminosos
NLT 133/99	Viscosidad Saybolt de los materiales bituminosos
NLT 134/99	Destilación de betunes fluidificados

### 2.3 Emulsiones bituminosas

#### 2.3.1 Definición

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.

A efectos de aplicación, se consideran para su empleo en la red de carreteras del Estado, las emulsiones bituminosas catiónicas, en las que las partículas del ligante hidrocarbonado tiene una polaridad positiva.

La denominación de las emulsiones bituminosas catiónicas modificadas o no seguirá el siguiente esquema, de acuerdo con la norma UNE-EN 13808:

Donde:

- a) C: indica que es una emulsión bituminosa catiónica.
- b) % ligante: contenido de ligante según la norma UNE EN 1428.
- c) B: indica que el ligante hidrocarbonado es un betún asfáltico.
- d) P: se añadirá esta letra solamente en el caso de que la emulsión incorpore polímeros.
- e) F: se añadirá esta letra solamente en el caso de que se incorpore un contenido de fluidificante superior al 2%.

- f) I. rotura: número de una cifra (de 1 a 7) que indica la clase de comportamiento a rotura, determinada según la norma UNE EN 13075-1.
- g) 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

Las emulsiones bituminosas catiónicas deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de la norma armonizada, UNE EN 13808. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas.

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.

A efectos de aplicación, se emplearán las emulsiones bituminosas de las tablas 213.1 y 213.2, según corresponda. De acuerdo con su denominación, las características de dichas emulsiones bituminosas deberán cumplir las especificaciones de las tablas 213.3 ó 213.4, conforme a lo establecido en el anexo nacional de la norma UNE EN 13808.

**TABLA 213.1- EMULSIONES CATIÓNICAS**

DENOMINACIÓN UNE EN 13808	APLICACIÓN
C60B4 ADH C60B3 ADH	Riegos de adherencia
C60B4 TER C60B3 TER	Riegos de adherencia (termoadherente)
C60BF5 IMP	Riegos de imprimación
C60BF5 IMP	Riegos de imprimación
C60B4 CUR C60B3 CUR	Riegos de curado
C60B5 MIC C60B6 MIC	Microaglomerados en frío
C60B7 REC C60B6 REC	Reciclados en frío

**TABLA 213.2- EMULSIONES CATIÓNICAS MODIFICADAS**

DENOMINACIÓN UNE EN 13808	APLICACIÓN
C60BP4 ADH C60BP3 ADH	Riegos de adherencia
C60BP4 TER C60BP3 TER	Riegos de adherencia (termoadherente)
C60BP5 MIC C60BP6 MIC	Microaglomerado en frío

**TABLA 213.3.a ESPECIFICACIONES DE LAS EMULSIONES BITUMIONOSAS CATIONICAS**

Denominación UNE 13808			C60B4 ADH	C60B4 TER	C60B4 CUR	C60BF5 IMP	C60BF5 IMP	C60B5 MIC	C60B7 REC
Denominación anterior (*)			ECR-1		ECR-1	ECR-1	ECI	ECL-2d	ECL-2b
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original						
Propiedades perceptibles	1425		TBR (Clase 1)						
Polaridad de partículas	1430		Positiva (Clase 2)						
Índice de rotura	1307 5-1		70-103(1) Clase 4	70-103(1) Clase 4	70-103(1) Clase 4	120-180 Clase 5	≥120-180 Clase 5	120-180(6) Clase 5	≥220(8) Clase 7
Contenido de ligante (Por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	48-52 Clase 3	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5
Contenido de aceite destilado	1431	%	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤10,0 Clase 6	5-15 Clase 7	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2
Tiempo de fluencia (2 mm, 40° C)	1284 6	≤	35-80(2) Clase 4	35-80(2) Clase 4	35-80(2) Clase 4	15-45(5) Clase 3	35-80(2) Clase 4	35-80(2) Clase 4	35-80(2) Clase 4
Residuo de tamizado (por tamiz 0,5mm)	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 (7d)	1284 7	%	≥ 10 Clase 3	≥ 10 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 5 Clase 3	≥ 10 Clase 3	≥ 10 Clase 3	≥ 10 Clase 3
Adhesividad	1361 4	%	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3

(\*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

TBR: Se informará del valor

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-45 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 TER

(4) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 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 de rotura de 170-230 (Clase 6) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60B6 MIC

(7) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

(8) Con temperaturas bajas y/o materiales a reciclar muy húmedos, se recomienda un índice de de rotura de 170-230 (Clase 6). En este caso, la emulsión se denominará C60B6 REC

(9) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los materiales a reciclar presenten una humedad elevada

**TABLA 213.3.b ESPECIFICACIONES DEL BETÚN ASFÁLTICO RESIDUAL**

Denominación UNE 13808			C60B4 ADH	C60B4 TER	C60B4 CUR	C60BF5 IMP	C60BF5 IMP	C60B5 MIC	C60B7 REC
Denominación anterior (*)			ECR-1		ECR-1	ECR-1	ECI	ECL-2d	ECL-2b
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original						
<b>Residuo por evaporación, según UNE EN 13074</b>									
Penetración 25°C	1426	0,1 mm	≤330 (10) Clase 6	≤50 (11) Clase 2	≤330 (10) Clase 6	≤330 (12) Clase 7	≤330 (12) Clase 7	≤100 Clase 3	≤330 Clase 6
Índice de rotura	13075-1		≤35 (10) Clase 6	≥50 Clase 3	≤35 (10) Clase 6	≤35 (12) Clase 7	≤35 (12) Clase 7	≥43 Clase 4	≥35 Clase 6
<b>Residuo por evaporación según UNE EN 14895 y de envejecimiento, según UNE EN 14769</b>									
Contenido de aceite destilado	1431	%	DV Clase 2						
Tiempo de fluencia (2 mm, 40° C)	12846	≤	DV Clase 2						

TBR: Se informará del valor

DV: Valor declarado por el fabricante

(\*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(10) Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 dmm (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥43°C (Clase 4)

(11) Con temperatura ambiente alta es aconsejable emplear residuos de penetración < 30 dmm

(12) En el caso de emulsiones fabricadas con fluidificantes más ligeros, se admite una penetración ≤330 dmm (Clase 6) y un punto de reblandecimiento ≥35°C (Clase 6)

**TABLA 213.4.a ESPECIFICACIONES DE LAS EMULSIONES BITUMIONOSAS CATIONICAS MODIFICADAS**

Denominación UNE 13808			C60BP4 ADH	C60BP4 TER	C60BP5 MIC
Denominación anterior (*)			ECR-1-m		ECL-2d-m
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original		
Propiedades perceptibles	1425		TBR (Clase 1)		
Polaridad de partículas	1430		Positiva (Clase 2)		
Índice de rotura	13075-1		70-103(1) Clase 4	70-103(1) Clase 4	70-103(1) Clase 4
Contenido de ligante (Por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5
Contenido de aceite destilado	1431	%	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2	≤2,0 Clase 2
Tiempo de fluencia (2 mm, 40° C)	12846	≤	35-80(2) Clase 4	35-80(2) Clase 4	15-45(5) Clase 3
Residuo de tamizado (por tamiz 0,5mm)	1429	%	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2	≤0,1 Clase 2
Tendencia a la sedimentación (7d)	12847	%	≤10 Clase 3	≤10 Clase 3	≤ 10 Clase 3
Adhesividad	13614	%	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3

TBR: Se informará del valor

(\*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60BP3 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-45 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60BP3 TER

(4) Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura de 170-230 (Clase 6) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60BP6 MIC

(5) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

**TABLA 213.4.b ESPECIFICACIONES DEL LIGANTE RESIDUAL**

Denominación UNE 13808			C60B4 ADH	C60B4 TER	C60B4 CUR
Denominación anterior (*)			ECR-1		ECR-1
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original		
<b>Residuo por evaporación, según UNE EN 13074</b>					
Penetración 25°C	1426	0,1 mm	≤330 (6) Clase 6	≤50 (7) Clase 2	≤100 Clase 3
Punto de reblandecimiento	1427	0°C	≥35 (6) Clase 6	≥55 Clase 2	≥50 Clase 3
Cohesión por péndulo Vialit	13588	J/cm <sup>2</sup>	≥0,5 Clase 2	≥0,5 Clase 2	≥0,5 Clase 2
Recuperación elástica, 25°C	13398	%	≥40 Clase 3	≥40 Clase 3	≥40 Clase 3
<b>Residuo por evaporación según UNE 13074, seguido de estabilización según UNE EN 14895 y de envejecimiento, según UNE EN 14769</b>					
Penetración 25°C	1426	0,1 mm	DV Clase 2		
Punto de reblandecimiento	1427	0°C	DV Clase 2		
Cohesión por péndulo Vialit	13588	J/cm <sup>2</sup>	DV Clase 2		
Recuperación elástica, 25°C	13588	J/cm <sup>2</sup>	TBR Clase 1		

TBR: Se informará del valor

DV: Valor declarado por el fabricante

(\*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(6) Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 drmm (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥ 43°C (Clase 4)

(7) En época estival es recomendable una penetración <30 drmm

### 2.3.3 Control de calidad

#### Control de recepción de las cisternas

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.

No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, dos kilogramos (2 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- a) Carga de las partículas, según la norma UNE EN 1430
- b) Índice de rotura, según la norma UNE EN 13075-1
- c) Contenido de agua, según la norma UNE EN 1428
- d) Tamizado, según la norma UNE EN 1429.

Y la otra se conservará durante, al menos, quince (15) días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

#### Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en las tablas 213.3 ó 213.4 según corresponda, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión bituminosa.

Si la emulsión bituminosa hubiese estado almacenada, durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del tanque de almacenamiento, el ensayo de tamizado, según la norma UNE EN 1429 y el ensayo de contenido de betún asfáltico residual según la norma UNE EN 1431. 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 quince (15) días, se reducirá a siete (7) en el caso de emulsiones de rotura lenta y de emulsiones termoadherentes.

En condiciones atmosféricas desfavorables o de obra anormales a juicio del Director de las Obras se podrá disminuir el plazo anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión bituminosa.

#### Criterios de aceptación y rechazo.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que la emulsión bituminosa no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en las tablas 213.3 y 213.4.

### 2.3.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de la emulsión bituminosa se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte. En acopios, la emulsión bituminosa se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

### 2.3.5 Normas de referencia

UNE EN 58	Betunes y ligantes bituminosos- Toma de muestras
UNE EN 1425	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de las propiedades perceptibles
UNE EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la penetración con aguja
UNE EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del punto de reblandecimiento- método del anillo y bola
UNE EN 1428	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del contenido en agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica
UNE EN 1429	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del residuo por tamizado de las emulsiones bituminosas y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado
UNE EN 1430	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la polaridad de las partículas de las emulsiones bituminosas
UNE EN 1431	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del ligante recuperado y el aceite destilado por destilación en las emulsiones bituminosas
UNE EN 12846	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del tiempo de fluencia de las emulsiones bituminosas mediante el viscosímetro de flujo
UNE EN 12847	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas
UNE EN 12848	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la estabilidad a la mezcla con cemento de las emulsiones bituminosas
UNE EN 12849	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del poder de penetración de las emulsiones bituminosas
UNE EN 13074	Betunes y ligantes bituminosos- Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas por evaporación
UNE EN 13075-1	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación del comportamiento a rotura - Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas. Método del filler mineral
UNE EN 13398	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la recuperación elástica de betunes modificados
UNE EN 13588	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la cohesión de los ligantes

bituminosos por el método del péndulo

UNE EN 13614	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por el método de inmersión en agua
UNE EN 13808	Betunes y ligantes bituminosos - Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas
UNE EN 14769	Betunes y ligantes bituminosos - Acondicionamiento por envejecimiento a largo plazo acelerado mediante la vasija de envejecimiento a presión (Pressure Ageing Vessel- PAV)
UNE EN 14895	Betunes y ligantes bituminosos- Estabilización del ligante de una emulsión bituminosa o de un betún fluidificado o de un betún fluxado

## 2.4 Betunes fluxados

### 2.4.1 Definición

Se definen como betunes fluxados los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico, de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del alquitrán.

### 2.4.2 Condiciones generales

Los betunes fluxados 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, y no presentar signos de coagulación antes de su utilización. A efectos de aplicación de este artículo, la denominación del tipo de betún fluxado se compondrá mediante las letras FX seguidas por un número, indicativo del valor de su viscosidad STV medido según la norma NLT 187, especificándose para su aplicación en carreteras los tipos indicados en la tabla de especificaciones de betunes fluxados. De acuerdo con su denominación, las características de los betunes fluxados deberán cumplir las especificaciones de la tabla siguiente. Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

#### Especificaciones de betunes fluxados

Característica	Unidad	Norma NLT	FX175 Min Max	FM350 Min Max
<b>Betún fluxado original</b>				
Punto de inflamación	°C	136	60 —	60 —
Viscosidad STV (orificio 10 mm, 40 °C)	s	187	150 200	300 400
Destilación (%sobre volumen total destilado destilado hasta A 190 °C 360 °C)	%	134	—	—
	%	134	10	10

A 225 °C			— 25	— 25
A 316 °C	%	134	— 75	— 75
Residuo de destilación a 360 °C (% en volumen por diferencia)	%	134	90 —	92 —
Fenoles (en volumen)	%	190	— 1,5	— 1,5
Naftalina (en volumen)	%	191	— 2,0	— 2,0
<b>Residuo de destilación</b> Penetración (25 °C; 100g; 5 s)	0,1 mm	124	100 150	100 150

### 2.4.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El betún fluxado será transportado en cisternas calorífugas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar preparadas para poder calentar el betún fluxado cuando, por cualquier anomalía, la temperatura de éste baje excesivamente para impedir su trasiego. Las cisternas dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras. El betún fluxado 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. 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 diez grados Celsius (10 °C). Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún fluxado 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. Todas las tuberías y bombas utilizadas para el trasvase de betún fluxado, 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. El trasiego desde las cisternas de transporte a los tanques de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa. Se establecerán las medidas a tomar para el cumplimiento de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad laboral, almacenamiento y transporte. El Director 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 conveniente, de entre las indicadas en la tabla anterior.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Cada cisterna de betún fluxado que llegue a obra irá acompañada de un albarán, una hoja de características con los resultados de los análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca la cisterna suministrada y, un certificado de garantía de calidad que exprese el cumplimiento de las especificaciones exigidas al tipo de betún fluxado suministrado, de acuerdo con la tabla anterior.

Si el fabricante tuviera para este producto certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad, y lo hiciera constar en el albarán, no precisará acompañar el certificado de garantía de calidad. 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 fluxado suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo, Nombre y dirección del comprador y del destino, Referencia del pedido, en su caso, certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad.

La hoja de características contendrá explícitamente, al menos: Referencia del albarán de la cisterna, Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún fluxado suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo: Valores de punto de inflamación en vaso abierto, según la NLT 136, de viscosidad STV, según la NLT 187, de destilación, según la NLT 134, y de penetración del residuo de destilación, según la NLT 124, A juicio del Director de las Obras se podrán exigir, además, los siguientes datos: La curva de peso específico en función de la temperatura, La temperatura máxima recalentamiento, Los valores del resto de las características especificadas en la tabla anterior, que deberán ser aportados por el suministrador en un plazo no superior a siete (7) días.

Si con el producto se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad del producto, los criterios descritos a continuación para realizar el control de recepción de las cisternas, no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

De cada partida enviada a obra o a planta, según el caso, se exigirá el certificado de análisis y, periódicamente, según se especifique en el PPTP, o a criterio del Director de obra, se tomarán muestras para realizar ensayos de viscosidad STV, destilación o punto de inflamación, así como la comprobación de otras características especificadas en los Pliegos de Condiciones.

Los resultados del certificado de análisis, así como los de los ensayos realizados, serán siempre valores que cumplan las especificaciones establecidas.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PCTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las Normas especificadas dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

De cada cisterna de betún fluxado que llegue a la obra se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la NLT 121, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Viscosidad STV, según la NLT 187, Destilación, según la NLT 134. Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, en bloque, a la cantidad de veinticinco toneladas (25 t) o fracción diaria de betún fluxado. En cualquier caso, el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote. De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1kg), según la NLT 121, en algún punto entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Viscosidad STV, según la NLT 187, destilación, según la NLT 134, penetración del residuo de destilación, según la NLT 124, y la otra se conservará hasta el final del período de garantía, penetración del residuo de destilación, según la NLT 124, y la otra se conservará hasta el final del período de garantía. En cualquier caso, el Director de las Obras podrán fijar otro criterio para además de lo anteriormente establecido, cuando el Director 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 la tabla de especificaciones de betunes fluxados control de recepción de las cisternas.

El Director de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún fluxado no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en la tabla anterior.

#### 2.4.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono del betún fluxado se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte. En acopios, el betún fluxado se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

#### 2.4.5 Normas de referencia

NLT 121/99	Toma de muestras de los materiales bituminosos.
NLT 124/99	Penetración de los materiales bituminosos
NLT 136/99	Puntos de inflamación y combustión de los materiales bituminosos (aparato Tagliabue, vaso abierto).
NLT 187/99	Viscosidad de alquitranes

Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

## 2.5 Betunes asfálticos modificados con polímeros

### 2.5.1 Definición

Se definen como betunes modificados con polímeros los ligantes hidrocarbonados cuyas propiedades reológicas han sido modificadas durante la fabricación, por el empleo de uno o más polímeros orgánicos. A efectos de aplicación de este artículo las fibras orgánicas no se consideran modificadores del betún.

Se consideran comprendidos, los betunes modificados con polímeros suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Quedan excluidos también de esta definición, 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.

### 2.5.2 Condiciones generales

La denominación de los betunes modificados con polímeros se compondrá de las letras PMB seguidas de tres números; los dos primeros representativos de su penetración mínima y máxima, determinada según 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, determinado según la norma UNE EN 1427. Cuando el polímero utilizado mayoritariamente en la fabricación del betún modificado con polímeros sea un caucho procedente de neumáticos fuera de uso, tras la denominación se añadirá una letra C mayúscula.

Los betunes modificados con polímeros deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE

elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de la siguiente norma armonizada:

- UNE EN 14023. Betunes y ligantes bituminosos. Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros

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.

A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán los betunes modificados con polímeros de la tabla 212.1 del PG-3. De acuerdo con su denominación, las características de dichos betunes modificados con polímeros deberán cumplir las especificaciones de la tabla 212.2 del PG-3, conforme a lo establecido en el anexo nacional de la norma UNE EN 14023.

La viscosidad del betún modificado con polímeros deberá ser compatible con la temperatura de fabricación de la unidad de obra correspondiente, inferior a ciento noventa grados Celsius (190°C) para los betunes modificados con polímeros con punto de reblandecimiento mínimo igual o superior a setenta grados Celsius (70°C), e inferior a ciento ochenta grados Celsius (180°C) para el resto de los especificados en el presente artículo.

### 2.5.3 Control de calidad

#### Control de suministro en cisternas

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. No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de betún modificado con polímeros que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- a) Determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426
- b) Punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427
- c) Recuperación elástica, según la norma UNE EN 13398

Y la otra se conservará hasta el final del período de garantía.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

#### Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 212.2, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces, durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún modificado con polímeros.

Si el betún modificado con polímeros hubiese estado almacenado durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte

superior y otra de la inferior del depósito de almacenamiento, los ensayos de penetración, según la norma UNE EN 1426, y punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427 que, comparados con los resultados de los ensayos a la llegada a obra, deberán cumplir las especificaciones de estabilidad al almacenamiento de la tabla 212.2. 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 de obra anormales, el Director de las Obras podrá disminuir el plazo de quince (15) días, anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento del betún modificado con polímeros.

#### Criterios de aceptación y rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún modificado con polímeros no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en la tabla 212.2.

#### 2.5.4 Criterio de medición y abono.

La medición y abono del betún asfáltico modificado con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte. En acopios, el betún asfáltico modificado con polímeros se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

#### 2.5.5 Normas de referencia

UNE EN 58	Betunes y ligantes bituminosos- Toma de muestras
UNE EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la penetración con aguja
UNE EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del punto de reblandecimiento- Método del anillo y bola
UNE EN 12593	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación del punto de fragilidad Fraass
UNE EN 12597	Betunes y ligantes bituminosos- Terminología
UNE EN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos- Determinación de la resistencia al envejecimiento por efecto del calor y el aire - Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria)
UNE EN 13398	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la recuperación elástica de betunes modificados
UNE EN 13399	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la estabilidad al almacenamiento del betún modificado
UNE EN 13589	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad
UNE EN 13703	Betunes y ligantes bituminosos - Determinación de la energía de deformación
UNE EN 14023	Betunes y ligantes bituminosos - Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros
UNE EN ISO 2592	Determinación de los puntos de inflamación y combustión - Método Cleveland en vaso abierto

## 2.6 Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros

### 2.6.1 Definición

Se definen como emulsiones bituminosas modificadas con polímeros las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y de un polímero en una solución de agua y un agente emulsionante de carácter aniónico o catiónico, lo que determinará la denominación de la emulsión.

### 2.6.2 Condiciones generales

Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se fabricarán a base de betún asfáltico modificado con polímeros o de betún asfáltico de los definidos en el presente Pliego y polímero, agua, emulsionantes y, en su caso, fluidificantes. Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros deberán presentar un aspecto homogéneo y una adecuada dispersión del betún en la fase acuosa. A efectos de aplicación de este artículo, la denominación del tipo de emulsión bituminosa modificada con polímeros se compondrá mediante las letras EA ó EC, representativas del tipo de emulsionante utilizado en su fabricación (aniónico o catiónico), seguidas de la letra R, M ó L, según su tipo de rotura (rápida, media o lenta), seguida, eventualmente, de un guión y del número 1, 2 ó 3, (indicador de su contenido de betún residual) y finalmente de un guión y la letra m (que identifica el tipo de emulsión especificada en el presente artículo), especificándose para su aplicación en carreteras los tipos indicados en la tabla siguiente. En el caso de emulsiones bituminosas modificadas con polímeros con menor penetración en el residuo por evaporación se añadirá la letra «d» a continuación del número 1, 2 ó 3.

De acuerdo con su denominación, las características de las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros deberán cumplir las especificaciones de la tabla correspondiente del PG-3 en vigor. Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros tipo ECL-2-m que no cumplan la especificación de mezcla con cemento podrán ser aceptadas por el Director de las Obras, previa comprobación de su idoneidad para el uso a que se destinen. Los valores límite para la adhesividad y envuelta y los métodos de determinarlos serán los que se especifiquen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la forme parte. Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

### 2.6.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se podrán transportar 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. La emulsión bituminosa modificada 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. Asimismo, dispondrán de un elemento

adecuado para la toma de muestras. Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de emulsión bituminosa modificada con polímeros 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. Todas las tuberías y bombas utilizadas para el trasvase del betún asfáltico, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo. El trasiego desde las cisternas de transporte a los tanques de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las medidas a tomar para el cumplimiento de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad laboral, almacenamiento y transporte. El Director 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 convenientes, de entre las indicadas en la tabla anterior.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Si con el producto se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo y/o documento acreditativo del reconocimiento de la marca, sello o distintivo de calidad del producto, los criterios descritos a continuación para realizar el control de recepción de las cisternas no serán de aplicación obligatoria, todo ello sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

De cada cisterna de emulsión bituminosa modificada con polímeros que llegue a la obra se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la NLT 121, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre el residuo por evaporación, según la NLT 47, de una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos: Determinación de su penetración, según la NLT 124, Punto de reblandecimiento, según la NLT 125, Recuperación elástica, según la NLT 129, y la otra se conservará durante al menos quince (15) días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio para el control de recepción de las cisternas.

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, en bloque, a la cantidad de treinta toneladas (30 t) o fracción diaria de emulsión bituminosa modificada con polímeros, excepto en el caso de emulsiones bituminosas modificadas con polímeros empleadas para riegos de adherencia, en cuyo caso se considerará como lote la fracción semanal. En cualquier caso, el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote. De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la NLT 121, a la salida del tanque de almacenamiento. Se realizarán las mismas pruebas que en el apartado anterior.

El Director de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que la emulsión bituminosa modificada con polímeros no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en la tabla anterior.

#### 2.6.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de la emulsión bituminosa modificada con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte. En acopios, la emulsión bituminosa modificada con polímeros se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 2.6.5 Normas de referencia

Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

NLT 47/99	No encontrada
NLT 121/99	Toma de muestras de los materiales bituminosos.
NLT 124/99	Penetración de los materiales bituminosos
NLT 125/99	Punto de reblandecimiento anillo y bola de los materiales bituminosos
NLT 129/99	Solubilidad en sulfuro de carbono de los materiales bituminosos
NLT 329/99	Recuperación elástica por torsión de betunes asfálticos modificados

## **3 ACEROS**

### **3.1 Armaduras pasivas**

#### **3.1.1 Definición**

Se entiende por armadura pasiva lo indicado en el artículo 33 del Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08), en lo sucesivo Instrucción (EHE-08). Los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas son los indicados en el artículo 32 de la Instrucción EHE-08.

#### **3.1.2 Condiciones generales**

Los tipos de acero y el diámetro que se pueden emplear en los productos de acero, que se utilicen en la elaboración de armaduras pasivas, son los definidos en el artículo 32 de la Instrucción EHE-08; y las características mecánicas mínimas, de adherencia y soldabilidad que deben cumplir estos productos se indican en el mismo artículo, así como la composición química.

Los tipos de armaduras pasivas y las características mínimas (mecánicas, químicas y de adherencia) que deben cumplir serán las indicadas en los artículos 33 y 38 de la EHE-08.

El transporte, almacenamiento y gestión de los acopios de los productos de acero y armaduras pasivas se llevarán a cabo cumpliendo las indicaciones de los artículos 69.2.3 y 69.7 de la Instrucción EHE-08.

Los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se ejecutarán conforme a lo especificado en el artículo 69 de la Instrucción EHE-08.

#### **3.1.3 Control de calidad**

##### **Control de suministros**

Para llevar a cabo el control del suministro de productos de acero para armaduras pasivas se tendrá en cuenta lo indicado en los artículos 69.1, 69.6, 88.4 y 88.5 de la Instrucción EHE-08.

Las inspecciones del proceso de armado de las armaduras pasivas, las comprobaciones de las longitudes de anclaje y solapo conforme a proyecto, el control de soldaduras y del proceso de montaje de las armaduras pasivas se llevarán a cabo conforme a lo que se indica en el artículo 95 de la Instrucción EHE-08.

La toma de muestras y ensayos de recepción se realizará según lo prescrito por la Instrucción EHE-08 en sus artículos 79.3, 87, 88.1, 88.2, 88.3.

##### **Criterios de aceptación y rechazo**

Se aplicarán los criterios de aceptación y rechazo especificados en los artículos 87 y 88.5.3 de la Instrucción EHE-08.

#### **3.1.4 Criterio de medición y abono**

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

En acopios, las barras y alambres se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas medidas por pesada directa en báscula calibrada, y las mallas electrosoldadas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente acopiadas de cada tipo.

### 3.1.5 Normas de referencia

EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural

## 3.2 Armaduras activas

### 3.2.1 Definición

Se entiende por armadura activa lo indicado en el artículo 35 de la Instrucción EHE-08. Los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras activas son los indicados en el artículo 34 de la Instrucción EHE-08.

### 3.2.2 Condiciones generales

Los diámetros que se pueden emplear en los productos de acero, que se utilicen en la elaboración de armaduras activas, son los definidos en el artículo 34 de la Instrucción EHE-08; y las características mecánicas mínimas, las geométricas y ponderales, y las tolerancias en la composición química que deben cumplir estos productos se indican en el mismo artículo.

Las características que deben cumplir las distintas disposiciones que pueden presentar las armaduras activas son las que se indican en los artículos 35 y 38 de la EHE-08.

El transporte y almacenamiento de los productos de acero y armaduras activas se llevarán a cabo cumpliendo las indicaciones de los artículos 70.2.1 de la Instrucción EHE-08.

Los procesos de colocación y tesado de las armaduras activas se llevarán a cabo como se indica en el artículo 70 de la Instrucción EHE-08.

### 3.2.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Para llevar a cabo el control del suministro de productos de acero para armaduras activas se tendrá en cuenta lo indicado en los artículos 90.4 y 90.5 de la Instrucción EHE-08.

El control del proceso de pretensado de las armaduras activas se llevará a cabo conforme a lo especificado en el artículo 96 de la Instrucción EHE-08.

La toma de muestras y ensayos de recepción se realizará según lo prescrito por la Instrucción EHE-08 en sus artículos 89, 90.1, 90.2 y 90.3.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Se aplicarán los criterios de aceptación y rechazo especificados en los artículos 89 y 90.5.2 de la Instrucción EHE-08.

### 3.2.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, las barras y alambres se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas medidas por pesada directa en báscula calibrada, y las mallas electrosoldadas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente acopiadas de cada tipo.

### 3.2.5 Normas de referencia

EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural

## 3.3 Acero laminado para estructuras

### 3.3.1 Definición

Se definen como aceros laminados para estructuras los definidos en el apartado 4 de la norma UNE-EN 10025-1:2006.

Las condiciones técnicas que deben cumplir los aceros que se utilicen para la fabricación de productos laminados en caliente para estructuras son las indicadas en las normas UNE-EN 10025-2:2006 a UNE-EN 10025-6:2007 + A1:2009.

### 3.3.2 Condiciones generales

Todos los productos laminados deberán tener una superficie técnicamente lisa de laminación. Salvo exigencia expresa del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, todos los productos laminados se suministrarán en estado bruto de laminación, a excepción de las chapas de grado d, que se suministrarán en estado normalizado, o equivalente, obtenido por regulación de la temperatura durante y después de su laminación.

### 3.3.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Se cumplirá lo especificado en la norma UNE-EN 10025-1:2006.

Con el certificado de garantía de la factoría siderúrgica podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga. En este caso se cumplirá con lo especificado en el anexo B de la norma UNE-EN 10025-1:2006.

#### Criterios de aceptación o rechazo. Productos no conformes

Se cumplirá con lo especificado en el anexo B de la norma UNE-EN 10025-1:2006.

### 3.3.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte. En acopios, el acero laminado se medirá por kg realmente acopiados en obra.

### 3.3.5 Normas de referencia

EAE	Instrucción de Acero Estructural
CTE-SE-A	Código Técnico de la edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural: Acero.
UNE-EN 10025-1:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10025-2:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
UNE-EN 10025-3:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino en la condición de normalizado/laminado de normalización.
UNE-EN 10025-4:2007	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 4: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino laminados termomecánicamente.
UNE-EN 10025-5:2007	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.
UNE-EN 10025-6:2007 + A1:2009	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 6: Condiciones técnicas de suministro de los productos planos de aceros estructurales de alto límite elástico en la condición de templado y revenido.

## 4 MATERIALES CERÁMICOS

### 4.1 Ladrillos

#### 4.1.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, será de aplicación:

CTE- DB: SE:F	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-F Seguridad Estructural: Fábrica
EN 1996-2:2006	Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Proyecto, selección de materiales y ejecución de la fábrica (Ratificada por AENOR en junio de 2007.)
UNE-EN 771-1:2011	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida
UNE-EN 771-2:2011	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.

#### 4.1.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 4.1.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 772-19:2001	Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. parte 19: determinación de la dilatación a la humedad de los grandes elementos de albañilería de arcilla cocida, perforados horizontalmente.
UNE 67027:1984	Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la absorción de agua.
UNE 67028:1997 EX	Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de heladicidad.
UNE 67029:1995 EX	Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de eflorescencia.
UNE 67030:1985	Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma.
UNE 67030:1986 ERRATUM	Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma.

##### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE anteriormente citadas dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 4.1.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios los ladrillos se medirán por millares de unidades realmente acopiadas.

#### 4.1.5 Normas de referencia

CTE - DB: SE:F	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-F Seguridad Estructural: Fábrica
EN 1996-2:2006	Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Proyecto, selección de materiales y ejecución de la fábrica (Ratificada por AENOR en junio de 2007.)
UNE-EN 771-1:2011	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida
UNE-EN 771-2:2011	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.
UNE-EN 772-19:2001	Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 19: determinación de la dilatación a la humedad de los grandes elementos de albañilería de arcilla cocida, perforados horizontalmente.
UNE 67027:1984	Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la absorción de agua.
UNE 67028:1997 EX	Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de heladicidad.
UNE 67029:1995 EX	Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de eflorescencia.
UNE 67030:1985	Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma.
UNE 67030:1986 ERRATUM	Ladrillos de arcilla cocida. Medición de las dimensiones y comprobación de la forma.

## 4.2 Tejas

### 4.2.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, será de aplicación:

UNE-EN 1024:1997	Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características geométricas.
UNE-EN 1304:2006	Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto.

#### 4.2.2 Condiciones generales

En los albaranes y en el empaquetado figurara el nombre del fabricante y marca comercial, así como el Tipo (curva, mixtas o plana), las Dimensiones Nominales (en centímetros) y si poseen sello de calidad.

Las muestras se empaquetarán de modo que puedan almacenarse con facilidad y con garantía de no ser alteradas. Cada muestra llevará una etiqueta que permita su correcta identificación, constando en ella; el nombre del fabricante, la designación de la teja, el nombre de la obra, el número de la partida y la fecha de la toma de la muestra.

#### 4.2.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 538:1995	Tejas de arcilla cocida. Ensayo de resistencia a la flexión.
UNE-EN 539-1:2007	Tejas de arcilla cocida. Determinación de las características físicas. Parte 1: ensayo de permeabilidad.
UNE-EN 539-2:2007	Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada.
UNE-EN 539-2:2007/AC: 2009	Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada”.

##### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE anteriormente citadas dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 4.2.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

En acopios, las tejas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 4.2.5 Normas de referencia

UNE-EN 1024:1997	Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características geométricas.
UNE-EN 1304:2006	Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto.
UNE-EN 538:1995	Tejas de arcilla cocida. Ensayo de resistencia a la flexión.
UNE-EN 539-1:2007	Tejas de arcilla cocida. Determinación de las características físicas. Parte

1: ensayo de permeabilidad.

UNE-EN 539-2:2007 Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada.

UNE-EN 539-2:2007/AC: 2009 Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada”.

### 4.3 Baldosas cerámicas

#### 4.3.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, será de aplicación:

UNE-EN ISO 10545-2:1998 Baldosas cerámicas. Parte 2: Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial. (ISO 10545-2:1995, incluye corrigendum técnico 1: 1997).

UNE-EN ISO 10545-2:1998 Baldosas cerámicas. Parte 2: determinación de las dimensiones y del aspecto superficial. (ISO 10545-2:1995, incluye corrigendum técnico 1: 1997).  
ERRATUM

#### 4.3.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 4.3.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN ISO 10545-1:1997 Baldosas cerámicas. Parte 1: muestreo y criterios de aceptación. (ISO 10545-1:1995).

UNE-EN ISO 10545-3:1997 Baldosas cerámicas. Parte 3: determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente. (ISO 10545-3:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).

UNE-EN ISO 10545-4:2012 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura. (ISO 10545-4:2004).

UNE-EN ISO 10545-5:1998 Baldosas cerámicas. Parte 5: determinación de la resistencia al impacto por medición del coeficiente de restitución. (ISO 10545-5:1996, incluye corrigendum técnico 1:1996).

UNE-EN ISO 10545-6:2012 Baldosas cerámicas. Parte 6: Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas no esmaltadas. (ISO 10545-6:2010).

UNE-EN ISO 10545-7:1999 Baldosas cerámicas. Parte 7: determinación de la resistencia a la abrasión

	superficial de las baldosas esmaltadas. (ISO 10545-7:1996).
UNE-EN ISO 10545-8:1997	Baldosas cerámicas. Parte 8: determinación de la dilatación térmica lineal. (ISO 10545-8:1994).
UNE-EN ISO 10545-8:1997 ERRATUM: 2008	Baldosas cerámicas. Parte 8: determinación de la dilatación térmica lineal. (ISO 10545-8:1994).
UNE-EN ISO 10545-9:1997	Baldosas cerámicas. Parte 9: determinación de la resistencia al choque térmico. (ISO 10545-9:1994).
UNE-EN ISO 10545-10:1997	Baldosas cerámicas. Parte 10: determinación de la dilatación por humedad. (ISO 10545-10:1995).
UNE-EN ISO 10545-11:1997	Baldosas cerámicas. Parte 11: determinación de la resistencia al cuarteo de baldosas esmaltadas. (ISO 10545-11:1994).
UNE-EN ISO 10545-12:1997	Baldosas cerámicas. Parte 12: determinación de la resistencia a la helada. (ISO 10545-12:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 10545-13:1998	Baldosas cerámicas. Parte 13: determinación de la resistencia química. (ISO 10545-13:1995).
UNE-EN ISO 10545-14:1998	Baldosas cerámicas. Parte 14: determinación de la resistencia a las manchas. (ISO 10545-14:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 10545-15:1998	Baldosas cerámicas. Parte 15: determinación de la emisión de plomo y cadmio en las baldosas esmaltadas. (ISO 10545-15:1995).
UNE-EN ISO 10545-16:2012	Baldosas cerámicas. Parte 16: determinación de pequeñas diferencias de color. (ISO 10545-16:1999)

#### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE anteriormente citadas dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 4.3.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, estas piezas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 4.3.5 Normas de referencia

UNE-EN ISO 10545-2:1998	Baldosas cerámicas. Parte 2: Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial. (ISO 10545-2:1995, incluye corrigendum técnico 1: 1997).
UNE-EN ISO 10545-2:1998 ERRATUM	Baldosas cerámicas. Parte 2: determinación de las dimensiones y del aspecto superficial. (ISO 10545-2:1995, incluye corrigendum técnico 1: 1997).

UNE-EN ISO 10545-1:1997	Baldosas cerámicas. Parte 1: muestreo y criterios de aceptación. (ISO 10545-1:1995).
UNE-EN ISO 10545-3:1997	Baldosas cerámicas. Parte 3: determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente. (ISO 10545-3:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 10545-4:2012	Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura. (ISO 10545-4:2004).
UNE-EN ISO 10545-5:1998	Baldosas cerámicas. Parte 5: determinación de la resistencia al impacto por medición del coeficiente de restitución. (ISO 10545-5:1996, incluye corrigendum técnico 1:1996).
UNE-EN ISO 10545-6:2012	Baldosas cerámicas. Parte 6: Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas no esmaltadas. (ISO 10545-6:2010).
UNE-EN ISO 10545-7:1999	Baldosas cerámicas. Parte 7: determinación de la resistencia a la abrasión superficial de las baldosas esmaltadas. (ISO 10545-7:1996).
UNE-EN ISO 10545-8:1997	Baldosas cerámicas. Parte 8: determinación de la dilatación térmica lineal. (ISO 10545-8:1994).
UNE-EN ISO 10545-8:1997 ERRATUM: 2008	Baldosas cerámicas. Parte 8: determinación de la dilatación térmica lineal. (ISO 10545-8:1994).
UNE-EN ISO 10545-9:1997	Baldosas cerámicas. Parte 9: determinación de la resistencia al choque térmico. (ISO 10545-9:1994).
UNE-EN ISO 10545-10:1997	Baldosas cerámicas. Parte 10: determinación de la dilatación por humedad. (ISO 10545-10:1995).
UNE-EN ISO 10545-11:1997	Baldosas cerámicas. Parte 11: determinación de la resistencia al cuarteo de baldosas esmaltadas. (ISO 10545-11:1994).
UNE-EN ISO 10545-12:1997	Baldosas cerámicas. Parte 12: determinación de la resistencia a la helada. (ISO 10545-12:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 10545-13:1998	Baldosas cerámicas. Parte 13: determinación de la resistencia química. (ISO 10545-13:1995).
UNE-EN ISO 10545-14:1998	Baldosas cerámicas. Parte 14: determinación de la resistencia a las manchas. (ISO 10545-14:1995, incluye corrigendum técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 10545-15:1998	Baldosas cerámicas. Parte 15: determinación de la emisión de plomo y cadmio en las baldosas esmaltadas. (ISO 10545-15:1995).
UNE-EN ISO 10545-16:2012	Baldosas cerámicas. Parte 16: determinación de pequeñas diferencias de color. (ISO 10545-16:1999)

## **4.4 Piezas cerámicas para forjados**

### **4.4.1 Definición**

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, será de aplicación:

UNE-EN 15037-3:2010 Bovedillas cerámicas de arcilla cocida para forjados unidireccionales.

Definiciones, clasificación y características.

#### 4.4.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 4.4.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en la norma UNE:

UNE-EN 15037-3:2010 Bovedillas cerámicas de arcilla cocida para forjados unidireccionales.  
Definiciones, clasificación y características.

##### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en la norma UNE anteriormente citada dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 4.4.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, estas piezas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 4.4.5 Normas de referencia

UNE-EN 15037-3:2010 Bovedillas cerámicas de arcilla cocida para forjados unidireccionales.  
Definiciones, clasificación y características.

## 5 PREFABRICADOS DE CEMENTO

### 5.1 Baldosas de cemento

#### 5.1.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las normas:

UNE-CEN/TS 15209:2009 EX	Pavimento táctil indicador de hormigón, arcilla y piedra natural.
UNE 127339:2012	Propiedades y condiciones de suministro y recepción de las baldosas de hormigón.
UNE-EN 13748-1:2005	Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior.
UNE-EN 13748-1:2005 erratum: 2005	Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior.
UNE-EN 13748-2:2005	Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior.
UNE 127748-1:2012	Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-1.
UNE 127748-2:2012	Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-2.
UNE-EN 15285:2009	Piedra aglomerada. Baldosas modulares para suelos (uso interno y externo).

#### 5.1.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 5.1.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en la norma UNE:

UNE-EN 1339:2004	Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN 1339:2004/AC:2006	Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN 14617-16:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 16: determinación de las dimensiones, características geométricas y calidad superficial de las baldosas modulares.

##### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE antes citadas dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 5.1.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las baldosas se medirán por metros cuadrados realmente acopiados.

#### 5.1.5 Normas de referencia

UNE-CEN/TS EX	15209:2009	Pavimento táctil indicador de hormigón, arcilla y piedra natural.
UNE 127339:2012		Propiedades y condiciones de suministro y recepción de las baldosas de hormigón.
UNE-EN 13748-1:2005		Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior.
UNE-EN erratum: 2005	13748-1:2005	Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior.
UNE-EN 13748-2:2005		Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior.
UNE 127748-1:2012		Baldosas de terrazo. Parte 1: baldosas de terrazo para uso interior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-1.
UNE 127748-2:2012		Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-2.
UNE-EN 15285:2009		Piedra aglomerada. Baldosas modulares para suelos (uso interno y externo).
UNE-EN 1339:2004		Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN 1339:2004/AC:2006		Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN 14617-16:2006		Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 16: determinación de las dimensiones, características geométricas y calidad superficial de las baldosas modulares.

## 5.2 Productos de cemento reforzado con fibras

### 5.2.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 1169:2000	Productos prefabricados de hormigón. Reglas generales para el control de producción en fábrica de hormigón armado con fibra de vidrio.
UNE-EN 15191:2011	Productos prefabricados de hormigón. Clasificación de prestaciones del hormigón reforzado con fibra de vidrio.

UNE-EN 1916:2008	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.
UNE 127916:2004	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008.
UNE-EN 1917:2008	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.
UNE 127917:2005	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, de hormigón con fibra de acero y de hormigón armado. Complemento nacional a la norma UNE-EN 1917.

## 5.2.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

## 5.2.3 Control de calidad

### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 1170-1:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 1: medida de la consistencia de la matriz, método denominado "por exposición".
UNE-EN 1170-2:1998	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".
UNE-EN 1170-3:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 3: medida del contenido en fibra del GRC proyectado.
UNE-EN 1170-4:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 4: medida de la resistencia a flexión, método "ensayo simplificado a flexión".
UNE-EN 1170-5:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 5: medida de la resistencia a flexión, método denominado "ensayo completo a flexión".
UNE-EN 1170-6:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 6: determinación de la absorción de agua por inmersión y determinación de la densidad seca.
UNE-EN 1170-7:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 7: medida de las variaciones dimensionales extremas en función del contenido de humedad.

UNE-EN 14649:2006	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para la determinación de la resistencia remanente de las fibras de vidrio en el cemento y el hormigón (ensayo SIC).
UNE-EN 14651:2007+A1:2008	Método de ensayo para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión (límite de proporcionalidad (I <sub>op</sub> ), resistencia residual).

#### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 5.2.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, estas piezas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 5.2.5 Normas de referencia

UNE-EN 1169:2000	Productos prefabricados de hormigón. Reglas generales para el control de producción en fábrica de hormigón armado con fibra de vidrio.
UNE-EN 15191:2011	Productos prefabricados de hormigón. Clasificación de prestaciones del hormigón reforzado con fibra de vidrio.
UNE-EN 1916:2008	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.
UNE 127916:2004	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008.
UNE-EN 1917:2008	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.
UNE 127917:2005	Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, de hormigón con fibra de acero y de hormigón armado. Complemento nacional a la norma UNE-EN 1917.
UNE-EN 1170-1:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 1: medida de la consistencia de la matriz, método denominado "por exposición".
UNE-EN 1170-2:1998	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".
UNE-EN 1170-3:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 3: medida del contenido en fibra del GRC proyectado.

UNE-EN 1170-4:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 4: medida de la resistencia a flexión, método "ensayo simplificado a flexión".
UNE-EN 1170-5:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 5: medida de la resistencia a flexión, método denominado "ensayo completo a flexión".
UNE-EN 1170-6:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 6: determinación de la absorción de agua por inmersión y determinación de la densidad seca.
UNE-EN 1170-7:1998	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 7: medida de las variaciones dimensionales extremas en función del contenido de humedad.
UNE-EN 14649:2006	Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para la determinación de la resistencia remanente de las fibras de vidrio en el cemento y el hormigón (ensayo SIC).
UNE-EN 14651:2007+A1:2008	Método de ensayo para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión (límite de proporcionalidad (lop), resistencia residual).

### 5.3 Elementos para forjados unidireccionales.

#### 5.3.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 13369:2006	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
UNE-EN 13225:2005	Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
UNE-EN 13369:2006/A1:2006	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
UNE-EN 13747:2006+A2:2011	Productos prefabricados de hormigón. Prelosas para sistemas de forjados.
UNE-EN 1168:2006+A2:2010.	Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares.

#### 5.3.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 5.3.3 Control de calidad

Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE relacionadas en el punto 5.3.1.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 5.3.4 Criterio de medición y abono

Las vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado se medirán y abonarán por metros lineales medidos sobre plano.

#### 5.3.5 Normas de referencia

UNE-EN 13369:2006	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
UNE-EN 13225:2005	Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
UNE-EN 13369:2006/A1:2006	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
UNE-EN 13747:2006+A2:2011	Productos prefabricados de hormigón. Prelosas para sistemas de forjados.
UNE-EN 1168:2006+A2:2010.	Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares.

## **6 MATERIALES METÁLICOS NO FÉRREOS Y ALEACIONES**

### **6.1 Definición**

Para la definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 988:1997	Cinc y aleaciones de cinc. Especificaciones para productos laminados planos para la construcción.
UNE-EN 12588:2008	Plomo y aleaciones de plomo. Planchas de plomo laminado para la construcción.
UNE-EN 15088:2006	Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro.

### **6.2 Condiciones generales**

El plomo a emplear en juntas y apoyos será de segunda fusión, afinado y laminado; con una ley mínima de noventa y nueve con noventa y siete centésimas por ciento (99,97 %); las correspondientes planchas presentarán superficies lisas, espesor uniforme y fractura brillante y cristalina.

Se desecharán aquellas que tengan picaduras, o las que presenten exfoliaciones, dobleces, poros, raspaduras, o defectos de laminado.

La resistencia característica a tracción será superior a 20 Newton por milímetro cuadrado (20 MPa).

La resistencia característica a compresión será superior a 40 Newton por milímetro cuadrado (40 MPa).

### **6.3 Control de calidad**

#### **Control de suministros**

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

#### **Criterios de aceptación y rechazo**

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### **6.4 Criterio de medición y abono**

El abono de este material se realizará de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte.

### **6.5 Normas de referencia**

UNE-EN 988:1997	Cinc y aleaciones de cinc. Especificaciones para productos laminados planos para la construcción.
UNE-EN 12588:2008	Plomo y aleaciones de plomo. Planchas de plomo laminado para la

construcción.

UNE-EN 15088:2006

Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro.

## 7 PIEDRA

### 7.1 Piedra natural

#### 7.1.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 12440:2008 Piedra natural. Denominación de la piedra natural.

UNE-EN 12670:2003 Piedra natural. Terminología.

#### 7.1.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 7.1.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 1925:1999	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad.
UNE-EN 1926:2007	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial.
UNE-EN 1936:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.
UNE-EN 12370:1999	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales.
UNE-EN 12371:2011	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la heladicidad.
UNE-EN 12372:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada.
UNE-EN 12407:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Estudio petrográfico.
UNE-EN 13161:2008	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión a momento constante.
UNE-EN 13364:2002	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la carga de rotura para anclajes.
UNE-EN 13373:2003	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de las características geométricas de las unidades.

UNE-EN 13755:2008	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.
EN 13919:2002	Métodos de ensayo de piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por la acción de so <sub>2</sub> en presencia de humedad.
UNE-EN 14066:2003	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por choque térmico.
UNE-EN 14146:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del modulo de elasticidad dinámico (con la medida de la frecuencia de resonancia fundamental)
UNE-EN 14147:2004	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por niebla salina.
UNE-EN 14157:2005	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la abrasión.
UNE-EN 14158:2004	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la energía de rotura.
UNE-EN 14205:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la dureza Knoop
UNE-EN 14231:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción.
UNE-EN 14579:2005	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la velocidad de propagación del sonido.
UNE-EN 14580:2006	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del modulo de elasticidad estático.
UNE-EN 14581:2006	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente lineal de dilatación térmica.

#### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 7.1.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, estas piezas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 7.1.5 Normas de referencia

UNE-EN 12440:2008	Piedra natural. Denominación de la piedra natural.
UNE-EN 12670:2003	Piedra natural. Terminología.
UNE-EN 1925:1999	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de

	absorción de agua por capilaridad.
UNE-EN 1926:2007	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial.
UNE-EN 1936:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.
UNE-EN 12370:1999	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales.
UNE-EN 12371:2011	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la heladicidad.
UNE-EN 12372:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada.
UNE-EN 12407:2007	Métodos de ensayo para piedra natural. Estudio petrográfico.
UNE-EN 13161:2008	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión a momento constante.
UNE-EN 13364:2002	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la carga de rotura para anclajes.
UNE-EN 13373:2003	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de las características geométricas de las unidades.
UNE-EN 13755:2008	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.
EN 13919:2002	Métodos de ensayo de piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por la acción de SO <sub>2</sub> en presencia de humedad.
UNE-EN 14066:2003	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por choque térmico.
UNE-EN 14146:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del modulo de elasticidad dinámico (con la medida de la frecuencia de resonancia fundamental)
UNE-EN 14147:2004	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por niebla salina.
UNE-EN 14157:2005	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la abrasión.
UNE-EN 14158:2004	Métodos de ensayo para la piedra natural. Determinación de la energía de rotura.
UNE-EN 14205:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la dureza Knoop
UNE-EN 14231:2004	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción.
UNE-EN 14579:2005	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la velocidad de propagación del sonido.
UNE-EN 14580:2006	Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del modulo de elasticidad estático.

UNE-EN 14581:2006 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente lineal de dilatación térmica.

## 7.2 Piedra aglomerada

### 7.2.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 14618:2011 Piedra aglomerada. Terminología y clasificación.

### 7.2.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

### 7.2.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 14617-1:2005	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la densidad aparente y la absorción de agua.
UNE-EN 14617-11:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación del coeficiente lineal de dilatación térmica.
UNE-EN 14617-12:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la estabilidad dimensional.
UNE-EN 14617-13:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 13: Determinación de la resistividad eléctrica.
UNE-EN 14617-15:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 15: Determinación de la resistencia a compresión.
UNE-EN 14617-16:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 16: Determinación de las dimensiones, características geométricas y calidad superficial de las baldosas modulares.
UNE-EN 14617-2:2008	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la resistencia a flexión.
UNE-EN 14617-4:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la resistencia a la abrasión.
UNE-EN 14617-5:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia al hielo y al deshielo.
UNE-EN 14617-6:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la resistencia al choque térmico.

UNE-EN 14617-8:2009	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación de la resistencia al anclaje (agujero del pitón).
UNE-EN 14617-9:2005	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 9: Determinación de la resistencia al impacto.
UNE-EN 14618:2011	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 10: Determinación de la resistencia química.

#### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 7.2.4 Criterio de medición y abono

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

En acopios, estas piezas se medirán por unidades realmente acopiadas.

#### 7.2.5 Normas de referencia

UNE-EN 14617-1:2005	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la densidad aparente y la absorción de agua.
UNE-EN 14617-10:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 10: Determinación de la resistencia química.
UNE-EN 14617-11:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación del coeficiente lineal de dilatación térmica.
UNE-EN 14617-12:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la estabilidad dimensional.
UNE-EN 14617-13:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 13: Determinación de la resistividad eléctrica.
UNE-EN 14617-15:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 15: Determinación de la resistencia a compresión.
UNE-EN 14617-16:2006	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 16: Determinación de las dimensiones, características geométricas y calidad superficial de las baldosas modulares.
UNE-EN 14617-2:2008	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la resistencia a flexión.
UNE-EN 14617-4:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la resistencia a la abrasión.
UNE-EN 14617-5:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia al hielo y al deshielo.

UNE-EN 14617-6:2012	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la resistencia al choque térmico.
UNE-EN 14617-8:2009	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación de la resistencia al anclaje (agujero del pitón).
UNE-EN 14617-9:2005	Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 9: Determinación de la resistencia al impacto.
UNE-EN 14618:2011	Piedra aglomerada. Terminología y clasificación.

## 8 PINTURA

### 8.1 Pinturas

#### 8.1.1 Definición

Se agrupan bajo esta denominación todas aquellas materias más o menos fluidas, generalmente coloreadas, y compuestas por elementos líquidos y sólidos metódicamente dosificados; utilizadas sobre los materiales empleados en la construcción, y cuya misión fundamental es protectora y decorativa.

Estos productos aplicados en capas finas formarán, después de secar, una película más o menos plástica que constituirá el revestimiento protector o decorativo, ó ambos a la vez, buscado.

Los revestimientos transparentes se llamarán barnices.

Los revestimientos opacos se llamarán pinturas.

#### Componentes de las pinturas y barnices.

**a) Pigmentos.** Se denominan así las sustancias que producen en la pintura un matiz o tonalidad determinada, diferente del que naturalmente tienen.

Sus características principales a considerar serán:

- el mayor poder cubriente por opacidad o extensión;
- el poder colorante que responderá a lo que se exija de la película
- estabilidad a la luz
- en determinadas pinturas, resistir a la intemperie
- finura y composición granulométrica que le facilite la facultad de estar en suspensión.
- buena absorción o toma de aceite.

**b) Cargas.** Las cargas o extendedores se usarán para proporcionar mayor resistencia, flexibilidad, dureza, etc.. Normalmente no darán color a la pintura.

**c) Aceites.** Son cuerpos líquidos a temperatura de 25° C, generalmente extraídos de origen mineral, animal o vegetal y que actúan como vehículo fijo. Pueden ser secantes o no secantes.

**d) Resinas.** Son productos sintéticos o naturales, más o menos sólidos, que junto con los aceites, forman el vehículo fijo de las pinturas.

Su empleo más general será para aumentar el brillo, adherencia y dureza de los aceites.

- e) **Vehículo volátil.** Sirve para facilitar la extensibilidad y trabajo de la pintura, observándose esencialmente su poder disolvente (capacidad de disolución), y su volatilidad (rapidez de evaporación).

#### 8.1.2 Características generales de las pinturas

- a) **Finura.** Es el grado de molienda de los pigmentos incluidos en la pintura conforme a la UNE-EN ISO 1524:2002.
- b) **Poder cubriente.** Es el número de metros cuadrados que teóricamente puede cubrir un litro de pintura, aplicándolo con el menor espesor de la película húmeda necesaria para que oculte la superficie sobre la que se aplica.  
En seco se fijará mediante la norma UNE-EN ISO 6504-1:2007
- c) **Brillo.** Sensación luminosa producida en la retina por los rayos de luz que provienen de un cuerpo que no tiene luz propia pero que la refleja.  
Se determinará mediante la norma UNE-EN ISO 2813:1999.
- d) **Color.** Sensación producida en la retina por la luz procedente de un objeto iluminado.  
Se determinará por medio de las norma  
En el caso de líquidos claros, se determinará mediante la norma UNE-EN ISO 6721-1:2012
- e) **Punto de inflamación.** Temperatura mínima a la que se inflaman los vapores del disolvente de una pintura cuando se ponen en contacto directo con una llama.  
Se determinará mediante la norma UNE 48061:1985.
- f) **Viscosidad.** Es la cohesión existente entre las moléculas de un líquido.  
La viscosidad por fluidez se medirá mediante la norma INTA 160217A.  
La viscosidad por consistencia se determinará según la norma UNE 48076:1992.
- g) **Peso específico.** Se medirá según la norma o UNE-EN ISO 2811-1:2011
- h) **Espesor de película húmeda o seca.** Se determinará mediante la norma o UNE-EN ISO 2808:2007.
- i) **Dureza de la película seca.** Resistencia que opone una pintura seca a que un objeto extraño la deteriore.  
Se medirá por medio de la norma INTA 160225.
- j) **Resistencia al doblado o plegado.** Es una medida de la flexibilidad de las películas secas producidas por pinturas, barnices y esmaltes.  
Se determinará según la norma UNE-EN ISO 1519:2011
- k) **Resistencia al rayado.** Se medirá de acuerdo con la norma o UNE-EN ISO 1518-1:2011
- l) **Adherencia.** Mayor o menor fuerza con que una película de pintura está pegada a la superficie a que se aplica.  
Se determinará mediante la norma UNE-EN ISO 2409:2007
- m) **Resistencia al choque o impacto.** Se medirá según la norma INTA 160266.
- n) **Resistencia a la niebla salina.** Se determinará por medio de la norma INTA 160604.

- ñ) **Resistencia a la humedad en condiciones de condensación.** Se determinará mediante la norma INTA 160609.

Para especificar las características cuantitativas y cualitativas de algunos tipos de pinturas se hará, a veces, referencia al PG-3.

### 8.1.3 Normas de referencia

INTA 160217A	Viscosidad Ford
INTA 160225	Dureza de la película
INTA 160604	Resistencia a la niebla salina
INTA 160266	Ensayo de percusión
INTA 160609	Ensayo de resistencia a la humedad en condiciones de condensación
UNE 48061:1985	Determinación del punto de inflamación. Método en vaso cerrado.
UNE 48076:1992	Pinturas y barnices. Medida de la viscosidad aparente o consistencia. Método Krebs-Stormer.
UNE-EN ISO 1518-1:2011	Pinturas y barnices. Determinación de la resistencia al rayado. Parte 1: Método de carga constante. (ISO 1518-1:2011)
UNE-EN ISO 1519:2011	Pinturas y barnices. Ensayo de plegado (mandril cilíndrico). (ISO 1519:2011)
UNE-EN ISO 2409:2007	Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2007).
UNE-EN ISO 2811-1:2011	Pinturas y barnices. Determinación de la densidad. Parte 1: Método del picnómetro. (ISO 2811-1:2011)
UNE-EN ISO 2813:1999	Pinturas y barnices. Determinación del brillo especular de películas de pintura no metálicas a 20°, 60° y 85°. (ISO 2813:1994, incluyendo Corrigendum Técnico 1:1997).
UNE-EN ISO 6504-1:2007	Pinturas y barnices. Determinación del poder cubriente. Parte 1: Método Kubelka-Munk para pinturas blancas y claras (ISO 6504-1:1983)
UNE-EN ISO 6721-1:2012	Plásticos. Determinación de las propiedades mecano-dinámicas. Parte 1: Principios generales. (ISO 6721-1:2011)

## 8.2 Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de metales féreos

### 8.2.1 Definición

De acuerdo con el PG-3, se definen como pinturas de minio de plomo, para imprimación anticorrosiva de superficies de metales féreos, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo. Las pinturas incluidas en este Artículo se clasifican en los siguientes tipos: Tipo I: Pintura de minio de plomo al aceite de linaza., Tipo II: Pintura de minio de plomo-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla de resina gliceroftálica modificada y aceite de linaza crudo, disuelto en la cantidad conveniente

de disolvente volátil, Tipo III: Pintura de minio de plomo con barniz gliceroftálico, y Tipo IV: Pintura de minio de plomo con barniz fenólico.

### 8.2.2 Condiciones generales

Los diversos tipos de pintura incluidos en el presente Artículo presentarán las características cuantitativas que se indican en el PG-3 en vigor.

### 8.2.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Las pinturas tipos I, III y IV tendrán el color naranja característico del minio de plomo; las del tipo II, tendrán el color típico de las mezclas de minio de plomo con óxido de hierro rojo. En el envase, no se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h), según la Norma MELC 12.77.

La pintura permanecerá estable y uniforme al diluir ocho (8) partes, en volumen, de pintura con una (1) parte, en volumen, de gasolina 156-210°C, según la Norma UNE 48097:2001.

La pintura, en envase lleno y recientemente abierto, no mostrará una sedimentación excesiva y será fácilmente redispersada a un estado homogéneo, por agitación con espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, pieles, depósitos duros ni separación de color, de acuerdo con la Norma INTA 160226.

#### Criterios de aceptación y rechazo

La pintura 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 doce metros cuadrados y medio por litro de pintura (12,5 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

Después de diluir la pintura con gasolina en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse, ni a la formación de «pieles de naranja», o cualquier otro defecto, según la Norma MELC 12.03.

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

No se producirá agrietamiento ni despegue de película al doblar una probeta ensayada sobre un mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

### 8.2.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### 8.2.5 Normas de referencia

INTA 160226	Conservación en el envase de barnices, pinturas y esmaltes
MELC 12.03	Normas del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Centro de

MELC 12.77

Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

MELC 12.93

UNE 48097:2001

Pinturas y barnices. Estabilidad a la dilución.

### **8.3 Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro, para imprimación anticorrosiva de materiales féreos**

#### **8.3.1 Definición**

Según el PG-3, se definen como pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro, para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales féreos, las que cumplan las condiciones exigidas en el presente Artículo. Las pinturas incluidas en este Artículo se clasifican en los siguientes tipos: Tipo I: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla, a partes iguales, de resina gliceroftálica y aceite de linaza crudo, disuelta en la cantidad conveniente de disolvente volátil. Esta pintura presentará buena resistencia al agua, Tipo II: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una solución de resina gliceroftálica, modificada con aceites vegetales, con la cantidad adecuada de disolvente volátil. Es esencial, para el buen uso de esta pintura, que se aplique sobre superficies excepcionalmente limpias y Tipo III: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por un barniz de resina fenólica. La superficie metálica se deberá limpiar cuidadosamente antes de aplicar esta pintura, para lo cual se recomienda el chorro de arena.

#### **8.3.2 Condiciones generales**

En cuanto al color, las pinturas tipos I y II tendrán el color amarillo característico de la mezcla de cromato de cinc y óxido de hierro amarillo. Las del tipo III tendrán el color rojo característico de la mezcla de óxido de hierro rojo y amarillo de cinc.

#### **8.3.3 Control de calidad**

##### **Control de suministros**

En cuanto a su conservación, la pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada, no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros; ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma INTA 160226.

##### **Criterios de aceptación y rechazo**

En cuanto a la estabilidad en envase lleno, no se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h), de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

En cuanto a la dilución, la pintura permanecerá estable y uniforme al diluir cinco (5) partes, en volumen, de pintura con una (1) parte, en volumen, de gasolina 150/200, de acuerdo con la Norma UNE 48097.

La pintura 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 doce metros cuadrados y medio por litro de pintura (12,5 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

En cuanto a su pulverización, después de diluida la pintura con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por cinco (5) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni a la formación de «pieles de naranja», o cualquier otro defecto, de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

En lo que se refiere al aspecto, la película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

Será flexible, es decir, no se producirá agrietamiento, ni despegue de película, al doblar una probeta sobre un mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

#### 8.3.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

#### 8.3.5 Normas de referencia

INTA 160226.	Conservación en el envase de barnices, pinturas y esmaltes
MELC 12.03.	
MELC 12.77.	Normas del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
MELC 12.93	
UNE 48097:2001	Pinturas y barnices. Estabilidad a la dilución.

### **8.4 Pinturas a base de resinas epoxi para imprimación anticorrosiva de materiales férreos y en acabado de superficies metálicas**

#### 8.4.1 Definición

Según el PG-3, 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.

Existen varios tipos: Pintura alquitrán-epoxi., Pintura de imprimación de minio de plomo a base de resina epoxi., y Pintura de acabado, a base de resina epoxi de alto contenido en sólidos, brillante.

### **8.5 Pintura de alquitrán-epoxi**

#### 8.5.1 Definición

La pintura estará constituida por un sistema de dos componentes, base y catalizador, envasados separadamente.

El componente base, constituido por alquitrán de hulla, resina epoxi, relleno mineral y disolvente, deberá cumplir las exigencias de este Artículo. 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.

### 8.5.2 Condiciones generales

El producto en el envase lleno recientemente abierto no presentará coágulos, pellejos ni depósitos duros, de acuerdo con la Norma INTA 160226. Los componentes base y catalizador se mezclarán en las proporciones indicadas por el fabricante sin presentar ningún tipo de incompatibilidad.

### 8.5.3 Control de calidad

#### Control de suministros

La mezcla no tendrá tendencia a gelificarse ni aumentar su consistencia en un período de tiempo inferior a ocho horas (8 h) desde su preparación.

Cuando se aplique a brocha, 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 a 5 m<sup>2</sup>/kg).

El tiempo máximo de secado, para repintar, será de dieciocho horas (18 h), de acuerdo con la Norma MELC 12.73

La película, una vez seca, será uniforme de color y sin imperfecciones de superficie. Sólo se admitirá una ligera marca de la brocha.

Podrá ser almacenada a una temperatura comprendida entre cinco y treinta grados centígrados (5 y 30°C) durante un período de seis (6) meses, conservando sus propiedades.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Antes de ser aplicada la pintura, se procederá a mezclar sus dos componentes, preparando solamente la cantidad de pintura que vaya a ser utilizada en una jornada normal de trabajo y siguiendo siempre, y de la forma más estricta, las instrucciones del fabricante. Se aplicará a brocha una vez mezclados los dos componentes; si se observa una viscosidad excesiva en la mezcla, hasta el punto de imposibilitar su aplicación, puede diluirse con un diez por ciento (10%) como máximo del disolvente que suministre el fabricante o en su defecto con una mezcla en partes iguales de xilol y secbutanol. La pintura puede ser aplicada por pulverización con equipos especiales de trabajo pesado.

### 8.5.4 Criterio de medición y abono

La pintura deberá ser aplicada de forma que el espesor mínimo de película obtenido en cada capa sea de unas cien micras (100 micras) aproximadamente, lo cual puede conseguirse con una cubrición de cuatro a cinco metros cuadrados por kilogramo (4 a 5 m<sup>2</sup>/kg).

### 8.5.5 Normas de referencia

INTA 160226	Conservación en el envase de barnices, pinturas y esmaltes
MELC 12.73	Normas del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

## **8.6 Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas**

### 8.6.1 Definición

Se definen como esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas los de secado al aire o en estufa que, por presentar gran resistencia a los agentes y conservar el color y el brillo, resultan adecuados para ser empleados sobre superficies metálicas previamente imprimadas.

Atendiendo al modo en que se realiza su secado, éstos esmaltes se clasifican en: Esmaltes de secado al aire y esmaltes de secado en estufa.

### 8.6.2 Condiciones generales

Los esmaltes de distintos colores incluidos en el presente Artículo, que deberán aplicarse tal y como se encuentran en el envase, estarán constituidos por pigmentos y vehículos de las características que se indican en el PG-3 en vigor.

### 8.6.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El esmalte 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. En un envase parcialmente lleno, al cabo de 6 meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente no se formarán pieles, 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.

El esmalte de secado al aire 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 diez metros cuadrados por litro de esmalte.

Para su pulverización, después de diluido el esmalte de secado al aire con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de esmalte, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto.

La película de esmalte, secada al aire, producirá imágenes especulares claras y bien definidas.

#### Criterios de aceptación y rechazo

A las dos horas (2 h) de aplicado un esmalte de secado al aire, conservado en este medio, estará seco al acto. Al cabo de ocho horas (8 h) la película estará dura, y a las cuarenta y ocho horas (48 h) habrá alcanzado la dureza máxima. No deberá producirse ninguna irregularidad, en la película seca de esmalte, cuando se aplique una segunda mano del mismo sobre placas que previamente hayan sido pintadas.

La película seca de esmalte presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

En la película de esmalte no se producirá enyesado, cuarteamiento, cambio de color, ni cualquier otro defecto al cabo de un año de exposición a la intemperie, y la película envejecida recuperará fácilmente el

brillo por pulido, produciendo de nuevo imágenes claras y bien definidas. En los esmaltes de color amarillo se admitirá un discreto oscurecimiento de color.

#### 8.6.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### **8.7 Pinturas de aluminio para fondo y acabado de superficies metálicas**

#### 8.7.1 Definición

Se definen como pinturas de aluminio, las preparadas a pie de obra por mezcla de barnices con purpurinas de aluminio en polvo o en pasta. Los barnices y los pigmentos de aluminio, o purpurinas, en polvo y en pasta deberán cumplir las características que se fijan a continuación.

#### 8.7.2 Condiciones generales

Los barnices incluidos en el presente Artículo deberán cumplir las características dadas en el PG-3 y tendrán un aspecto claro, exento de sedimentos y de materia en suspensión.

#### 8.7.3 Control de calidad

##### Control de suministros

Las pinturas preparadas mezclando los barnices tipos I y II con purpurinas de aluminio en polvo y en pasta, respectivamente, de la forma que se indica en los párrafos siguientes, se aplicarán con facilidad, tanto a brocha como por pulverización a pistola.

Una vez añadido al barniz la cantidad correspondiente de purpurina, se agita vigorosamente la mezcla durante dos (2) minutos y se deja en reposo dos (2) horas, al cabo de las cuales se volverá a agitar, nuevamente, antes de aplicar.

El olor del barniz, tanto en su condición original como durante el proceso de secado y después de seco, no será irritante ni desagradable.

##### Criterios de aceptación y rechazo

La pintura preparada por mezcla de pigmentos de aluminio en polvo o en pasta, en las cantidades que se indican en el PG-3, se aplicarán con facilidad a brocha o por pulverización. La mezcla de pigmento de aluminio y barniz deberá hacerse por pequeñas y sucesivas adiciones de este último al primero, agitando continuamente hasta alcanzar una mezcla homogénea. Se dejará reposar la pintura así obtenida durante dos horas (2 h) y se agitará nuevamente antes de su aplicación. Para la pulverización con pistola, la pintura preparada del modo indicado en el párrafo anterior, se diluirá con gasolina, en una proporción de ocho (8) volúmenes de pintura por un (1) volumen de disolvente, como máximo.

#### 8.7.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas de aluminio se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### **8.8 Pinturas al clorocaucho para acabado de superficies metálicas**

#### 8.8.1 Definición

Se definen como pinturas al clorocaucho para acabado de superficies metálicas aquellas formadas por caucho colorado al que se le han incorporado plastificantes y estabilizadores con objeto de darle flexibilidad, adherencia y durabilidad. Estas pinturas se caracterizan por su resistencia al fuego y al agua.

#### 8.8.2 Condiciones generales

De acuerdo con el PG-3, en condiciones ambientales corrosivas extremadamente severas, y cuando se precise un máximo de resistencia química, se utilizará el vehículo tipo A de los dos existentes. 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.

En cualquier caso, la aplicación se hará en tres capas de un espesor aproximado a ciento veinticinco micras (125 micras).

#### 8.8.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas al clorocaucho se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### **8.9 Pinturas de albayalde blancas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos**

#### 8.9.1 Definición

De acuerdo con el PG-3, se definen como pinturas de albayalde blancas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos, las de este color, de secado al aire y pigmentadas con albayalde, que resultan adecuadas para conseguir la imprimación, repintado o acabado de las superficies de los materiales citados; o para la protección de maderas que, por su calidad, retengan con dificultad la película de pintura.

#### 8.9.2 Condiciones generales

El vehículo no volátil estará constituido por una mezcla de aceite de linaza crudo refinado y «Standoil» de linaza. Los tipos de aceite a emplear, y las cantidades en que deben mezclarse estos componentes del vehículo, serán los adecuados para que la pintura se aplique con facilidad a brocha, y cumpla las características de consistencia, absorción y reducción que figuran en el PG3. El disolvente volátil estará constituido por aguarrás, gasolina o una mezcla de ambos. La pintura tendrá color blanco.

### 8.9.3 Control de calidad

#### Control de suministros

La pintura, en envase lleno y recientemente abierto, será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada, no presentará coágulos, pieles, ni depósitos duros.

La pintura se aplicará a brocha con facilidad; sin mostrar tendencia a descolgarse cuando se aplique a una superficie vertical de madera de pino, previamente imprimada con la misma pintura diluida con aceite de linaza crudo.

#### Criterios de aceptación y rechazo

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, con marcas de brocha poco acentuadas, y el brillo característico de las pinturas al aceite.

### 8.9.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas de albayalde se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **8.10 Pinturas rojas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos.**

### 8.10.1 Definición

Se definen como pinturas rojas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos las de este color, de secado al aire, que resultan adecuadas para ser empleadas sobre las superficies de los citados materiales, previamente preparadas e imprimadas, a las que proporcionarán un acabado brillante.

Podrán ser aplicadas a brocha, o por pulverización a pistola. En este último caso, se les dará la consistencia precisa con aguarrás, gasolina ligera, o una mezcla de ambos

### 8.10.2 Condiciones generales

El vehículo estará constituido por una solución de resina gliceroftálica, de riqueza media en aceite, en la cantidad adecuada de disolvente volátil, gasolina, aguarrás o mezcla de ambos, y por los secantes, estabilizadores y agentes antipiel necesarios.

### 8.10.3 Control de calidad

#### Control de suministros

La pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos.

En envase parcialmente lleno, no se formarán pieles al cabo de 48 h. 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. La pintura será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

La pintura 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 diez metros cuadrados por litro de pintura (10 m<sup>2</sup>/l).

Para aplicación con pistola, después de diluida la pintura con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente, sin que presente tendencia a descolgarse, ni cualquier otro defecto. La película seca de pintura producirá imágenes especulares claras y bien definidas

#### Criterios de aceptación y rechazo

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y cualquier otra imperfección superficial, y no deberá formar cordel, ni presentar defectos de estructura.

#### 8.10.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### **8.11 Pintura al temple**

#### 8.11.1 Definición

Es la formada por disolución en agua de colas celulósicas o amiláceas con pigmentos a base de sulfato cálcico o carbonato cálcico.

#### 8.11.2 Condiciones generales

Vendrá en forma de polvo o pasta de color blanco, pudiendo colorearse con pigmentos a base de tierras.

Pintura de aspecto mate, porosa y permeable, con acabado liso, rugoso o goteado, con poca resistencia al agua y al roce.

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. El envase será adecuado para su protección.

#### 8.11.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### **8.12 Pintura a la cal**

#### 8.12.1 Definición

Es la formada por disolución en agua de hidróxido cálcico o cal apagada, que es el aglutinante y pigmento.

### 8.12.2 Condiciones generales

Pintura de aspecto mate, acabado liso, blanca o con coloración, porosa, absorbente, buen comportamiento a la intemperie, endurece con la humedad y el tiempo, buenas propiedades microbicidas.

### 8.12.3 Control de calidad

#### Control de suministros

La cal aérea se suministrará en terrones o envasada, la cal hidráulica en polvo.

La mezcla con agua se hará de forma que permita ser movida o batida fácilmente, quedando una mezcla porosa y absorbente con buena adherencia, pudiéndose extender en capas delgadas sin mostrar grumos.

Formará después de su aplicación una película opaca, uniforme, libre de partículas y vetas de color.

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.

Podrá colorearse ligeramente con pigmentos resistentes a la alcalinidad, diluidos previamente en agua.

### 8.12.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 8.13 Pintura al silicato

### 8.13.1 Definición

Está formada por una disolución acuosa de silicato de sosa o potasa con pigmentos minerales resistentes a la alcalinidad.

### 8.13.2 Condiciones generales

Pintura de aspecto mate, acabado liso, blanca o con coloración, algo absorbente, dura y de gran resistencia a la intemperie.

El vehículo y pigmento vendrán por separado.

La pintura se suministrará en envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso, proporción de la mezcla; permanencia válida de la mezcla; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; capacidad del envase en litros y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

### 8.13.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **8.14 Pintura al cemento**

### **8.14.1 Definición**

Está formada por disolución en agua de cemento blanco tratado y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

### **8.14.2 Condiciones generales**

Pintura de aspecto mate, acabado liso, absorbente, dura y buena resistencia a la intemperie.

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.

Se suministrará envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; proporción de la mezcla; permanencia válida de la mezcla; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; capacidad del envase y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

### **8.14.3 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **8.15 Pintura plástica**

### **8.15.1 Definición**

Es una pintura al agua con ligante formado por resinas vinílicas o acrílicas emulsionadas y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

### **8.15.2 Condiciones generales**

Pintura de aspecto mate o satinado, acabado liso, rugoso o goteado, admite toda gama de colores, buena resistencia al roce y al lavado.

Se suministrará en envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; color y aspecto de la película seca: satinado o mate; toxicidad e inflamabilidad; capacidad del envase en litros y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

### **8.15.3 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **8.16 Pintura al óleo**

Es una pintura formada por aceites secantes crudos o sometidos a algún tratamiento disuelto en disolventes de hidrocarburos de tipo "white spirit" o en aguarrás y pigmentos adecuados.

### 8.16.1 Condiciones generales

Pintura de aspecto satinado, acabado liso, admite toda gama de colores. Lavabilidad media, buena resistencia al roce y flexibilidad.

### 8.16.2 Control de calidad

#### Control de suministros

Se suministrará en envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; tiempo de secado; capacidad de envase en litros, rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro y color.

### 8.16.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 8.17 Pinturas al esmalte graso y al esmalte sintético

### 8.17.1 Definición

Pintura al esmalte graso es la compuesta de aceites secantes mezclados con resinas duras, naturales o sintéticas y disolventes de hidrocarburos del tipo "white spirit" o aguarrás, y pigmentos adecuados

Pintura al esmalte sintético es la compuesta 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.

### 8.17.2 Condiciones generales

Estos esmaltes se ajustarán, en cuanto a su composición, pigmento y vehículo, características cualitativas y cuantitativas del esmalte líquido y características de la película seca de esmalte, a lo del PG-3.

Son pinturas de aspecto mate, satinado, o brillante, acabado liso, buena resistencia al roce y al lavado, y admiten toda gama de colores.

En función del soporte cumplirán las siguientes proporciones: Maderas: 60-70 por 100 de aceites, Metal: 50-60 por 100 de aceites y Otros: 50 por 100 de aceites.

### 8.17.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Se suministrará envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; color. Aspecto brillante, satinado o mate de la película seca; toxicidad e inflamabilidad; capacidad del envase en litros y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

#### 8.17.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### 8.18 Pintura martelé

#### 8.18.1 Definición

Pintura a base de pasta de aluminio molido, siliconas adecuadas y ligantes del tipo alquídico-estirenado, clorocaucho, celulósicas o de poliuretano.

#### 8.18.2 Condiciones generales

Podrá aplicársele pigmentos semitransparentes de diversos colores.

Pintura de aspecto brillante con reflejo metálico, acabado con ligero relieve, coloración diversa, buena resistencia al roce y lavado.

Se suministrará en envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; tiempo de secado; capacidad del envase en litros, rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro y color.

#### 8.18.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

### 8.19 Laca nitrocelulosica

#### 8.19.1 Definición

Pintura a base de nitrato de celulosa plastificada adecuadamente para darle flexibilidad, disolventes especiales de gran poder de disolución y evaporación y pigmentos adecuados.

#### 8.19.2 Condiciones generales

Pintura de aspecto mate, satinado o brillante, buen extendido, rápido secado, toda gama de colores, poca elasticidad, buena dureza, en general resistente al roce y lavado. Podrá ser pulimentable sin brillo o de brillo directo adicionándole resinas malaicas.

Se suministrará en envases será adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; color, Aspecto brillante, satinado o mate de la película seca; disolventes adecuados; toxicidad e inflamabilidad; capacidad del envase en litros y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

## **8.20 Barnices**

### **8.20.1 Definición**

Pueden estar compuestos por siliconas, aceites secantes o resinas sintéticas, disueltas en disolventes de hidrocarburos del tipo "white spirit" o aguarrás.

### **8.20.2 Condiciones generales**

De aspecto mate, satinado o brillante, acabado liso y transparente, con buena resistencia al roce y al lavado.

Se suministrará en envases adecuados para su protección, en los que se indicará: sello del fabricante e instrucciones de uso; indicación de su uso para exterior o interior; temperatura mínima de aplicación; tiempo de secado; aspecto brillante, satinado, o mate de la película seca; toxicidad e inflamabilidad; capacidad del envase en litros y rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.

### **8.20.3 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **8.21 Pinturas a emplear en marcas viales reflexivas**

### **8.21.1 Definición**

Son las utilizadas para marcar líneas, palabras o símbolos reflectantes, dibujados sobre el pavimento de la calzada.

### **8.21.2 Condiciones generales**

Estas pinturas se ajustarán en cuanto a composición, características de la pintura líquida y seca, coeficiente de valoración, toma de muestras para los ensayos de identificación de los suministros y ensayos de identificación, a lo indicado en el PG-3.

### **8.21.3 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **9 MADERA**

### **9.1 Definición**

Para su definición será de aplicación el DB CTE SE-M.

### **9.2 Condiciones generales**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los capítulos 1, 2 y 3 del DB CTE SE-M.

### **9.3 Control de calidad**

#### Criterios de aceptación y rechazo

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 12 del DB CTE SE-M.

#### Control de suministros y recepción

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 13 del DB CTE SE-M.

### **9.4 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

### **9.5 Normas de referencia**

DB CTE SE-M Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.  
Madera.

## 10 TUBERÍAS

### 10.1 Tuberías de acero

#### 10.1.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 10242:1995	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE-EN 10242/1M:1999	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE-EN 10242/A2:2004	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE 19046:1993	Tubos de acero sin soldadura roscables. Tolerancias y características.
UNE 19048:1985	Tubos de acero sin soldadura, galvanizados, para instalaciones interiores de agua fría y caliente
UNE 19049-1:1997	Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Parte 1: Tubos.
UNE 19052:1985	Tubos de acero sin soldadura, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.
UNE-EN 10312:2003	Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de líquidos acuosos incluyendo el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10224:2003/A1:2006	Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10312:2003/A1:2006	Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro
UNE-EN 10255:2005+A1:2008	Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro.

#### 10.1.2 Control de calidad

##### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 10.1.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

#### 10.1.4 Normas de referencia

UNE-EN 10242:1995	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE-EN 10242/1M:1999	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE-EN 10242/A2:2004	Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
UNE 19046:1993	Tubos de acero sin soldadura roscables. Tolerancias y características.
UNE 19048:1985	Tubos de acero sin soldadura, galvanizados, para instalaciones interiores de agua fría y caliente
UNE 19049-1:1997	Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Parte 1: Tubos.
UNE 19052:1985	Tubos de acero sin soldadura, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.
UNE-EN 10312:2003	Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de líquidos acuosos incluyendo el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10224:2003/A1:2006	Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10312:2003/A1:2006	Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro
UNE-EN 10255:2005+A1:2008	Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro.

## 10.2 Tuberías de cobre

### 10.2.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 1057:2007 + A1:2010	Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción
----------------------------	--

### 10.2.2 Control de calidad

#### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 10.2.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte. En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

#### 10.2.4 Normas de referencia

UNE-EN 1057:2007 + A1:2010	Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción
----------------------------	--

### 10.3 Tuberías de fundición

#### 10.3.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 545:2011	Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
-----------------	--

#### 10.3.2 Control de calidad

##### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 10.3.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte. En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

#### 10.3.4 Normas de referencia

UNE-EN 545:2011	Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para
-----------------	--

canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

## 10.4 Tuberías de fibrocemento

### 10.4.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 12763:2001	Tubos y accesorios de fibrocemento para sistemas de evacuación de edificios. Medidas, condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 14525:2005	Adaptadores de bridas y manguitos de gran tolerancia de fundición dúctil para su utilización con tuberías de diferentes materiales: fundición dúctil, fundición gris, acero, pvc-u, pe, fibrocemento
UNE-EN 512/A1:2002	Productos de fibrocemento. Tubos y juntas para conducciones de presión.
UNE-EN 512:1995	Productos de fibrocemento. Tubos y juntas para conducciones de presión.
UNE-EN 588-1:1997	Tuberías de fibrocemento para redes de saneamiento y drenaje. Parte 1: tubos, juntas y accesorios para sistemas por gravedad bajo presión atmosférica.
UNE-EN 588-2:2002	Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Parte 2: pasos de hombre y cámaras de inspección.

### 10.4.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

### 10.4.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

#### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 10.4.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

#### 10.4.5 Normas de referencia

UNE-EN 12763:2001	Tubos y accesorios de fibrocemento para sistemas de evacuación de edificios. Medidas, condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 14525:2005	Adaptadores de bridas y manguitos de gran tolerancia de fundición dúctil para su utilización con tuberías de diferentes materiales: fundición dúctil, fundición gris, acero, pvc-u, pe, fibrocemento
UNE-EN 512/A1:2002	Productos de fibrocemento. Tubos y juntas para conducciones de presión.
UNE-EN 512:1995	Productos de fibrocemento. Tubos y juntas para conducciones de presión.
UNE-EN 588-1:1997	Tuberías de fibrocemento para redes de saneamiento y drenaje. Parte 1: tubos, juntas y accesorios para sistemas por gravedad bajo presión atmosférica.
UNE-EN 588-2:2002	Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Parte 2: pasos de hombre y cámaras de inspección.

### 10.5 Tuberías de policloruro de vinilo

#### 10.5.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes Normas:

UNE-EN 1329-1:1999	Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN 1329-1:2001 ERRATUM	Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN 1401-1:2009	Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN ISO 1452-1:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades. (ISO 1452-1:2009)
UNE-EN ISO 1452-2:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos. (ISO 1452-2:2009)
UNE-EN ISO 15877-2:2009	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Poli(cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 2: Tubos.

## 10.5.2 Control de calidad

### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

## 10.5.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PCTP y en la unidad de obra de que forme parte. En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

## 10.5.4 Normas de referencia

UNE-EN 1329-1:1999	Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN 1329-1:2001 ERRATUM	Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN 1401-1:2009	Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN ISO 1452-1:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades. (ISO 1452-1:2009)
UNE-EN ISO 1452-2:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos. (ISO 1452-2:2009)
UNE-EN ISO 15877-2:2009	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Poli(cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 2: Tubos.

## 10.6 Tuberías de polietileno

### 10.6.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 12201-2:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
UNE-EN ISO 15875-2:2004	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos.
UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos. Modificación 1.

### 10.6.2 Control de calidad

#### Criterios de aceptación o rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 10.6.3 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte. En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

### 10.6.4 Normas de referencia

UNE-EN 12201-2:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
UNE-EN ISO 15875-2:2004	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos.
UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos. Modificación 1.

## 10.7 Tuberías de hormigón

### 10.7.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 639:1995	Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón incluyendo juntas y accesorios.
UNE-EN 640:1995	Tubos de presión de hormigón armado y tubos de presión de hormigón con armadura difusa (sin camisa de chapa), incluyendo juntas y accesorios.
UNE-EN 641:1995	Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios.
UNE-EN 642:1995	Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativo al acero de pretensar para tubos.
UNE-EN 1916:2008	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.

### 10.7.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

### 10.7.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 10.7.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados.

### 10.7.5 Normas de referencia

UNE-EN 639:1995	Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón incluyendo juntas y accesorios.
-----------------	--

UNE-EN 640:1995	Tubos de presión de hormigón armado y tubos de presión de hormigón con armadura difusa (sin camisa de chapa), incluyendo juntas y accesorios.
UNE-EN 641:1995	Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios.
UNE-EN 642:1995	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.
UNE-EN 1916:2008	Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.

## 10.8 Tuberías de gres

### 10.8.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 295-1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 1: requisitos.
UNE-EN 295-2:2000	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 2: control de calidad y muestreo.
UNE-EN 295-3/A1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 3: métodos de ensayo.
UNE-EN 295-3:1993	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Métodos de ensayo. (versión oficial en 295-3:1991).
UNE-EN 295-4/AC:1998	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: requisitos para accesorios especiales, adaptadores y accesorios compatibles.
UNE-EN 295-4:1995	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: requisitos para accesorios especiales, adaptadores y accesorios compatibles.
UNE-EN 295-5/A1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 5: requisitos para tuberías de gres perforadas y sus accesorios.
UNE-EN 295-5:1995	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 5: especificaciones para tuberías de gres perforadas y sus accesorios.
UNE-EN 295-6:1996	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 6: requisitos para pozos de registro de gres.
UNE-EN 295-7:1996	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 7: especificaciones de tuberías de gres y juntas para hinca.
UNE-EN 295-10:2005	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 10: requisitos de características funcionales

## 10.8.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

## 10.8.3 Control de calidad

### Control de suministros

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE citadas como de aplicación para cada uno de los tipos.

### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

## 10.8.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de tuberías se hará por metros lineales realmente instalados y de acuerdo con lo especificado en el PPTP y en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios la tubería se medirá en metros lineales realmente acopiados

## 10.8.5 Normas de referencia

UNE-EN 295-1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 1: requisitos.
UNE-EN 295-2:2000	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 2: control de calidad y muestreo.
UNE-EN 295-3/A1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 3: métodos de ensayo.
UNE-EN 295-3:1993	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Métodos de ensayo. (versión oficial en 295-3:1991).
UNE-EN 295-4/AC:1998	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: requisitos para accesorios especiales, adaptadores y accesorios compatibles.
UNE-EN 295-4:1995	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: requisitos para accesorios especiales, adaptadores y accesorios compatibles.
UNE-EN 295-5/A1:1999	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 5: requisitos para tuberías de gres perforadas y sus accesorios.
UNE-EN 295-5:1995	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 5: especificaciones para tuberías de gres perforadas y sus accesorios.
UNE-EN 295-6:1996	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 6: requisitos para pozos de registro de gres.
UNE-EN 295-7:1996	Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 7: especificaciones de tuberías de gres y juntas para hinca.

UNE-EN 295-10:2005

Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 10: requisitos de características funcionales

## **11 MATERIALES VARIOS**

### **11.1 Agua a emplear en morteros y hormigones**

#### **11.1.1 Definición**

Es el agua que se emplea, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones.

#### **11.1.2 Condiciones generales**

Deberá cumplir todas las condiciones especificadas en la Instrucción EHE-08 en vigor. En general, podrán ser utilizadas todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables. En los casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma importante las propiedades de los morteros u hormigones con ellas fabricados, se rechazarán todas las que tengan un pH inferior a cinco (5); las que posean un total de sustancias disueltas superior a los quince (15) gramos por litro (15.000 p.p.m.); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresado en SO<sub>1</sub> rebase un 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.); las que contengan ion cloro en proporción superior a seis (6) gramos por litro (6.000 p.p.m.); las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a quince (15) gramos por litro (15.000 p.p.m.).

#### **11.1.3 Control de calidad**

##### **Criterios de aceptación y rechazo**

Los ensayos indicados en el apartado anterior, 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 el Director.

Los criterios de aceptación o rechazo se definirán en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las condiciones especificadas en el apartado correspondiente, será razón suficiente para calificar el agua como no apta para fabricación de hormigones o morteros, y al rechazo del material y de la obra ejecutada.

#### **11.1.4 Criterio de medición y abono**

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

### **11.2 Áridos para hormigones**

#### **11.2.1 Definición**

Deberán cumplir todas las condiciones especificadas en el artículo 28° "Áridos" de la Instrucción EHE-08.

### 11.2.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en la norma anteriormente referenciada.

### 11.2.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Deberán cumplir todas las condiciones especificadas en el artículo 85.2° "Áridos" de la Instrucción EHE-08.

#### Criterios de aceptación y rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en el artículo 28° "Áridos" de la Instrucción EHE-08.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en el artículo 28° "Áridos" de la Instrucción EHE-08, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

### 11.2.4 Control de medición y abono

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

### 11.2.5 Normas de referencia

EHE-08      Instrucción de hormigón estructural.

## 11.3 Aditivos a emplear en hormigones

### 11.3.1 Definición

Deberán cumplir todas las condiciones especificadas en el artículo 29° "Aditivos" de la Instrucción EHE-08.

### 11.3.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en la norma anteriormente referenciada.

### 11.3.3 Control de calidad

#### Control de suministros

Deberán cumplir todas las condiciones especificadas en el artículo 85.3° "Aditivos" de la Instrucción EHE-08.

#### Criterios de aceptación y rechazo

El control se realizará de acuerdo con los ensayos especificados en el artículo 29° " Aditivos " de la Instrucción EHE-08.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en el artículo 29° "Aditivos" de la Instrucción EHE-08, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 11.3.4 Criterio de medición y abono

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

#### 11.3.5 Normas de referencia

EHE-08 Instrucción de hormigón estructural.

### 11.4 Productos filmógenos de curado

#### 11.4.1 Definición

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.

#### 11.4.2 Condiciones generales

Los productos filmógenos de curado constarán de un pigmento blanco finamente dividido y un vehículo, ya mezclados para su inmediata utilización sin alteración. El producto presentará un aspecto blanco o metálico uniforme cuando sea aplicado uniformemente a una superficie de hormigón nuevo en la dosificación especificada.

#### 11.4.3 Control de calidad

##### Control de suministros

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).

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, y 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 pigmentado no deberá reaccionar perjudicialmente con el hormigón; en particular, con el agua y los iones de calcio. 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. La composición e ingredientes de los productos deberán cumplir con las limitaciones exigidas en el PG-3 en vigor.

#### Criterios de aceptación y rechazo

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 ( $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ ), cincuenta y cinco más menos cinco por ciento ( $55\% \pm 5\%$ ) 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.

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.

No se utilizará ningún tipo de productos filmógenos de curado sin la aprobación previa y expresa del Director de las obras.

#### 11.4.4 Criterio de medición y abono

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

### 11.5 Poliestireno expandido

#### 11.5.1 Definición

El poliestireno expandido empleado en planchas, para la realización de juntas, cumplirá las siguientes condiciones: Las planchas no deberán deformarse ni romperse por el manejo ordinario a la intemperie, ni volverse quebradizas en tiempo frío, rechazándose las que aparezcan deterioradas. Las dimensiones de las planchas se ajustarán a las que figuran en los Planos, admitiéndose las tolerancias siguientes en más y en menos: dos milímetros ( $\pm 2$  mm) en el espesor, tres milímetros ( $\pm 3$  mm) en altura y seis milímetros ( $\pm 6$  mm) en la longitud.

#### 11.5.2 Condiciones generales

Deberá cumplir las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 13163:2009 "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación".

#### 11.5.3 Control de calidad

##### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso el incumplimiento de lo especificado sobre este material, dará lugar al rechazo del material y de la obra con al ejecutada.

#### 11.5.4 Criterio de medición y abono

La medición y abono de este material se hará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

#### 11.5.5 Normas de referencia

UNE-EN 13163:2009      Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

### 11.6 Morteros para albañilería

#### 11.6.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación las siguientes normas:

UNE-EN 998-1:2010 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: morteros para revoco y enlucido.

UNE-EN 998-2:2012 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: morteros para albañilería.

#### 11.6.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

#### 11.6.3 Control de calidad

##### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en las Normas UNE que a continuación se relacionan:

UNE-EN 1015-1:1999      Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 1: determinación de la distribución granulométrica (por tamizado).

UNE-EN 1015-1:1999/A1:2007      Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 1: determinación de la distribución granulométrica (por tamizado).

UNE-EN 1015-2:1999      Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 2: toma de muestra total de morteros y preparación de los morteros para ensayo.

UNE-EN 1015-2:1999/A1:2007      Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 2: toma de muestra total de morteros y preparación de los morteros para ensayo.

UNE-EN 1015-3:2000      Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).

UNE-EN 1015-3:2000/A1:2005	Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).
UNE-EN 1015-3:2000/A2:2007	Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).
UNE-EN 1015-4:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 4: determinación de la consistencia del mortero fresco (por penetración del pistón).
UNE-EN 1015-6:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 6: determinación de la densidad aparente del mortero fresco.
UNE-EN 1015-6:1999/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 6: determinación de la densidad aparente del mortero fresco.
UNE-EN 1015-7:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 7: determinación del contenido en aire en el mortero fresco.
UNE-EN 1015-9:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 9: determinación del periodo de trabajabilidad y del tiempo abierto del mortero fresco.
UNE-EN 1015-9:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 9: determinación del periodo de trabajabilidad y del tiempo abierto del mortero fresco.
UNE-EN 1015-10:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-10:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-11:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-11:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-12:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 12: determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros de revoco y enlucido, endurecidos aplicados sobre soportes.
UNE-EN 1015-17:2001	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 17: determinación del contenido en cloruros solubles en agua de los morteros frescos.
UNE-EN 1015-17:2001/A1:2005	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 17: determinación del contenido en cloruros solubles en agua de los morteros frescos.

UNE-EN 1015-18:2003	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 18: determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-19:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-19:1999 ERRATUM	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-19:1999/A1:2005	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-21:2003	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 21: determinación de la compatibilidad de los morteros de revoco monocapa con los soportes.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 11.6.4 Criterio de medición y abono

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

#### 11.6.5 Normas de referencia

UNE-EN 998-1:2010	Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: morteros para revoco y enlucido.
UNE-EN 998-2:2012	Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: morteros para albañilería.
UNE-EN 1015-1:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 1: determinación de la distribución granulométrica (por tamizado).
UNE-EN 1015-1:1999/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 1: determinación de la distribución granulométrica (por tamizado).
UNE-EN 1015-2:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 2: toma de muestra total de morteros y preparación de los morteros para ensayo.
UNE-EN 1015-2:1999/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 2: toma de muestra total de morteros y preparación de los morteros para ensayo.
UNE-EN 1015-3:2000	Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de

	sacudidas).
UNE-EN 1015-3:2000/A1:2005	Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).
UNE-EN 1015-3:2000/A2:2007	Métodos de ensayo para morteros de albañilería. Parte 3: determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).
UNE-EN 1015-4:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 4: determinación de la consistencia del mortero fresco (por penetración del pistón).
UNE-EN 1015-6:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 6: determinación de la densidad aparente del mortero fresco.
UNE-EN 1015-6:1999/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 6: determinación de la densidad aparente del mortero fresco.
UNE-EN 1015-7:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 7: determinación del contenido en aire en el mortero fresco.
UNE-EN 1015-9:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 9: determinación del periodo de trabajabilidad y del tiempo abierto del mortero fresco.
UNE-EN 1015-9:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 9: determinación del periodo de trabajabilidad y del tiempo abierto del mortero fresco.
UNE-EN 1015-10:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-10:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-11:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-11:2000/A1:2007	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-12:2000	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 12: determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros de revoco y enlucido, endurecidos aplicados sobre soportes.
UNE-EN 1015-17:2001	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 17: determinación del contenido en cloruros solubles en agua de los morteros frescos.
UNE-EN 1015-17:2001/A1:2005	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 17: determinación del contenido en cloruros solubles en agua de los morteros frescos.
UNE-EN 1015-18:2003	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 18:

	determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.
UNE-EN 1015-19:1999	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-19:1999 ERRATUM	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-19:1999/A1:2005	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 19: determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
UNE-EN 1015-21:2003	Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 21: determinación de la compatibilidad de los morteros de revoco monocapa con los soportes.

## 11.7 Lechadas de cemento

### 11.7.1 Definición

Para su definición, clasificación, fijación de características, suministro e identificación, control, y métodos de ensayo, será de aplicación la siguiente norma:

UNE-EN 447:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.

### 11.7.2 Condiciones generales

Será de aplicación todo lo dispuesto en las normas anteriormente referenciadas.

### 11.7.3 Control de calidad

#### Control de suministros

El control y los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con los ensayos especificados en la Norma UNE que a continuación se relaciona:

UNE-EN 445:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.

#### Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones incluidas en las Normas UNE citadas, y que afecten al producto, dará lugar al rechazo del material y de la obra con él ejecutada.

#### 11.7.4 Criterio de medición y abono

Las lechadas se medirán y abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente inyectados.

#### 11.7.5 Normas de referencia

UNE-EN 447:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.

UNE-EN 445:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.

### 11.8 Productos de resina epoxi

#### 11.8.1 Definición

Las formulaciones epoxi se presentan en forma de dos componentes básicos: 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 de dicha formulación o abaratarla.

#### 11.8.2 Condiciones generales

##### ***Tipo de formulación***

En cada caso, se estudiará una formulación adecuada a las temperaturas que se prevean, tanto la ambiente como la de superficie en que se realiza la aplicación.

El tipo de formulación a utilizar deberá ser aprobado previamente por el Director de las obras, y sus características deberán ser garantizadas por el fabricante.

En las utilidades en las que el espesor de la capa de resina aplicada sea superior a tres milímetros (3mm), se utilizarán resinas con módulos de elasticidad relativamente bajos. Para la inyección de grietas y fisuras, el tipo de formulación a utilizar será función de la abertura de la grieta y de su estado activo o estacionario. Las grietas se inyectarán con resina de curado rápido.

##### ***Áridos para formulaciones "con carga" o morteros de epoxi***

Los áridos deberán estar secos y limpios, y a la temperatura conveniente dentro del margen permitido para cada formulación. El tamaño máximo del árido no excederá de un tercio (1/3) de la profundidad media del hueco a rellenar, ni contendrá partículas que pasen por el tamiz 0,16 UNE. En hormigones no se utilizarán áridos de tamaño superior a veinticinco milímetros (25mm).

##### ***Dosificación de morteros de resina epoxi***

Salvo que el PPTP o el Director de las obras indiquen otra cosa, la proporción en peso árido/resina estará comprendida para morteros entre tres (3) y siete (7), y para hormigones entre (3) y doce (12).

La proporción podrá variar según la viscosidad de la resina, la temperatura y restantes condiciones en que se realice la mezcla.

La mezcla deberá realizarse manual o mecánicamente. Primeramente se mezclan los componentes de la resina, y a continuación se añadirá gradualmente el árido fino, en caso de morteros, o el árido fino, y a continuación el grueso, en caso de hormigones.

### 11.8.3 Condiciones de ejecución

#### a) Preparación y limpieza de superficies

Antes de proceder a la aplicación de la formulación sobre una superficie deberán eliminarse:

- la lechada superficial, de aproximadamente un milímetro (1mm) de espesor, formada durante el vibrado de hormigón;
- cualquier tipo de grasa o suciedad que pueda hacer en el momento de la aplicación el papel de un agente de desmoldeo; se incluyen aquí los agentes de curado, que son frecuentemente ácidos grasos o materiales resinosos;
- los residuos de sales fundentes utilizadas en tratamientos invernales.

En las zonas en que sea muy acentuada la presencia de alguno de los contaminantes anteriormente descritos se realizará una limpieza previa, para lo que se utilizarán preferentemente medios mecánicos. Cuando esto no sea posible, y previa autorización del Director, podrán usarse detergentes no iónicos y, en último caso, disolventes clorados o naftas de bajo punto de ebullición, tomándose las medidas de seguridad oportunas.

La limpieza definitiva se realizará mediante uno de los procedimientos que se enumeran a continuación en orden de efectividad: chorro de arena, abrasión profunda o corte, escarificación mecánica y ataque por solución ácida.

En cualquiera de los tres procedimientos mecánicos indicados, el polvo desprendido debe ser totalmente eliminado, para lograr una perfecta adherencia, lo que se hará mediante un lavado cuidadoso con chorro de agua seguido de un secado por chorro de aire a presión, o mediante succión por vacío.

En los casos en que no pueda utilizarse ningún medio mecánico, se tratarán los sustratos mediante una solución ácida. La aplicación deberá ser hecha por personal especializado en su uso y bajo un control muy riguroso por parte del Director. La solución ácida se aplicará por igual a toda la superficie a tratar, debiéndose eliminar, mediante chorro de agua a presión, el residuo final. Siempre que exista sospecha de persistencia de una acidez residual, lo que se comprobará con un trozo de papel tornasol húmedo colocado sobre la superficie del hormigón, se efectuará un lavado con una solución diluida de amoníaco en agua, seguido de un nuevo tratamiento con chorro de agua a presión.

Los elementos metálicos que van a unirse a hormigones se tratarán superficialmente mediante aplicación de chorro de arena si se trata de eliminar el óxido, o mediante disolventes que no contengan ión cloro si se trata de grasa. Las superficies se tratarán inmediatamente antes de la aplicación de la resina, para evitar una nueva oxidación.

Las superficies de aluminio deberán someterse a un tratamiento adicional, para aumentar su mojabilidad, mediante solución de ácido sulfúrico y dicromato de sodio.

#### b) Almacenaje y preparación

Los componentes de la formulación deberán almacenarse a la temperatura indicada por el fabricante, al menos doce horas (12 h.) antes de su uso.

La mezcla se realizará mecánicamente, excepto para cantidades inferiores a un litro (1l.). El endurecedor se añadirá gradualmente a la resina durante el mezclado.

Antes de proceder a la mezcla de los componentes, deberá conocerse exactamente el período de fluidez o "pot-life", de la mezcla, período durante el cual puede utilizarse una formulación, no debiendo mezclarse

cantidades cuya aplicación requiera un intervalo de tiempo superior a dicho período. En general no se mezclarán cantidades cuya aplicación dure más de una hora (1 h.), ni cuyo volumen sea superior a seis litros (6l.). No se apurarán excesivamente los envases que contienen la formulación, para evitar el empleo de resina o endurecedor mal mezclados que se encuentren en las paredes de los mismos.

### **c) Aplicación**

Antes de proceder a la aplicación de la formulación epoxi, se requerirá la aprobación del Director.

La formulación será la adecuada a la temperatura, tanto del ambiente como de la superficie en que se realiza la aplicación. Si las temperaturas reales difieren de las previstas, se dispondrán de medios necesarios para conseguir estas temperaturas o se detendrá la ejecución de la obra.

En el caso de aplicación sobre superficies, se efectuará mediante cepillo, brocha de pelo corto, espátula de acero o goma o pistola de extrusionado. Se cuidará que la resina moje totalmente los sustratos. Si la formulación contiene gran proporción de filler y es, por tanto, muy viscosa, se realizará una imprimación previa mediante la misma formulación sin filler, para conseguir un mojado perfecto de las superficies.

En el caso de inyección de grietas y fisuras no se aplicarán presiones superiores a siete (7) decanewton por centímetro cuadrado (0,7 MPa), a fin de evitar daños en la estructura, salvo que el Director autorice presiones superiores.

Las grietas deberán sellarse externamente antes de la inyección, y, en el caso de que traspase al otro lado, se sellarán ambos lados. Periódicamente, y con espaciamentos del orden de una vez y media la profundidad de la grieta, se deberán dejar unas aberturas en la superficie de sellado para permitir a través de ellas la inyección. Los tamaños de estas aberturas serán los impuestos por el tipo de equipo a utilizar.

La inyección deberá comenzar por la abertura más baja, manteniéndose hasta que aparezca la resina por la inmediata superior, pasando a inyectar en ese momento desde asta. En el caso de que la cantidad de resina inyectada, sin aparecer por la abertura siguiente, sea considerada anormal, se detendrá la inyección estudiando las causas y comprobando el estado general de la zona inyectada.

#### **11.8.4 Control de calidad**

##### **Criterios de aceptación o rechazo**

Mediante inspecciones a obra se identificará el tipo y marca de la resina empleada y su almacenaje. Así mismo se comprobará que los procesos de dosificación, fabricación, preparación y limpieza de las superficies de aplicación se realizan de acuerdo con lo especificado.

El Director de obra podrá ordenar la realización de ensayos de laboratorio, sobre muestras de componentes, resina, áridos y mortero, a efectos de comprobar las características que se especifiquen en el PPTP o las garantizadas por el fabricante.

Los criterios de aceptación o rechazo serán fijados en el PPTP, pero, en cualquier caso, el incumplimiento de lo especificado sobre estos materiales o su ejecución, dará lugar al rechazo del material o de la obra ejecutada.

#### **11.8.5 Criterio de medición y abono**

Salvo que están incluidos en el precio de otra unidad, los morteros y hormigones epoxi se abonarán por litros (l) realmente colocados en obra.

### 11.8.6 Normas de referencia

- Normativa tamiz UNE

## **PARTE 3 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS UNIDADES DE OBRA**

### **1 ESTUDIO, TRATAMIENTO Y RECALCE DEL TERRENO**

#### **1.1 Estudios Geotécnicos**

##### **1.1.1 Definición**

El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de éste u otras obras.

Las características del terreno de apoyo se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el estudio geotécnico.

El reconocimiento del terreno, que se fijará en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance, dependerá de la información previa del plan de actuación urbanística, de la extensión del área a reconocer, de la complejidad del terreno y de la importancia de la edificación prevista. Salvo justificación el reconocimiento no podrá ser inferior al establecido en el CTE (SE-C 3.2).

Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

Dado que las conclusiones del estudio geotécnico pueden afectar al proyecto en cuanto a la concepción estructural del edificio, tipo y cota de los cimientos, se debe acometer en la fase inicial de proyecto y en cualquier caso antes de que la estructura esté totalmente dimensionada.

La autoría del estudio geotécnico corresponderá al proyectista, a otro técnico competente o, en su caso, al Director de Obra y contará con el preceptivo visado colegial.

##### **1.1.2 Materiales**

No es de aplicación.

##### **1.1.3 Condiciones generales**

La realización de cualquier estudio o proyecto de obra, deberá ir precedida de una Investigación Geotécnica específica, adaptada a las condiciones de cada caso concreto.

Todos los estudios, reconocimientos de campo, ensayos de laboratorio, análisis de la información, etc., deberán quedar recogidos en un único documento, que constituirá el Informe Geotécnico que ha de servir de base a los trabajos posteriores.

El alcance del Informe Geotécnico vendrá condicionado por la finalidad del trabajo en el que va a ser utilizado, pudiendo establecerse la siguiente clasificación:

#### **a) Elección de emplazamiento**

Valoración comparativa de diversos emplazamientos viables o selección de las zonas más adecuadas dentro de un mismo emplazamiento.

#### **b) Viabilidad**

Obtención de la información necesaria para verificar si las condiciones de un emplazamiento son adecuadas a las obras previstas.

#### **c) Proyecto de construcción**

Establecimiento de las condiciones del terreno (estratigrafía, parámetros geotécnicos, niveles piezométricos, etc.) que permitan una definición precisa de las obras, incluyendo aquellas que tengan un carácter temporal.

#### **d) Construcción**

Estudio complementario de aspectos específicos que permitan adoptar los procedimientos constructivos más adecuados, prever los problemas que puedan aparecer durante la construcción como consecuencia de las características geotécnicas del terreno, estudio de posibles procedencias alternativas de materiales, elección de las zonas para instalaciones o acopios, etc.

#### **e) Impacto de las obras**

Estudio de las modificaciones que pueden aparecer en el terreno, bien de modo natural o como consecuencia de las propias obras, y que pueden afectar tanto a estas nuevas obras como a otras preexistentes o futuras y, de modo general, al área circundante a la zona objeto de estudio.

#### **f) Otros objetivos**

Tales como estudios de las condiciones de seguridad de estructuras preexistentes, investigación de incidentes, etc.

La finalidad del Informe Geotécnico debe figurar de modo explícito en su texto haciendo mención al tipo de obras o estructuras para las que se ha previsto que sea utilizada la información. Su utilización posterior para una finalidad distinta deberá ser justificada de modo expreso.

La investigación se desarrollará en sucesivas etapas que pueden resumirse del modo siguiente:

##### **1) Estudio preliminar**

Comprende los trabajos previos de recopilación y análisis de la información preexistente. En general, esta fase será desarrollada en oficina, si bien incluirá visitas de inspección al emplazamiento con toma de datos y realización de trabajos sencillos de reconocimiento.

##### **2) Reconocimiento**

Incluye esta etapa todos los trabajos de reconocimiento de campo posteriores al estudio preliminar, así como los ensayos de laboratorio correspondientes.

##### **3) Informe geotécnico**

El informe debe incluir un resumen de la información previa, la descripción y análisis de los reconocimientos realizados, la identificación de los materiales que existen en el subsuelo y la determinación de los parámetros geotécnicos necesarios para los trabajos que hayan sido objeto del estudio.

El contenido de cualquier avance del Informe Geotécnico deberá quedar integrado en la edición final de dicho Informe, de manera que éste quede completo y sirva como referencia única en el desarrollo del trabajo al que se destina.

#### 1.1.4 Condiciones de ejecución

El Estudio Preliminar deberá cubrir tres aspectos fundamentales:

- I) recopilación y análisis de la información preexistente;
- II) determinación preliminar de la estratigrafía y características geotécnicas de los materiales, así como de cualquier otro condicionante, de modo que pueda iniciarse el desarrollo de los primeros aspectos del trabajo a que se destina la Investigación: estudio de soluciones, comparación de alternativas, predimensionamiento, etc.;
- III) establecimiento y programación de los reconocimientos (trabajos de campo y ensayos de laboratorio) que se consideren necesarios para completar la Investigación Geotécnica.

Las posibles fuentes de información preexistente pueden agruparse del modo siguiente:

##### a) Información publicada

- 1) Normativa aplicable.
- 2) Documentación geológica y geotécnica de carácter general, publicada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España (I.T.G.E.). En particular, se recomienda la consulta de:
  - Mapa Geológico E:1/200 000
  - Mapa Geológico E:1/50 000
  - Mapa Geotécnico E:1/200 000
- 3) Mapa de rocas industriales E:1/200 000.
- 4) Fotografías aéreas donde sea aplicable.
- 5) Mapas antiguos (en el caso que puedan localizarse).
- 6) Estudios y/o artículos publicados relativos a proyectos y obras en la zona próxima a la que es objeto de la Investigación Geotécnica.

##### b) Información no publicada

- 1) Investigación sobre la experiencia local en relación con aspectos geotécnicos.
- 2) Reconocimientos y estudios geotécnicos correspondientes a proyectos y obras próximas.
- 3) Información sobre la utilización pasada y presente del suelo (al objeto de localizar posibles cimentaciones u obras enterradas, zonas de dragado o relleno, etc.).
- 4) Fuentes de suministro de materiales de construcción.
- 5) Información diversa que pueda condicionar desde un punto de vista geotécnico: estructuras, excavaciones anteriormente realizadas, construcciones antiguas, etc.

##### c) Inspección del emplazamiento y reconocimiento previo

Toda esta información debe complementarse con:

- 1) visitas de inspección al emplazamiento;

- 2) confirmación de la cartografía geológico-geotécnica y su adaptación a una escala que proporcione el detalle suficiente para los sucesivos trabajos;
- 3) realización de algunos reconocimientos sencillos (calicatas, penetrómetros, geofísica, ensayos de identificación, etc.) y de los sondeos necesarios para conocer la estructura básica del subsuelo, si ésta no fuese conocida;
- 4) contraste general de la restante documentación obtenida;
- 5) marco geológico y evolución de la geomorfología del emplazamiento;
- 6) perfiles geotécnicos y/o columnas-tipo del terreno;
- 7) identificación de los materiales;

Esta identificación deberá ir completada por aquellas observaciones que puedan resultar de interés para una mejor comprensión de la estructura del terreno: edad geológica, origen de los materiales (aluvial, piedemonte, coluvión, formación eólica, etc.), coloración, etc.

- 8) asignación de las características básicas (densidad, resistencia al corte, módulos de deformación y permeabilidad) que puedan emplearse en las estimaciones previas;
- 9) posición del nivel piezométrico;
- 10) Cualquier otro aspecto singular que pueda condicionar el proyecto, desde el punto de vista geotécnico.

El informe geotécnico Preliminar, basado en la información previa, debe concluir con la identificación de los aspectos importantes que son desconocidos y que han de ser objeto de nuevos reconocimientos. A tal fin se debe disponer de una descripción lo más exacta posible de las obras a realizar.

#### • **Prospección**

La prospección del terreno podrá llevarse a cabo mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración o métodos geofísicos. En el anejo C se describen las principales técnicas de prospección así como su aplicabilidad, que se llevarán a cabo de acuerdo con el Real Decreto 1627(1997, de 24 de octubre. por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En los reconocimientos de los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con otras técnicas de reconocimiento como podrían ser calicatas. En otros casos, en el reconocimiento se podrán utilizar las pruebas de penetración para la identificación de unidades geotécnicas, que deben contrastarse mediante sondeos mecánicos.

En el marco del presente DB no se pueden utilizar exclusivamente métodos geofísicos para caracterizar el terreno, debiendo siempre contrastarse sus resultados con los sondeos mecánicos.

En general, se podrán aplicar las técnicas geofísicas para la caracterización geotécnica y geológica, con el objeto de complementar datos, mejorar su correlación, acometer el estudio de grandes superficies y determinar los cambios laterales de facies, no siendo aconsejable en cascos urbanos consolidados.

#### • **Ensayos de campo**

Son ensayos que se ejecutan directamente sobre el terreno natural y que proporcionan datos que pueden correlacionarse con la resistencia, deformabilidad y permeabilidad de una unidad geotécnica a una determinada profundidad. Se distinguen, como más usuales los siguientes:

- a) en sondeo: ensayo de penetración estándar (SPT). ensayo de molinete (Vane Test). ensayo

presiométrico (PMT), ensayo Lefranc, ensayo Lugeon;

- b) en superficie o en pozo: ensayo de carga con placa;
- c) en pozo: ensayo de bombeo.

En el caso de suelos con un porcentaje apreciable de grava gruesa: cantos y bolos y cuando la importancia del edificio lo justifique, se pueden contrastar los valores de resistencia SPT con los valores de velocidad de transmisión de las ondas S obtenidas mediante ensayos de tipo 'cross-hole' o 'down-hole'.

En el SE-C apartado 4.2.3.1 del CTE 4ª parte se proporcionan algunas de las correlaciones más frecuentemente utilizadas entre las pruebas continuas de penetración estáticas y el ensayo SPT.

La descripción y condiciones de utilización de estos ensayos se indican en la tabla D.7. (Anejo D del SE-C)

- **Caracterización de macizos rocosos**

A los efectos de este DB, un macizo rocoso se caracteriza por la resistencia de la roca matriz, que debe matizarse con otras propiedades de su discontinuidad, como son: apertura, rugosidad, tipo de relleno, espaciamiento, índice de fracturación, persistencia, clase ROD, o presencia de agua. Dichos parámetros podrán utilizarse para determinar otros índices, tales como el RMR, indicativos del comportamiento global del macizo rocoso. En las tablas D.9 a D.17 (Anejo D del SE-C) se indican criterios para esta caracterización.

- **Reconocimientos geofísicos**

Según especificaciones del CTE, anejo C4.

Los métodos geofísicos tienen su campo de aplicación más idóneo cuando es necesario investigar, de un modo más rápido y económico, áreas extensas o alineaciones de gran longitud.

Los trabajos de campo e interpretación de las medidas deben ser efectuados por personal muy cualificado, previo estudio detallado de la información del terreno que se haya podido obtener por otros procedimientos.

En todo caso, los reconocimientos geofísicos deberán ser complementados con la realización de sondeos mecánicos o penetraciones dinámicas que permitan confirmar, en puntos estratégicamente dispuestos, la estratigrafía y características del terreno deducidas de la interpretación de la geofísica.

Los reconocimientos geofísicos pueden utilizarse como herramienta para interpolar información entre puntos reconocidos detalladamente mediante sondeos mecánicos. En ese sentido es conveniente realizar los reconocimientos geofísicos siguiendo las alineaciones utilizadas para implantar los sondeos.

- **Sondeos mecánicos**

Según especificaciones del CTE, anejo C2.

El reconocimiento geotécnico mediante sondeos es, en términos generales, el método más directo para conocer el terreno en profundidad ya que permite la recuperación de testigos, la toma de muestras, para ensayos de laboratorio, la realización de ensayos «in situ» y la instalación de equipos de observación tales como piezómetros, inclinómetros, tubos de asiento, etc. Los sondeos deben realizarse en puntos seleccionados donde mayor interés tenga la información que se puede obtener y, además, aprovechar

su ejecución para obtener de ellos la máxima información. Atendiendo a este último aspecto se recomienda especificar, para la realización de sondeos, la obtención de la información mínima siguiente:

- fechas de realización y datos de identificación del sondeo y del sondista que lo realizó;
- coordenadas y cota de boca;
- parte del sondeo donde figuren el equipo empleado, el procedimiento y los ritmos de avance, las profundidades donde se han tomado muestras o realizado ensayos, los tramos entubados y tipo y tamaño de entubación, así como cualquier incidencia de interés, tales como la pérdida del caudal de agua de perforación, niveles de agua, caídas o desprendimientos de la pared del sondeo, etc. A estos efectos se indica que existen equipos de sondeo con registro automático de algunos de estos parámetros, cuya utilización es recomendable;
- en el parte igualmente figurará claramente la designación del sondeo, longitud, orientación y buzamiento, fecha y hora de comienzo y final de la perforación y nombre del operario;
- caja portatestigos suficientemente robusta y debidamente ilustrada donde, además de identificarse el sondeo correspondiente, se marquen con números claramente visibles, las profundidades inicial y final del testigo de cada maniobra;
- fotografías a color de las cajas de testigos hechas de frente de manera que se aprecien bien los detalles del terreno de caja en caja. En ocasiones puede ser conveniente la realización de fotografías de detalle de ciertos testigos aislados;
- columna litológica, realizada por un titulado superior experto en geotécnica en la que, con ayuda gráfica, se recoja la descripción del terreno en cada nivel, los parámetros de avance del sondeo, la ubicación de muestras y ensayos, la situación del nivel freático en el sondeo y el porcentaje de testigo recuperado<sup>1</sup>. Dependiendo del tipo de terreno y de reconocimiento realizado, podrá especificarse el incluir en estas columnas litológicas otros detalles de interés particular;
- las formas de realizar los sondeos mecánicos son:

#### Formas de realizar los sondeos mecánicos

Tipo	Descripción	Campo de Aplicación
<b>HINCA DE TUBOS</b>	Avance de una tubería hincada por percusión o por vibración y extracción de detritus con una pequeña cuchara.	Suelos de consistencia blanda y media. Permite ejecución de ensayos en el sondeo y toma de muestras inalteradas.
<b>ROTACIÓN CON CORONA CIEGA</b>	Avance a rotación o rotopercusión con martillo en cabeza o en fondo.	Suelos duros y rocas. No permite la toma de muestras. Se puede utilizar para avanzar la perforación entre dos puntos donde interesa tomar muestras con otro procedimiento.
<b>ROTACIÓN CON</b>	Avance a rotación con corona	Suelos firmes y rocas. Permite tomar

<sup>1</sup> En el caso de rocas se sugiere la utilización del parámetro RQD (Rock Quality Designation) que mide, para cada metro de avance de la perforación, el porcentaje de la longitud de testigo que resulta en fragmentos de más de 10 cm de longitud individual.

Tipo	Descripción	Campo de Aplicación
<b>BATERÍA PORTATESTIGOS</b>	hueca.	muestras y recuperación continua del testigo de la perforación.
<b>BARRENA HELICOIDAL</b>	Avance a rotación a destroza	Suelos sedimentarios. Granos no cementados. Permite toma de muestras con otro procedimiento.

El diámetro mínimo usual de los sondeos mecánicos es de 76 mm (3") exterior de manera que en su interior se puedan realizar ensayos SPT, cuya cuchara tiene un diámetro de 51 mm (2").

En el caso en que las paredes del sondeo resulten inestables se debe disponer un revestimiento y perforar con diámetros ligeramente mayores aunque decrecientes en profundidad (revestimiento telescópico).

#### a) Disposición de sondeos

Los factores que más influyen a la hora de decidir el número de sondeos a realizar y su ubicación son:

- conocimiento previo del terreno puesto de manifiesto en el informe geotécnico preliminar;
- características del emplazamiento según sean o no favorables y según sean más o menos homogéneas. Se entiende, en este caso, como condiciones favorables aquellas situaciones en que los posibles problemas geotécnicos que puedan plantearse son comunes, han sido bien resueltos en ocasiones previas y se tiene amplia experiencia relativa al comportamiento de las soluciones previstas;
- tipo de obra a realizar, según sean su tipología y asunto al que se destina el reconocimiento.

El estudio preliminar debe haber analizado previamente la situación correspondiente y haber identificado los objetivos de los reconocimientos de manera que el número de sondeos y su situación estén ya bastante condicionados por la geometría prevista de las obras a realizar y por la información preexistente.

Para las situaciones de terreno poco homogéneas no se dan recomendaciones específicas sobre el número de sondeos de reconocimiento. El número adicional de sondeos dependerá de que sea la singularidad que resta homogeneidad al terreno (fallas de gran amplitud en superficie, zonas de alteración irregulares, cauces próximos, cavidades de carstificación, depósitos de suelos erráticos y cuyas propiedades influyen notablemente en el proyecto, etc.). En términos generales, si al realizar un determinado sondeo se encuentra un terreno sensiblemente diferente del que se podría suponer por interpolación entre sondeos próximos, de manera que tales diferencias pudieran inducir cambios inaceptables en las obras proyectadas, entonces debe concluirse que el reconocimiento mediante sondeos es aún escaso. En obras de importancia puede ser recomendable llegar hasta espaciamientos de sondeos inferiores a 5 m si las condiciones son, además de no homogéneas, desfavorables.

Cuando el grado de conocimiento necesario del terreno llegue a ser tal que requiera espaciamientos tan pequeños como el último indicado, se debe reconsiderar la tipología de la solución proyectada de manera que sea menos sensible a las variaciones locales de la naturaleza del terreno.

##### 1) Obras de gran extensión

En general los sondeos se dispondrán a lo largo de alineaciones de manera que después sea más sencillo realizar perfiles geotécnicos según las direcciones de más interés.

Como planificación general se recomienda establecer sondeos en una malla aproximadamente cuadrada en planta. Si la información preliminar indica que la variación de características del terreno es más pronunciada en una determinada dirección (perpendicular a la costa, por ejemplo) y más suave en otra sensiblemente ortogonal, la malla de sondeos más adecuada sería rectangular haciendo los sondeos más próximos entre sí en el sentido de la máxima variación y más separados en la dirección ortogonal.

En cualquier caso se realizarán al menos tres sondeos no alineados en planta.

Además de estos sondeos destinados al conocimiento geotécnico general de áreas de gran extensión, serán necesarios otros sondeos específicos para obtener información concreta de las condiciones del subsuelo en cada parte de la obra.

## **2) Taludes de excavación o relleno**

Antes de realizar los sondeos se debe decidir la situación de los perfiles de análisis en la dirección de los posibles deslizamientos. Estos perfiles estarán emplazados según sean las condiciones más o menos desfavorables y la obra de mayor o menor responsabilidad.

El número de sondeos que se define inicialmente en una campaña de reconocimiento debe ser confirmado, ampliado o reducido si, a medida que se conoce el terreno éste resulta más o menos homogéneo o favorable respecto a la estimación previa.

El número de sondeos puede reducirse si, a cambio, existe una campaña amplia de ensayos de penetración de acuerdo con el CTE; apartado 3 del documento SE-C.

## **b) Profundidad de los reconocimientos**

Los factores que más influyen en la profundidad conveniente de los sondeos son:

- tipo de problema a analizar;
- configuración del subsuelo;
- intensidad de la carga aplicada.

De modo general, los reconocimientos deben tener una profundidad suficiente para reconocer todos los niveles cuyo comportamiento pueda tener una influencia significativa en el comportamiento de la obra, ya sea en relación a la capacidad portante o asientos de cimentaciones y/o rellenos, como respecto a problemas de filtraciones o de estabilidad de taludes de excavación o relleno.

En el caso de que los sondeos alcancen el sustrato rocoso, deberán penetrar en el mismo un mínimo de 2m en roca sana en aquellos casos en los que, a través de información previa, es conocida la naturaleza de la roca y ésta se encuentra poco alterada.

Si la roca presenta un grado de alteración importante o no existe información previa precisa sobre su naturaleza o aparecen niveles cementados (areniscosos, conglomeráticos, etc.) intercalados con otros con un bajo grado de cementación, los sondeos deberán penetrar en el sustrato al menos 6 m en roca.

### **1) Cimentaciones superficiales**

La profundidad de reconocimiento estará de acuerdo con las tablas 3.3 y 3.4 del CTE

### **2) Cimentaciones profundas**

La profundidad de reconocimiento necesaria para estudiar una cimentación profunda ha de estimarse tras considerar tres problemas típicos, el hundimiento individual del pilote, el hundimiento en grupo de varios pilotes y el asiento de la cimentación.

Para obtener el primer aspecto se recomienda profundizar el reconocimiento hasta 10 veces el diámetro del pilote bajo el nivel previsto de su punta si el pilote está pensado para que trabaje fundamentalmente por punta, y 5 veces el diámetro si el trabajo es fundamentalmente por fuste. Esto es, la profundidad de reconocimiento mínima bajo la superficie de los encepados de los pilotes será:

$$Z_{\min} = L + 10 \phi \quad \text{pilotes por punta}$$

ó

$$Z_{\min} = L + 5 \phi \quad \text{pilotes por fuste}$$

Siendo L y  $\phi$  la longitud y el diámetro del pilote.

Para cubrir el aspecto del hundimiento de algún grupo de pilotes se recomiendan las siguientes profundidades de sondeo bajo el nivel de su encepado.

$$Z_{\min} = L + 1,5B \quad \text{pilotes por punta}$$

ó

$$Z_{\min} = \frac{5}{3}L + 1,5B \quad \text{pilotes por fuste}$$

donde L es la longitud del pilote y B el ancho del grupo.

Para cubrir el aspecto del posible problema de asientos se utilizarán los criterios mencionados para las cimentaciones superficiales suponiendo que el plano de cimentación equivalente está al nivel de las puntas si los pilotes trabajan fundamentalmente por punta y a 1/3 de la longitud del pilote sobre el plano de las puntas si trabajan fundamentalmente por fuste.

### 3) Estabilidad de taludes de excavación o relleno

Para definir la profundidad de los sondeos encaminados a estudiar problemas de estabilidad de taludes de excavación o relleno será preciso estimar antes la máxima profundidad de los deslizamientos potenciales.

La profundidad de los reconocimientos debe ser tal que se alcance el nivel estimado del deslizamiento más profundo.

Si a la profundidad indicada del reconocimiento existen zonas blandas de arcillas o limos normalmente consolidados o suelos orgánicos, se profundizará el reconocimiento hasta atravesarlas completamente.

Se recomienda que alguno o algunos de los sondeos de reconocimiento sean claramente más profundos para confirmar la hipótesis que se haga relativa a la estructura general del terreno.

- **Pozos, calicatas y zanjas**

Según especificaciones del CTE, anejo C1.

La forma más rápida, directa y económica de reconocer la zona más superficial del terreno es la excavación a cielo abierto de zanjas o calicatas. Para profundidades mayores pueden realizarse pozos que, sólo en casos especiales, pueden ofrecer alguna ventaja sobre los sondeos.

Estas excavaciones están especialmente indicadas en la prospección de préstamos de materiales en los que hayan de hacerse ensayos de compactación, ya que tales ensayos requieren muestras voluminosas difíciles de obtener por otros procedimientos.

Es posible tomar muestras inalteradas en el fondo y paredes de estas excavaciones, aunque se recomienda que, en el documento que se redacte para planificar el reconocimiento geotécnico y que ha de servir de guía a estos trabajos, se prohíba expresamente la toma de muestras manual, con personal trabajando a más de un metro de profundidad, salvo que la excavación esté debidamente entibada; los accidentes en este tipo de prospecciones son frecuentes y peligrosos.

Para documentar la ejecución de estas excavaciones se recomienda dibujar un croquis en planta reflejando su situación e indicando sus coordenadas, hacer una descripción de los materiales excavados y de los que aparecen el fondo de la excavación con la ayuda de dibujos y fotografías adecuados, señalar la situación del nivel freático y anotar la relación de muestras tomadas y ensayos «in situ» que se hayan podido realizar.

- **Ensayos «in situ»**

En términos generales se recomienda determinar el mayor número de parámetros geotécnicos mediante ensayos «in situ» especialmente los relativos a la resistencia al corte, la compresibilidad y la permeabilidad. Los ensayos de laboratorio, permitirán después ampliar esas características a rangos de presiones y ambientes diferentes a los de los ensayos «in situ» y que pudieran ser de interés dentro de los objetivos del reconocimiento.

- a) Ensayo de penetración estandard, SPT**

El ensayo se realiza dentro de un sondeo cuyas paredes o son estables o están soportadas por un revestimiento adecuado. Una vez alcanzada la profundidad donde ha de realizarse el ensayo y estando el fondo limpio de los detritus del sondeo, se procede ahincar, en el fondo, una tubería hueca con la punta biselada (cuchara SPT) de diámetro exterior igual a 51mm (2"9 y de diámetro interior igual a 35mm (11/8"). La hinca se realiza mediante golpes de maza en la cabeza del varillaje. La maza es de 63,5kg y se deja caer libremente desde 76 cm de altura sobre la cabeza del varillaje.

Para depósitos de gravas, y para evitar la rotura de la cuchara, se utilizan puntazas ciegas de igual diámetro exterior.

Durante la hinca se cuentan los números de golpes necesarios para avanzar tramos de 15cm. La hinca se detiene cuando el avance total es de 60cm.

El número de golpes necesario para avanzar la hinca los 30cm centrales es el índice N del SPT.

Cuando el avance total sea únicamente de 45 cm, el índice N se obtiene contando los golpes necesarios para avanzar los últimos 30cm, despreciando por tanto los golpes requeridos que avanza el primer tramo de 15cm.

Al extraer la cuchara, una vez realizado el ensayo, se puede obtener una muestra, alterada por la hinca, del terreno atravesado.

El ensayo está normalizado (Norma UNE 103800:1992 o Norma ASTM D-1586-92) y su ejecución debe ser cuidadosa de manera que el resultado pueda ser interpretado en el contexto de la gran experiencia existente. En particular se advierte que pueden ser motivo de error importante, entre otros, los siguientes hechos:

- sifonamiento del fondo del sondeo por desequilibrio entre el nivel piezométrico externo y el nivel de agua en el sondeo;
- mala limpieza del fondo antes de iniciar el ensayo;
- peso de la maza diferente de los 63,5 kp;
- defecto en la medida de la altura de caída de la maza;

- rozamiento en la caída de la maza (caída no libre);
- golpeo excéntrico sobre el varillaje;
- mal estado de la cuchara (biseles romos o dañados);
- uniones flojas en el varillaje;
- sondeo de tamaño excesivo;
- revestimiento muy por encima o muy por debajo del nivel de ensayo;
- varillaje más pesado del estándar.

Los ensayos SPT permiten determinar parámetros del terreno especialmente indicados para estimar la facilidad de hincado de pilotes y tablestacas.

El índice SPT está relacionado con la compacidad de las arenas. Terzaghi y Peck (1948) propusieron la siguiente relación:

Relación entre índice SPT y compacidad de las arenas

<b>N (SPT)</b>	<b>COMPACIDAD</b>
0 - 4	Muy floja
4 - 10	Floja
10 - 30	Media
30 - 50	Densa
Más de 50	Muy densa

### **b) Penetrómetros dinámicos**

Según especificaciones del CTE, anejo 3.

La forma más económica y sencilla de ensayar el terreno en profundidad consiste en la hincado de un varillaje con una punta metálica de forma conveniente. En ensayo penetrométrico más difundido en España (y en Europa) es el conocido con el nombre de Borros.

Este equipo consiste en un varillaje metálico macizo de 32 mm de diámetro exterior que hincado una puntaza metálica.

Como quiera que el tamaño de la puntaza es más amplio que el diámetro del varillaje el rozamiento entre éste y el terreno es pequeño y el resultado del ensayo estaría relacionado con la resistencia del terreno en el entorno de la punta.

La hincado se continúa hasta la profundidad de interés previamente fijada o hasta alcanzar una resistencia elevada. La punta metálica queda perdida en el terreno al recuperar el varillaje.

Los penetrómetros dinámicos tienen su mejor campo de aplicación en la determinación de la profundidad de suelos blandos o de consistencia media que apoyan sobre formaciones mucho más resistentes donde la hinca se detiene.

El ensayo de penetración es muy útil para detectar cambios de compacidad en el terreno (zonas más blandas de los rellenos, oquedades, defectos de compactación en terraplenes, etc.). Este ensayo es también útil en la estimación de la facilidad de hinca de pilotes.

Es recomendable realizar ensayos de penetración dinámica en las mismas alineaciones que los sondeos de reconocimiento y/o en los mismos perfiles en que se realicen prospecciones geofísicas; sus resultados permiten confirmar la homogeneidad del terreno entre los puntos reconocidos mediante sondeos o detectar posibles heterogeneidades locales que advierten sobre la necesidad de densificar la malla de sondeos mecánicos.

En cualquier caso y dadas las posibles variaciones en cuanto a detalles de la ejecución, se recomienda que en los diagramas de resultados de estos ensayos figuren explícitamente los datos siguientes:

1. peso de la maza y altura de caída;
2. forma de escape de la maza (manual o automática);
3. forma de la puntaza, en un pequeño dibujo.

### **c) Penetrómetros estáticos**

El ensayo de penetración estático consiste en una hinca mediante empuje, a velocidad lenta (1 a 3 cm/s) de una varilla con una punta adecuada, dentro del terreno. El equipo más común en España (y en Europa) es el cono holandés.

El avance del penetrómetro se realiza en intervalos discontinuos de modo que se pueda medir la resistencia a la penetración de la punta sola o del conjunto completo. Existen equipos automáticos que miden, en una hinca continua, la resistencia al avance en la punta y la resistencia a la penetración por fuste en el manguito lateral.

### **d) El piezocono**

El piezocono consiste en un penetrómetro estático continuo en cuya punta se añade un piezómetro. El equipo permite el control continuo de resistencia por punta y por fuste y además el control de las presiones intersticiales durante la hinca así como la evolución de su disipación cuando la hinca se detiene.

Este tipo de penetrómetros es muy adecuado para el reconocimiento de suelos blandos, fundamentalmente para determinar parámetros destinados al estudio de problemas de consolidación y problemas de estabilidad que impliquen roturas profundas a través de suelos blandos.

### **e) Ensayos de placa de carga**

Los ensayos de placa de carga están especialmente indicados en el estudio de la capacidad portante de rellenos compactados.

La interpretación de sus resultados permite obtener valores de los módulos de deformación aplicables a la predicción de asientos así como una estimación aproximada de las cargas de hundimiento de las cimentaciones superficiales.

Dado que el ensayo afecta a una zona pequeña del terreno para los tamaños usuales de las placas ( $\phi$  30, 45 ó 60 cm), estos ensayos no permiten conocer la deformabilidad del terreno más que en la zona próxima a la superficie del ensayo. (UNE 7391:1975).

## f) Ensayos de permeabilidad en sondeos y calicatas

El control de las pérdidas de agua en calicatas cuyo entorno se haya saturado previamente o en sondeos llenos de agua hasta niveles superiores al nivel freático del entorno (ensayo Lefranc) o en sondeos obturados con presión forzada (ensayo Lugeon), permiten una estimación aproximada de la permeabilidad del terreno.

La permeabilidad obtenida de estos ensayos puede utilizarse en el análisis cualitativo de las condiciones de drenaje de un determinado problema. Si la permeabilidad de un determinado nivel de terreno resultase ser un parámetro crítico de proyecto, entonces tal parámetro debiera determinarse mediante ensayos de bombeo específicamente pensados para el análisis del problema concreto.

### • Toma de muestras

El objetivo de la toma de muestras es la realización, con una fiabilidad suficiente, de los ensayos de laboratorio pertinentes según las determinaciones que se pretendan obtener. Por tanto en la toma de muestras se deben cumplir unos requisitos diferentes según el tipo de ensayo que se vaya a ejecutar sobre la muestra obtenida.

Se especifican tres categorías de muestras según el SE-C 3.2.4 del CTE:

- a) muestras de categoría A: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables:
- b) muestras de categoría B: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables;
- c) muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

En la tabla 3.5 del apartado SE-C 3.2.4, se señala la categoría mínima de la muestra requerida según los tipos de ensayos de laboratorio que se vayan a realizar.

Categoría de las muestras de suelos y rocas para ensayos de laboratorio

Propiedades a determinar	Categoría mínima de la muestra
- <b>Identificación organotéptica</b>	<b>C</b>
- Granulometría	C
- Humedad	B
- Límites de Atterberg	C
- Peso específico de las partículas	B
- Contenido en materia orgánica y en CaCO <sub>3</sub>	C
- Peso específico aparente. Porosidad	A
- Permeabilidad	A
- Resistencia	A

- Deformabilidad	A
- Expansividad	A
- Contenido en sulfatos solubles	C

En la categoría A, los tomamuestras que se empleen en los sondeos se recomienda se ajusten a las especificaciones de la siguiente tabla en función del tipo de suelo en que se ejecute la toma y el diámetro interior D, de la zapata utilizada.

Tipo de suelo	Sistema de hincado	Diámetro interior D <sub>i</sub>	Despeje interior D	Relación de Áreas R <sub>a</sub>	Espesor Zapata del Tomamuestras E	Angulo de zapata de corte
Arcillas, Limos, Arenas finas	Presión	> 70 mm	≤ 1%	≤ 15	≤ 2 mm	≤ 5°
Arenas medias	Presión					
Arenas gruesas Mezclas	Golpeo	> 80 mm	≥ 3%	≥ 15	≥ 5mm	≥ 10°

Con los valores de las siguientes expresiones:

$$D = \frac{D_e - D_i}{D_i} \cdot 100 \quad (3.1)$$

$$R_a = \frac{D_e^2 - D_i^2}{D_i^2} \cdot 100 \quad (3.2)$$

$$E = \frac{D_e - D_i}{2} \quad (3.3)$$

Siendo:

D<sub>e</sub> el diámetro exterior de la zapata del tomamuestras

D<sub>i</sub> el diámetro interior de la zapata del tomamuestras

En la tabla D.8 del anejo D del SE-C se especifican los diferentes tipos de tomamuestras, el método de hinca y la categoría adjudicada.

Además de las muestras de suelo o roca señaladas, el reconocimiento geotécnico debe incluir la toma de muestras de agua de los distintos acuíferos encontrados, en el fin de prever posibles problemas de agresividad o contaminación. En algunos casos estas muestras servirán para una mejor definición de la hidrogeología de la zona de estudio.

Una vez extraídas las muestras se procederá a su parafinado o protección adecuada y se trasladarán al laboratorio de ensayo en las mejores condiciones posibles.

#### • Ensayos de laboratorio

De todas las muestras obtenidas en calicatas o sondeos se hará una descripción detallando aquellos aspectos que no son objeto de ensayo, como el color, olor, litología de las gravas o trozos de roca,

presencia de escombros o materiales artificiales, etc, así como eventuales defectos en la calidad de la muestra. para ser incluida en algunas de las categorías A o B.

El número de determinaciones del valor de un parámetro de una unidad geotécnica investigada será el adecuado para que éste sea fiable. Para una superficie de estudio de hasta 2000 m<sup>2</sup>, en cada unidad de importancia geotécnica se considera orientativo el número de determinaciones que se indica en la tabla 3.7 del apartado 3.2.6 del SE-C del CTE.

Deberá procurarse que los valores se obtengan de muestras procedentes de puntos de investigación diferentes, una vez que se hayan identificado como pertenecientes a la misma capa. Las determinaciones se podrán obtener mediante ensayos en laboratorio, o si es factible con ensayos in situ, aplicando las oportunas correlaciones si fueran necesarias.

Para superficies mayores se multiplicarán los números de la tabla siguiente por  $(s/2000)^{1/2}$ . siendo la superficie de estudio en m<sup>2</sup>.

Número orientativo de determinaciones In situ o ensayos do laboratorio para superficies de estudio de hasta 2000m<sup>2</sup>

Propiedad	Terreno	
	T-1	T-2
Identificación		
Granulometría	3	6
Plasticidad	3	5
Deformabilidad		
Arcillas y limos	4	6
Arenas	3	5
Resistencia a compresión simple		
Suelos muy blandos	4	6
Suelos blandos a duros	4	5
Suelos fisurados	5	7
Resistencia al corte		
Arcillas v Limos	3	4
Arenas	3	5
Contenido de sales agresivas	3	4

Los ensayos indicados en la tabla anterior corresponden a cada unidad geotécnica que pueda ser afectada por las cimentaciones. El número de determinaciones in sin' o ensayos indicados corresponde a edificios C-1 ó C-2. Para edificios C-3 o C-4 los valores del cuadro se recomienda incrementarlos en un 50%.

Para terrenos tipo T-3 se decidirá el tipo y número de determinaciones, que nunca serán inferiores a las indicadas para el T-2.

En la tabla D.18 del anejo D del SE-C del CTE se indican ensayos considerados adecuados para la determinación de las propiedades más usuales de un suelo o de una roca matriz.

Los resultados de los ensayos granulométricos de suelos permitirán matizar los criterios de clasificación denominándolos con una palabra según su componente principal que podrá acompañarse de calificativos y sufijos según los componentes secundarios teniendo en cuenta el baremo de proporción en % de peso de cada fracción de suelo según se indica en las tablas D.20 y D.21 anejo D del SE-C del

CTE.

Para la comprobación de los estados límite considerados en los distintos capítulos de este DB se distinguirá entre aquellos suelos cuya proporción en finos (limo + arcilla) sea inferior al 35% y los que superen dicha proporción, pudiéndose denominar unos y otros tal y como se indica en las tablas D.20 y D.21 anejo D del SE-C del CTE.

La acidez Baumann-Gully y el contenido en sulfatos, detectados en muestras de suelo y rocas, así como determinados componentes químicos presentes en el agua freática, permiten clasificar la agresividad química del terreno frente al hormigón. Para caracterizar la agresividad del agua freática se tomará como mínimo una muestra en el 50% de los sondeos.

La Instrucción EHE-08 establece el empleo de cementos que posean resistencia adicional a los sulfatos. según la norma UNE 80303:96, para una exposición tipo O, es decir, siempre que el contenido en sulfatos del terreno sea igual o mayor a 3000 mg/kg ( $SO_4^{2-}$  en suelos  $\geq 3000$  mg/kg) y de 600 mg/kg en el agua freática ( $SO_4^{2-}$  en aguas  $\geq 600$  mg/l).

Los ensayos de laboratorio constituyen hoy la herramienta principal para el estudio de las características geotécnicas del terreno. Rara vez será posible un estudio geotécnico correcto que no incluya ensayos de laboratorio.

Existen ensayos de laboratorio destinados a definir la naturaleza del suelo, esto es su composición granulométrica y mineralógica, sus propiedades, índice, etc. Existen ensayos de laboratorio especialmente destinados al estudio de la resistencia, de la deformabilidad y de la permeabilidad.

Siempre que se haga un ensayo de laboratorio debe quedar constancia clara de la muestra sobre la que se ha hecho, debe constatarse si la muestra está total o parcialmente alterada, transportada y conservada en el laboratorio hasta su ensayo, así como los procedimientos con los que se hicieron los ensayos de laboratorio.

#### **a) Ensayos de identificación de suelos**

Dentro de este grupo de ensayos de laboratorio se consideran incluidos los siguientes:

- ensayos granulométricos por tamizado y por sedimentación;
- ensayo de límites de Atterberg;
- densidades máxima y mínima de arenas;
- determinaciones del peso específico de las partículas;
- análisis químicos del suelo. Contenido en sulfatos, carbonatos y materia orgánica como más interesantes;
- análisis químicos del agua intersticial.

Estos ensayos se pueden realizar con muestras alteradas o inalteradas.

#### **b) Ensayos de compresión simple de suelos**

Están indicados para ensayar muestras de suelos cohesivos de consistencia media, firme o muy firme, inalteradas o poco alteradas, así como suelos cohesivos recompactados.

El resultado puede ser poco preciso en arcillas que muestren síntomas de fisuración.

Siempre que se haga este ensayo se recomienda que se determine específicamente, en cada probeta, la humedad y la densidad seca antes del ensayo.

El ensayo se realizará conforme a la Norma UNE 103400:1993

### **c) Corte directo de suelos**

Está indicado para cualquier tipo de muestra de suelos cohesivos o granulares, estén o no alterados. Evidentemente la preparación de probetas de ensayo procedentes de muestras arenosas inalteradas es complicada y requiere técnicas especiales que desaconsejan su utilización.

El ensayo de corte directo puede realizarse con las probetas semisaturadas, tal como esté la muestra de las que procedan, o con una saturación adicional provocada en el equipo de ensayo.

Del ensayo se puede obtener una estimación aproximada de la resistencia al corte y de la deformabilidad del suelo. Las condiciones de deformación son tan poco homogéneas en la caja de corte que no se debe esperar precisión en los parámetros resistentes. Por ese motivo su utilización sólo es aconsejable cuando no existe la posibilidad de hacer ensayos triaxiales o cuando la precisión requerida es mínima.

La Norma de aplicación para la realización de este ensayo será la UNE 103401:1998.

### **d) Ensayo triaxial de suelos**

El ensayo está especialmente indicado para conocer la resistencia y la deformidad del suelo ante distintos niveles de confinamiento. Se puede realizar con muestras de cualquier tipo de suelo ya sean alteradas o inalteradas. Es difícil, sin embargo, preparar probetas inalteradas de suelos granulares.

El ensayo se puede hacer con probetas de distinto tamaño. Usualmente se ensayan probetas cilíndricas de altura igual al doble del diámetro. Los diámetros usuales mínimos son 1 1/2" y es posible ensayar probetas de hasta 4" de diámetro con cierta normalidad cuando el suelo contiene gravas de hasta 1".

El ensayo suele hacerse con o sin consolidación previa y rompiendo con el drenaje abierto o cerrado. Son típicos los ensayos:

1. U.U.- Sin consolidación previa y rotura sin drenaje.
2. C.U.- Con consolidación previa y rotura sin drenaje.
3. C.D.- Con consolidación previa y rotura con drenaje.

El ensayo tipo C.U., se puede hacer con o sin medida de las presiones intersticiales de la probeta.

El ensayo se suele realizar con probetas saturadas previamente con una contrapresión de 6 bares, aunque el ensayo U.U. puede hacerse con probetas no saturadas.

En cada ensayo triaxial se suelen romper tres probetas, cada una de ellas sometida a una presión de célula que supera en 0,5, y 3 bares a la contrapresión de saturación. Es posible y aconsejable indicar otras presiones de ensayo que puedan ser más adecuadas al problema que se investiga.

Durante la fase de carga vertical del ensayo hasta rotura se controla la deformabilidad tomando nota de la carga para cada 0,5% adicional de reducción de altura de la probeta. El conocimiento de esos datos de deformación es esencial para deducir la deformabilidad del suelo.

De la interpretación de ensayos triaxiales se puede obtener los parámetros de resistencia y deformación del suelo en condiciones no drenadas (ensayos U.U.) o drenadas (ensayos C.U. con medida de presiones intersticiales o ensayos C.D.).

Los resultados de resistencia y deformación de suelos obtenidos de ensayos triaxiales son aplicables al estudio de todos los problemas geotécnicos.

La Norma de aplicación para la realización del ensayo será UNE 103402:1998 cuando se trate de suelos y la UNE 22950-4:1992 cuando se trate de rocas.

#### **e) Ensayos edométricos**

Los ensayos edométricos están especialmente indicados para estudiar los asentos de suelos arcillosos blandos saturados.

Los ensayos edométricos pueden realizarse con muestras inalteradas de suelos cohesivos o muestras recompactadas de cualquier material.

De la interpretación de los ensayos edométricos se deducen parámetros geotécnicos relativos a la deformabilidad y permeabilidad del suelo especialmente indicados para el estudio de problemas de consolidación.

Norma de aplicación para la realización del ensayo:

UNE 103405:1994 Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional de un suelo en edómetro.

#### **f) Ensayos de compactación**

Los ensayos de compactación están indicados para el estudio del efecto de la humedad en la densidad máxima que puede alcanzarse al compactar el suelo.

Los ensayos de compactación se realizan con muestras de cualquier tipo de suelo hasta gravas que puedan tener 25mm (1") de tamaño máximo (aprox.).

Los ensayos son el Próctor Normal y el Próctor Modificado.

El resultado de estos ensayos es especialmente aplicable al control de calidad de compactación de rellenos.

El ensayo C.B.R. permite la determinación de la capacidad portante para explanadas y capa de firmes.

Estos ensayos se realizarán conforme a las siguientes Normas:

UNE 103500:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal.

UNE 103501:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.

UNE 103502:1995 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

#### **g) Permeabilidad**

La determinación de la permeabilidad se puede hacer en laboratorio mediante permeámetros de carga constante o variable. (UNE 103403:1999).

Las condiciones de ensayo tales como tamaño de las muestras, forma de preparación, gradientes hidráulicos etc., deben especificarse debidamente ya que no existe una normativa claramente establecida para este tipo de ensayos.

La permeabilidad de los suelos cohesivos puede deducirse de los ensayos edométricos.

#### **h) Número de ensayos de laboratorio**

Para definir el número de ensayos de laboratorio es preciso clasificar, antes, los tipos de terreno existentes en el subsuelo. En términos generales, una formación particular (depósito de arenas, capa de arcilla, fondo rocoso, etc.) queda mínimamente definida en un determinado aspecto cuando, al menos se hacen dos determinaciones en laboratorio de la propiedad que controla el aspecto en cuestión.

En términos generales se recomienda tomar al menos dos muestras en cada formación diferente de las que atraviesan un determinado sondeo y no espaciar, dentro de un sondeo, la toma de muestras más allá de 5m aunque la formación atravesada sea, aparentemente, muy homogénea.

Todas las muestras tomadas en los reconocimientos deben ser sometidas a los ensayos de identificación más sencillos (granulometrías y plasticidad si es el caso), sólo algunas (una de cada cinco y dos como mínimo de cada formación) deben ser sometidas a ensayos de identificación más completos (peso específico de partículas, análisis químicos y densidades extremas de arenas).

Todas las muestras inalteradas deben ser ensayadas para conocer su densidad seca y humedad natural.

Los ensayos de resistencia y deformabilidad (compresión simple, corte directo, triaxiales y edómetros) deben realizarse únicamente con muestras poco alteradas o inalteradas. Cada formación de suelos o rocas debe ser ensayada, al menos, con tres ensayos de este tipo.

Dependiendo del tipo de problema a analizar deben predominar los ensayos de resistencia (triaxiales y compresiones simples para problemas de hundimiento o estabilidad) o los de deformación (edómetros en suelos cohesivos para estimación de asientos y tiempos de consolidación) o los de permeabilidad (ensayos de permeabilidad en permeámetro o ensayos de bombeo para problemas de achique).

Es recomendable que en uno de los sondeos se realice la toma de muestras con mayor intensidad y que se ensayen los terrenos con más profusión de manera que, al menos en una vertical, el terreno quede definido con mayor detalle.

En cualquier caso se recomienda que la definición precisa de los ensayos de laboratorio a realizar se haga después de conocer el resultado de los primeros sondeos y que tal definición se concluya una vez estén disponibles los resultados de todos los trabajos de campo.

- **Informe geotécnico**

El informe geotécnico contendrá toda la información geotécnica disponible ordenándola en una Memoria principal y una serie de Anejos que faciliten su utilización posterior.

La información de detalle que debe figurar en Anejos dependerá de la amplitud de datos existentes. En las situaciones más usuales es recomendable ordenar la información de detalle en, al menos, dos Anejos.

### **Anejo de trabajos de campo**

Este Anejo contendrá la información relativa a:

- situación detallada de los reconocimientos;
- columnas litológicas y fotográficas de testigos de sondeos;
- descripción de zanjas, calicatas y pozos y sus fotografías;
- definición de la localización de las muestras tomadas y observaciones sobre el procedimiento utilizado para tomarlas y transportarlas;
- resultados detallados de cada uno de los ensayos «in situ»;
- datos de observación del nivel freático;

- observaciones detalladas del técnico responsable de los trabajos de campo.

### **Anejo de ensayos de laboratorio**

Este Anejo contendrá la información de detalle correspondiente a:

- relación de muestras con indicación de su procedencia y su naturaleza (alterada, inalterada, en sacos, tubos portatestigos, testigos parafinados, muestras en bloque, etc.);
- informe sobre la apertura de muestras y descripción de su estado. Es recomendable incluir fotografías realizadas en el momento de la apertura;
- relación detallada de ensayos realizados;
- resultados de los ensayos debidamente ordenados.

Estos y otros posibles Anejos (la cartografía geológica, los reconocimientos geofísicos, etc. Pueden constituir otros anejos) contendrán toda la información básica de manera que la memoria pueda escribirse y leerse correctamente.

### **Memoria**

La memoria del informe geotécnico tratará al menos los aspectos siguientes:

- a) propósito del informe geotécnico;
- b) descripción de la obra, proyecto o características del problema que motivan su redacción. En caso de tratarse de una obra a realizar, incluirá en su descripción la situación y geometría de la obra, las tipologías estructurales previstas, los materiales a emplear y una estimación de las cargas principales;
- c) trabajos de campo. Con referencias cronológicas de los distintos trabajos de campo y descripción de los equipos empleados y personal que lo ha realizado;
- d) trabajos de laboratorio. Describiendo los procedimientos de ensayos empleados, los tipos de muestras analizadas y la cantidad de ensayos de cada tipo;
- e) descripción de las condiciones geológico-geotécnicas del emplazamiento. Se incluirán en este apartado la historia geológica y geomorfológica del lugar (se recomienda la ayuda de fotos aéreas donde sea aplicable), la cartografía geológica, la estructura del subsuelo, los tipos de suelos o rocas que pueden intervenir en el problema en estudio, la experiencia geotécnica local, la observación del nivel freático, etc. Esta descripción debe ser realizada con ayuda de mapas, planos, perfiles geotécnicos, fotografías y esquemas o dibujos suficientes para la clara exposición de todos los detalles de interés;
- f) características geotécnicas del terreno. Hecha la clasificación de los distintos materiales reconocidos se describirán, para cada uno de ellos, las características geotécnicas que se deducen de los ensayos de laboratorio y de los ensayos «in situ». En términos generales se tratará de establecer las causas de variación de los distintos parámetros mediante gráficos, figuras y correlaciones. Son de particular interés los diagramas de variación de los distintos parámetros en profundidad;
- g) consideraciones del técnico responsable del informe geotécnico relativas al grado de cumplimiento de los objetivos indicando, expresamente, los puntos en los que a su juicio sería necesario ampliar el reconocimiento.

### 1.1.5 Control de calidad

Partiendo de la identificación de necesidades se debe estudiar la forma de satisfacerlas de la forma más adecuada teniendo presente las distintas técnicas de reconocimiento disponibles.

Independientemente de la colaboración que puedan presentar los técnicos especialistas, la elección del método de reconocimiento más adecuado en cada caso, la posición de los puntos en los que efectuar los trabajos de campo, profundidad a alcanzar con los reconocimientos, ensayos de muestras, ensayos especiales, etc., será competencia de los técnicos responsables del trabajo al que está destinado el reconocimiento.

Se recomienda que la programación de los reconocimientos quede recogida en un documento en el cual, además de la definición de los mismos, se describan los objetivos concretos perseguidos con cada uno de los trabajos a realizar, la previsión de posibles modificaciones en la campaña (variaciones en la profundidad, reconocimientos complementarios, etc.) en función de los resultados que se obtengan y cualquier otra información o criterio para permitir realizar, durante la fase de reconocimientos, las adaptaciones necesarias para asegurar que se obtienen los datos requeridos.

### 1.1.6 Criterio de medición y abono

No es de aplicación

### 1.1.7 Normas de referencia

Para la programación del reconocimiento del terreno se deben tener en cuenta todos los datos relevantes de la parcela, tanto los topográficos o urbanísticos y generales del edificio, como los datos previos de reconocimientos y estudios de la misma parcela o parcelas limítrofes si existen, y los generales de la zona realizados en la fase de planeamiento o urbanización.

A efectos del reconocimiento del terreno, la unidad a considerar es el edificio o el conjunto de edificios de una misma promoción, clasificando la construcción y el terreno según las tablas del CTE n<sup>os</sup> 3.1 y 3.2 del SE-C apartado 3, respectivamente.

Tipo de construcción

<b>Tipo</b>	<b>Descripción <sup>(1)</sup></b>
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup>
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

(1) En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Grupo de terreno

<b>Grupo</b>	<b>Descripción</b>
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados

T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 30 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Suelos expansivos</li> <li>b) Suelos colapsables</li> <li>c) Suelos blandos o sueltos</li> <li>d) Terrenos kársticos en yesos o calizas</li> <li>e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado</li> <li>f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m</li> <li>g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos</li> <li>h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades</li> <li>i) Terrenos con desnivel superior a 15°</li> <li>j) Suelos residuales</li> <li>k) Terrenos de marismas</li> </ul>

La densidad y profundidad de reconocimientos debe permitir una cobertura correcta de la zona a edificar. Para definidos se tendrá en cuenta el tipo de edificio, la superficie de ocupación en planta y el grupo de terreno.

Con carácter general el mínimo de puntos a reconocer será de tres. En la tabla 3.3 se recogen las distancias máximas  $d_{\max}$  entre puntos de reconocimiento que no se deben sobrepasar y las profundidades orientativas P bajo el nivel final de la excavación. La profundidad del reconocimiento en cada caso se fijará teniendo en cuenta el resto del articulado de este capítulo y el corte geotécnico del terreno.

Todos los puntos de reconocimiento, en planimetría y altimetría, deben quedar reflejados en un plano, referidos a puntos fijos claramente reconocibles del entorno, o en su defecto a coordenadas UTM.

Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	$d_{\max}$ (m)	P (m)	$d_{\max}$ (m)	P (m)
C-0. C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

En el caso de que las distancias  $d_{m\acute{a}x}$ , excedan las dimensiones de la superficie a reconocer, deben disminuirse hasta que se cumpla con el número de puntos mínimos requeridos.

En el caso de edificios con superficies en planta superiores a los 10.000 m<sup>2</sup> se podrá reducir la densidad de puntos. Esta reducción tendrá como limite el 50% de los obtenidos mediante la regla anterior aplicada sobre el exceso de la superficie.

Las condiciones fijadas anteriormente no son de aplicación en los reconocimientos del terreno para la elaboración de los estudios geotécnicos de los proyectos de urbanización.

En la tabla siguiente se establece el número mínimo de sondeos mecánicos y el porcentaje del total de puntos de reconocimiento que pueden sustituirse por pruebas continuas de penetración cuando el número de sondeos mecánicos exceda el mínimo especificado en dicha tabla.

Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración

<b>Número mínimo % de sustitución</b>				
	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Debe comprobarse que la profundidad planificada de los reconocimientos ha sido suficiente para alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollarán asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio, tal y como se indica en los distintos capítulos de este DB.

Dicha cota podrá definirse como la correspondiente a una profundidad tal que en ella el aumento neto de tensión en el terreno bajo el peso del edificio sea igual o inferior al 10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno en esa cota antes de construir el edificio, a menos que se haya alcanzado una unidad geotécnica resistente tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produzcan deformaciones apreciables.

La unidad geotécnica resistente a la que se hace referencia en el párrafo anterior debe ser comprobado en una profundidad de al menos 2m. más 0.3m adicionales por cada planta que tenga la construcción.

El aumento neto de tensión en el terreno, al que se hace referencia en el párrafo 11 de este apartado, podrá determinarse utilizando los ábacos y tablas existentes en la literatura geotécnica de uso habitual ó también, de forma aproximada, suponiendo que la carga del edificio se distribuye uniformemente en cada profundidad sobre una superficie definida por planos que, buzando hacia el exterior del área cargada en la superficie del terreno, alcanzan dicha profundidad con líneas de máxima pendiente 1H:2V.

En el caso de que se prevean cimentaciones profundas se llevarán a cabo las comprobaciones

indicadas en los párrafos 10 y 11 suponiendo que la cota de aplicación de la carga del edificio sobre el terreno es la correspondiente a una profundidad igual a las dos terceras partes de la longitud de los pilotes. Salvo justificación, en el caso de pilotes columna se comprobará que la profundidad investigada alcanza aproximadamente cinco diámetros (5D) por debajo de la punta del pilote previsible a utilizar.

En caso de terrenos del grupo T-3 o cuando el reconocimiento se derive de otro que haya resultado insuficiente, se intercalarán puntos de reconocimiento en las zonas problemáticas hasta definir las adecuadamente.

UNE 103405:1994 Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional de un suelo en edómetro.

UNE 103500:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal.

UNE 103501:1994 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.

UNE 103502:1995 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

## 1.2 Tratamientos de inyecciones del terreno

### 1.2.1 Inyecciones del terreno

#### 1.2.1.1 Definición

Se definen como inyecciones del terreno el conjunto de operaciones necesarias para rellenar los huecos y fisuras no accesibles del terreno, mediante la introducción a presión, a través de taladros, de un producto fluido que posteriormente se solidifica en mayor o menor grado. Los objetivos de los tratamientos de inyecciones del terreno son:

- a) la mejora de las condiciones mecánicas del medio a inyectar, incremento de las resistencias y disminución de la deformabilidad: (Inyecciones de consolidación);
- b) la disminución de la permeabilidad del medio: Inyecciones de impermeabilización;
- c) los dos efectos anteriores, simultáneamente.

- **Mezcla de inyección.** Agregación de varios productos líquidos y sólidos para formar un material que pueda ser bombeado y transportado por tuberías.
- **Lechada de cemento.** Líquido formado por una mezcla de agua y cemento en suspensión.
- **Formulación.** Expresión concreta de la composición de una mezcla de inyección, donde se indiquen los diferentes ingredientes y sus cantidades expresadas en unidades adecuadas de volumen y peso.
- **Suspensión estable.** Mezcla de un líquido y un producto insoluble finamente dividido que no decanta y sedimenta durante el proceso de inyección.
- **Suspensión inestable.** Mezcla de un líquido y un producto insoluble y granulado más o menos finamente que decanta o sedimenta durante el proceso de inyección.
- **Dispersión.** Mezcla formada por un líquido y un sólido finamente dividido en suspensión coloidal.
- **Gel plástico.** Mezcla de inyección formada por una disolución de silicato sódico en agua y un reactivo mineral.

- **Gel duro.** Mezcla de inyección formada por una disolución de silicato sódico en agua y un reactivo orgánico.
- **Inyectabilidad.** Capacidad de un terreno para poder ser inyectado con una determinada mezcla de inyección.
- **Penetrabilidad.** Propiedad de una determinada mezcla de inyección para poder ser inyectada en un terreno dado.
- **Presión máxima admisible.** Presión que no debe ser sobrepasada bajo ningún concepto durante cualquier fase de proceso de inyección.
- **Presión de cierre.** Presión a la que debe detenerse la inyección de un taladro. Puede ser igual o menor que la presión máxima admisible.
- **Presión de bombeo.** Presión que marca el manómetro colocado en la salida de la bomba de inyección.
- **Presión de inyección.** Presión que marca el manómetro situado en la boca del taladro que está inyectando. Si se utilizan bombas de pistones se considerará como presión de inyección al valor medio de las lecturas máximas y mínimas que indique en cada instante el manómetro.
- **Presión estática.** Presión que se mantiene en el taladro una vez detenido el proceso de inyección y cerrada su boca.
- **Caudal de bombeo.** Caudal que suministra la bomba de inyección a la línea de inyección.
- **Admisión.** Cantidad de mezcla de inyección, medida en volumen o en peso de materia seca, que se ha inyectado en un terreno, dividida por los metros de taladro empleados para inyectarla o por el volumen teórico de terreno tratado.
- **Comunicación.** Escape de mezcla de inyección por un taladro abierto, procedente de otro que se está inyectando en las proximidades de aquel.
- **Fuga.** Desplazamiento o emigración de la mezcla que se está inyectando a zonas del terreno que no interesa tratar o fuera del mismo.
- **Resurgencia.** Fuga que aflora a la superficie del terreno a través de grietas, poros o roturas de éste.
- **Central de mezclado.** Instalación donde se realiza la fabricación de la mezcla según la formulación establecida.
- **Mezcladora.** Máquina que realiza el mezclado íntimo de los distintos componentes que constituyen la mezcla de inyección. Está constituida por un recipiente provisto de un mecanismo interior giratorio que posibilita la mezcla de los componentes.
- **Mezcladora de alta turbulencia.** Mezcladora cuyo mecanismo interior giratorio está constituido por una turbina con velocidad tangencial superior a veinte metros por segundo (20m/s).
- **Depósito regulador.** Recipiente provisto de un aparato agitador donde se almacena temporalmente la mezcla fabricada y desde el que se alimentan los equipos de bombeo; evita la dependencia directa entre el proceso de fabricación y de inyección de la mezcla.
- **Depósito receptor-contador.** Recipiente de capacidad reducida, entre cinco (5) y diez (10) litros por lo general, situado a la entrada de la bomba de inyección para medir los volúmenes de mezcla que se bombean.
- **Línea de inyección.** Tubería de transporte de la mezcla entre la bomba y la boca de taladro. Se denomina línea directa cuando la circulación de la mezcla se realiza solamente desde la bomba hasta

el taladro; línea con retorno es cuando la tubería constituye un circuito de circulación de la mezcla en ambos sentidos.

- **Obturador.** Dispositivo que sirve para aislar la zona del taladro que se desea inyectar (manguito); está formado, en esencia, por un anillo, o conjunto de anillos, montado sobre la tubería de inyección que se ajusta herméticamente a la pared del taladro. Puede ser obturador simple o doble.
- **Obturador doble.** Dispositivo formado por dos obturadores montados en los extremos de un tubo provisto de perforaciones practicadas en su parte central y por los que sale la mezcla a inyectar. Este dispositivo se rosca en el extremo del varillaje de inyección.
- **Obturador de expansión.** Obturador simple o doble cuyo ajuste al taladro se realiza con cierres de material elastomérico que, por procedimientos mecánicos o hidráulicos, se dilatan considerablemente.
- **Tubo manguito.** Tubo de paredes lisas provisto de una serie de válvulas antirretorno distribuidas regularmente a lo largo de las zonas del mismo que van a coincidir, una vez colocado el taladro, con las zonas de terreno a inyectar.

## Clasificación

Los tratamientos de inyecciones se clasifican del siguiente modo:

a) por su finalidad:

- inyecciones de consolidación;
- inyecciones de permeabilización.

b) por el medio a tratar:

- inyecciones en macizos rocosos fisurados;
- inyecciones en macizos rocosos con cavernas;
- inyecciones en terrenos sueltos.

c) por los productos de inyección:

- suspensiones inestables de cemento. Cemento puro, cemento con aditivos y productos de adición, etc.;
- suspensiones estables de cemento: Cemento-bentonita; cemento-silicato; cemento-bentonita-silicato; dispersiones activadas de cemento;
- suspensiones de arcilla: De arcilla; arcilla-cemento; arcilla-cemento-arena; lodos tixotrópicos de arcilla-cemento; etc.;
- inyecciones de silicatos: Geles duros de silicato de sodio y de ignocromo; geles plásticos de silicato de sodio y bentonita defloculada; etc.;
- inyecciones de resinas sintéticas: Resinas epoxi, acrílicas, etc.;
- inyecciones de productos hidrocarbonados: Betunes, emulsiones asfálticas, etc.;
- inyecciones de mortero de polimeros: Resina-arena.

### 1.2.1.2 Materiales

Clasificación

Los materiales para las mezclas de inyección se pueden clasificar:

- materiales principales. Materiales que, interviniendo en cantidades importantes en la composición de la mezcla, la caracterizan por su propia naturaleza; pueden ser entre otros: cemento, agua, silicatos, resinas reactivas, ligantes hidrocarbonados y las arcillas;
- reactivos. Sustancias cuya presencia es necesaria para la solidificación o gelificación de algunos materiales principales. Pueden ser, entre otros, los endurecedores para resinas reactivas y los productos orgánicos o inorgánicos para los geles de sílice;
- aditivos. Productos químicos que se añaden, en pequeñas dosis, a las mezclas para modificar sus características de Inyectabilidad o para dotarlas de determinadas propiedades, una vez endurecidas. Forman parte de este grupo los aditivos químicos para el cemento, los fluidificantes y antiespumantes de las resinas, los aceleradores y los retardadores para las mezclas de silicatos y los floculantes de la arcilla;
- productos de adición. Productos que Intervienen en cantidades significativas, en las mezclas de inyección con determinados fines tales como abaratar la mezcla y obtener un producto inyectado más adecuado a las características del medio. Entre otros, se distinguen la arena fina, tierra de diatomeas (Kieselghur), cenizas volantes, puzolanas naturales, bentonita y arcillas.

## Cemento

El cemento para inyecciones podrá ser de alguno de los tipos siguientes: CEM I, CAC/R, CEM III, o CEM IV. La categoría de los mismos podrá ser 22,5 ó 32,5.

Además de las prescripciones indicadas en el párrafo anterior, los cementos para inyecciones tendrán un tiempo de fraguado definido por:

- principio de fraguado no antes de tres (3) horas;
- final del fraguado: no antes de cinco (5) horas.

Se utilizarán cementos especiales, tales como los especialmente resistentes a los sulfatos, cuando la composición del terreno, las características de las aguas intersticiales o cualquier otra causa justificada así lo aconseje.

## Agua

El agua para inyecciones cumplirá las prescripciones establecidas para el agua de amasado en el apartado correspondiente de este Pliego.

## Aditivos

El Contratista someterá a la aprobación del Director los aditivos que considere conveniente emplear en las mezclas de inyección, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio y de las pruebas de inyectabilidad.

## Productos de adición inertes

El Contratista someterá a la aprobación del Director los productos de adición inertes que considere conveniente emplear en las mezclas de inyección, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio y de las pruebas de inyectabilidad.

## Arena

La arena para inyecciones de mortero podrá ser procedente de río, playa, duna o mezcla de ellas, siempre que su contenido en sustancias nocivas se ajuste a los límites especificados a continuación:

Límites de contenido de sustancias nocivas de las arenas para mortero de cemento utilizado en inyecciones

Características	Límite	Norma de ensayo
Contenido en materia orgánica	La disolución ensayada no tendrá un color más oscuro que la disolución tipo	UNE-EN 1744-1:1999
Otras impurezas (mica, yeso, feldespato descompuesto, pirita, etc.)	2 %	

La curva granulométrica de la arena estará comprendida dentro del huso definido por los límites de la tabla siguiente:

Curva granulométrica de la arena para mortero de cemento utilizado en inyecciones

Abertura del tamiz (mm)		0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2
% que	Límite superior	--	0	5	15	30	100
pasa	Límite inferior	15	30	50	70	100	--

En obra podrá sustituirse el análisis granulométrico por la determinación aproximada del índice máximo de huecos de la forma siguiente: se llenará con arena, hasta enrasar, un recipiente de capacidad no inferior a dos litros (2l), vertiendo agua continuación hasta que rebose. El volumen de agua admitido será inferior a treinta y cinco por ciento (35%) del volumen del recipiente

### Bentonita

La bentonita para inyecciones tendrá las características que se indican en la siguiente tabla:

Características de la bentonita para inyecciones

Características	Límite
Límite líquido	Mín. 400
pH	Entre 8 y 11
Contenido de arena (% retenido sobre matiz de 80 micras)	Máx. 5%
Rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP a 2 000 r.p.m.	20 a 25m <sup>3</sup> por tonelada de bentonita

## Arcilla

Arcilla es un suelo o fracción de suelo de carácter eminentemente plástico y estructura laminar.

Las arcillas para inyecciones cumplirán las siguientes especificaciones:

- a) límite líquido: mín. 35;
- b) límite plástico: mín. 13.

## Silicatos

Los silicatos utilizados en inyecciones se suelen presentar en forma de solución coloidal de sílice con densidad mínima de treinta y ocho grados Baumé (38° Baumé). Si no se establece nada en contra, se usarán soluciones sódicas cuya relación  $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O}$  esté comprendida entre tres y medio (3,5) y cuatro (4).

Reactivos orgánicos son sustancias orgánicas, o mezcla de varias de ellas, que en disolución en una solución coloidal de sílice alcalina producen un gel sólido. Mediante hidrólisis, o disociación química, se origina en la mezcla, de forma no instantánea, la cantidad de iones suficientes para una gelificación completa en un tiempo controlable y repetible en igualdad de condiciones.

Reactivos minerales son electrólitos inorgánicos, principalmente sales o mezclas de sales y ácidos, que, en una disolución de sílice coloidal alcalina, dan lugar a la formación de un gel blando de sílice, en forma no instantánea. Los tipos de sales que producen un gel blando de sílice que se utiliza en la impermeabilización de suelos son, entre otros:

- a) bicarbonato de sosa;
- b) aluminato sódico;
- c) fosfato monosódico.

## Ligantes hidrocarbonados

En inyecciones se emplearán las emulsiones asfálticas, aniónicas o catiónicas, definidas en el artículo 213 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3) vigente.

## Equipos

Los equipos para la ejecución de inyecciones se pueden agrupar, fundamentalmente, en:

- a) equipos de perforación de taladros;
- b) equipos de inyección.

Todas las máquinas y medios auxiliares que hayan de utilizarse en los trabajos de inyección cumplirán los requisitos que establezca la normativa oficial vigente en lo referente al tipo, características, proyecto, fabricación y utilización.

Los equipos de inyección serán propuestos por el Contratista a la aprobación del Director en consonancia con lo dispuesto en este Pliego. La propuesta del Contratista tendrá en cuenta la finalidad y localización de las inyecciones, las características del terreno a tratar, los parámetros que intervienen en el proceso de inyección, tales como los tipos de mezclas, presiones, caudales máximos y mínimos con los que se prevé inyectar. Los equipos tendrán la capacidad de producción horaria suficiente para poder cumplir con holgura el Cronograma de trabajos.

Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno que se inyecta hicieran aconsejable el cambio del tipo o características del equipo de inyección, el Contratista estará obligado, por su cuenta, a sustituir dicho equipo por otro que sea adecuado para estas circunstancias.

o **Equipos de Inyección**

El sistema básico de la instalación para las inyecciones consta de la siguiente cadena de subsistemas:

a) central de mezclado, que incluye:

- a.1 silos o almacenes de los ingredientes de las mezclas;
- a.2 equipos dosificadores;
- a.3 mezcladora;
- a.4 depósito regulador de la mezcla.

b) Sistema de transporte, que puede ser:

b.1 continuo; constituido por:

- bomba de transporte de la mezcla, si fuera preciso;
- tubería de transporte hasta el equipo de inyección;

b.2 discontinuo; cuando las circunstancias de la obra lo requieran se podrá adoptar un sistema discontinuo a base de vehículos transportadores de la mezcla.

c) equipo de inyección:

- c.1 depósito receptor-contador;
- c.2 bomba de inyección;
- c.3 línea de inyección;
- c.4 equipo en el taladro.

**Central de mezclado. Almacenamiento de los materiales**

Los materiales deberán almacenarse en la Central de forma que su calidad no resulte mermada. El tipo de silos y almacenes o depósitos será el adecuado a las características de los ingredientes de las mezclas.

El cemento se almacenara preferentemente a granel en silos metálicos en número no inferior a dos (2).

Los aditivos, preferentemente líquidos en solución o suspensión, se acopiarán en depósitos o tanques cerrados y provistos de agitador que garantice en todo momento su homogeneidad. La capacidad de almacenamiento estará en consonancia con la del cemento.

Los productos de adición se almacenarán según su clase de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) la arena fina, harina mineral y puzolanas se almacenarán, por lo general, en silos o tolvas cubiertas con salida por el fondo;
- b) la bentonita y tierra de diatomeas podrán almacenarse en envases de igual capacidad en los que aparezca marcada claramente la naturaleza del material y el peso neto del contenido. Cuando se trate de obras con gran consumo de bentonita, podrá almacenarse a granel;

c) las arcillas se acopiarán a cubierto de la lluvia.

### Central de mezclado. Equipos dosificadores

La dosificación de los ingredientes se efectuará mediante aparatos dosificadores apropiados a su naturaleza y a la precisión exigida de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) los materiales líquidos podrán dosificarse por volumen o por peso en aparatos dosificadores que garanticen la imposibilidad de sifonamiento incontrolado en caso de avería o de manipulación incorrecta; los aparatos dosificadores dispondrán de mandos automáticos de arranque y parada;
- b) los materiales pulverulentos suministrados a granel se dosificarán por peso en básculas independientes para cada uno de ellos. No se permitirá el empleo de dosificadores con báscula de pesadas acumulativas. Si no se estableciera nada respecto a las tolerancias máximas admisibles en la dosificación de estos materiales se aplicarán los indicados en la Tabla siguiente:

Tolerancia máxima admisible en dosificación de componentes para inyecciones

Material	Tolerancia admisible	máxima
Agua	4	
Cemento	3	
Puzolanas o cenizas volantes	3	
Aditivos	1	
Bentonita	3	
Arena	4	
Tierra de diatomeas (kiesebhur)	3	
Harina mineral	3	
Silicatos	3	
Resinas y sus endurecedores	1	

El Director podrá exigir del Contratista un certificado de tarado de los dosificadores, realizado por un laboratorio oficial o por otra entidad de reconocida solvencia, o realizar unas pruebas de pesadas cuando lo considere oportuno.

Con el fin de evitar desajustes en los aparatos de dosificación, los equipos dosificadores deberán estar convenientemente aislados o protegidos de las sacudidas y vibraciones producidas por otras máquinas de la instalación.

### Mezcladora y depósito regulador

La mezcladora deberá ser adecuada a la clase de mezcla a inyectar y de capacidad de producción apropiada a la demanda de mezcla máxima prevista.

La operación de mezclado se puede realizar en una sola etapa, con una mezcladora en la que se introducen directamente todos los ingredientes de la mezcla a inyectar previamente dosificados, o bien, cuando lo requiere la naturaleza de los ingredientes, en una primera fase se preparan las mezclas primarias en mezcladoras independientes y, mediante dosificadores para cada una de las

mezclas primarias, se alimenta la mezcladora terminal en la que se prepara la mezcla definitiva a inyectar.

### **Sistema de transporte de la mezcla**

Cuando las circunstancias de la obra lo requieran y sea necesario situar la bomba de inyección en una posición fija o móvil, pero alejada de la central de mezclado, el contratista someterá a la aprobación del Director la construcción de un circuito de transporte de la mezcla desde la mezcladora de fabricación de ésta a las bombas de inyección. Este circuito podrá estar constituido por tuberías o por una flota de vagonetas, camiones u otro tipo de vehículos apto para este trabajo.

Dada la naturaleza de los líquidos a transportar, que se transforman en sólidos al cabo de un cierto tiempo, las tuberías tendrán sección constante, superficie interior lisa, diámetro adecuado para que en las mezclas no se produzcan decantaciones por velocidad baja y, en lo posible, su trazado debe carecer de sifones y de zonas de remanso producidas por flechas de la tubería entre apoyos, etc. Siempre que sean inevitables estas zonas, deberá colocarse un grifo de purga en el punto más bajo para evitar atascos a causa del endurecimiento de la mezcla que haya podido quedar depositada al terminar la inyección. El Contratista será responsable de los problemas que se deriven de estos accidentes así como de las roturas, daños a terceros, pérdidas de material y tiempo, que se produzcan por no mantener en buen estado de funcionamiento el circuito, por falta de sujeción de las tuberías, etc.; todas las reparaciones serán a su cargo.

### **Equipo de inyección**

El depósito receptor-contador deberá estar provisto de agitador para mantener la mezcla homogeneizada y alimentar a una sola bomba.

Bombas de inyección. Las bombas de inyección deberán ser de caudal y presión variables, con al menos dos cilindros de émbolos buzo, accionadas por motor hidráulico o de aire comprimido, que permitan una variación amplia de velocidades. También se pueden emplear bombas de otro tipo, siempre que alcance las presiones y caudal máximos que sean necesarias para ejecutar la inyección; ello obliga a regular el caudal y la presión de inyección mediante un circuito de retorno dotado de una serie de válvulas para regular estos parámetros. Cada bomba deberá estar situada en una cota sensiblemente igual o menor que la de la boca del taladro a inyectar, salvo que el Director autorice otra situación, si ésta no interfiere sensiblemente en las presiones a que se debe realizar la inyección.

La tubería de la línea de inyección será de sección constante, de paredes internas lisas y deberá resistir, por lo menos, el doble de la presión máxima de inyección; se dispondrán, en los lugares adecuados del circuito, grifos de descarga y de regulación de caudal.

La línea de inyección estará provista de dos manómetros situados uno a la salida de la bomba de inyección y el otro en la boca del taladro; si la distancia entre la bomba y el taladro fuera menor de tres metros (3m), será necesario tan sólo un manómetro. El Contratista dispondrá en obra al menos de un manómetro de reserva.

La línea de inyección deberá revisarse frecuentemente para evitar rotura o fugas de la mezcla que podrían ocasionar accidentes debido a la energía con que éstas se producen. Se deberán cuidar especialmente los empalmes entre tramos de tuberías y el espesor de sus paredes pues, frecuentemente, los productos a inyectar son muy abrasivos o pueden producir corrosiones internas en las tuberías, dando lugar a estallidos de las mismas sin presentar antes síntomas externos de deterioro progresivo.

### 1.2.1.3 Condiciones generales

#### Generalidades

Antes de iniciar los tratamientos de inyección, se deberá disponer de un Estudio de Ejecución de las inyecciones, cuyas directrices serán fijadas por el Director del proyecto, teniendo en cuenta la información geológica y geotécnica existente y los datos obtenidos de los reconocimientos realizados mediante sondeos, calicatas, penetraciones y prospecciones geofísicas.

El Estudio de Ejecución de las inyecciones constará, al menos de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) selección de la clase de inyección;
- c) pruebas de inyectabilidad;
- d) lavado del terreno;
- e) presiones de inyección;
- f) métodos para el confinamiento de la inyección;
- g) planos de taladros y fases del tratamiento;
- h) prescripciones e instrucciones para la ejecución.

#### Información del terreno

Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias particulares de la obra, se recopilará y complementará la información geológica y geotécnica del terreno del siguiente modo:

- a) **En macizos rocosos.** Descripción de la estructura geológica; planos de las familias de diaclasas principales con indicación de su orientación, buzamiento y características de abertura y del relleno; catalogación y localización en planos de los accidentes geológicos tales como fallas, zonas falladas, milonitos, plegamientos, etc.; características hidrológicas: niveles freáticos, presión del agua intersticial, resultados de las pruebas de permeabilidad tipo Lugeon y otras.
- b) **En macizos rocosos con cavernas.** En los terrenos cársticos; localización de zonas carstificadas; localización y estimación del tamaño y volumen de las cavernas, conductos y su intercomunicación. En terrenos volcánicos, origen, formación y determinación mediante métodos mecánicos o geofísicos de la distribución estadística de posibles cavernas y conductos.
- c) **En terrenos sueltos y suelos.** Clasificación y naturaleza mineralógica; granulometría, porosidad; plasticidad; permeabilidad, mediante resultados de ensayos tipo Lefranc u otros; niveles freáticos y presión intersticial.
- d) **Aguas subterráneas.** Localización de acuíferos, con determinación de sus dimensiones y características del material, presión intersticial, permeabilidad, etc. En corrientes subterráneas, localización, velocidad, caudal y características químicas del agua.

#### Selección de la clase de inyección y definición de las mezclas.

Basándose en la información indicada en el apartado anterior se procederá a seleccionar la clase de inyección, tanto en lo que se refiere al sistema de perforación como a la mezcla de inyección, presiones, cantidades, caudales y demás parámetros que intervienen en el proceso.

Conforme en la finalidad del tratamiento de inyecciones y a las características del medio a inyectar, se procederá al estudio y definición de la formulación de las mezclas tipo a emplear, mediante ensayos de laboratorio sistemáticos para determinar los parámetros de inyectabilidad: viscosidad, tiempo de estabilidad, tiempo de endurecimiento o fraguado, temperatura; también se definirán las características del producto final una vez endurecido, tales como resistencia, deformabilidad, retracción, sinéresis de los geles, erosionabilidad y resistencia a la lixiviación.

## Métodos de inyección de los taladros

Se aplicará el método de inyección del taladro que haya sido fijado en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones.

El Director podrá ordenar modificaciones del método de inyección si los resultados de los trabajos iniciales de inyección o las singularidades encontradas en el terreno así lo aconsejaran.

La inyección de los taladros se podrá realizar por alguno de los siguientes métodos:

- a) inyección por fases descendientes;
- b) inyección por fases ascendentes;
- c) inyección por tubo-manguito;
- d) inyección con puntaza perdida.

El procedimiento a seguir en el método de inyección por fases descendentes será el siguiente: se perfora un tramo y se inyecta; a continuación se reperfora el tramo y se prolonga la perforación en un nuevo tramo que se inyecta, continuando de esta forma hasta completar la inyección en el tramo de taladro previsto.

En la inyección por fases ascendentes el procedimiento a seguir será el que se describe a continuación: una vez perforado el taladro en su totalidad se inyecta por tramos, comenzando la inyección desde el fondo del taladro hasta la boca; los tramos a inyectar se aíslan del resto del taladro aun no tratado mediante un obturador.

La inyección con tubo manguito se ejecuta siguiendo el procedimiento siguiente: una vez perforado el taladro en toda su longitud, se equipa con un tubo manguito; el espacio anular que queda entre tubo y terreno se sella con una mezcla de arcilla-cemento, llamada comúnmente vaina o "gaine", para evitar fugas de inyección por la boca del taladro. La inyección se hace mediante la colocación de un obturador doble en la zona del tubo a nivel del manguito por donde se desee inyectar. Para que la inyección sea posible es necesario que la vaina, que hace función de obturador longitudinal, se rompa por la presión de la mezcla que se inyecta desde dentro del tubo, por lo que su composición y resistencia deberán ser adecuadas al efecto.

El procedimiento a seguir en la inyección con puntaza perdida se describe a continuación: se perforan los taladros mediante una tubería lisa en cuyo extremo inferior se ha acoplado una herramienta especial terminada en punta. Una vez alcanzada la profundidad necesaria, se levanta la tubería, dejando perdida la herramienta, comúnmente llamada puntaza, en el fondo del taladro. La inyección se realiza de forma continua a medida que se eleva la tubería hasta su extracción total.

## Pruebas de inyectabilidad

En los casos en que el volumen de la obra así lo aconsejen, se deberán realizar pruebas de impermeabilidad. Estas pruebas de inyectabilidad consisten en la realización de tratamientos de ensayo, a escala natural, en determinadas zonas de terreno que, en sí mismas, presentan características homogéneas desde el punto de vista de los tratamientos de inyecciones.

En el Estudio de Ejecución se indican las pruebas que, en su caso, se consideran necesarias, así como el fin que se persigue con su ejecución, entre los que se pueden citar, como más importantes los siguientes:

- a) confirmación o modificación, en su caso, de la clase de mezcla a inyectar prevista, así como la puesta a punto de las dosificaciones de las mezclas;
- b) ajuste o modificación de las presiones y caudales de inyección, de las limitaciones de volumen inyectado por taladros de los esquemas de taladros y de cuantos factores intervienen en las operaciones de inyección;
- c) observación de los resultados de la inyección, mediante toma de muestras, análisis, excavaciones, etc., de la zona inyectada.

## Lavado del terreno

En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se determinará si es o no conveniente, tanto desde el punto de vista técnico como del económico, la realización de un lavado de las discontinuidades del macizo rocoso previamente a la ejecución de las inyecciones, con el fin de mejorar la eficiencia del tratamiento de inyecciones.

Cuando se realice un lavado en un terreno rocoso fisurado para eliminar de sus fisuras la arcilla y otros materiales finos, mediante el empleo de dispersantes mezclados con agua y aire comprimido, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos al área que se trata de lavar, para dar salida fácil al agua sucia, y evitar que el terreno pueda estar sometido a presiones intersticiales peligrosas en zonas extensas no controladas.

## Presiones de inyección

En el Estudio de Ejecución de las inyecciones, se establecerán las presiones de inyección del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y de la finalidad del tratamiento.

Se indicarán los procedimientos de control de las presiones según la importancia y naturaleza del tratamiento. Si se considera oportuno, se ordenará la colocación de manómetros registradores en la central de inyección conectados a las bombas y, además, manómetros simples en boca de taladro.

Se especificarán los medios de observación de las deformaciones que eventualmente puedan ocurrir en el terreno y otras próximas por efecto de las inyecciones. Para ello, de acuerdo con las circunstancias particulares de la obra, se dispondrá la colocación de dispositivos de observación topográfica y de auscultación en profundidad tales como extensómetros, péndulos, inclinómetros, dilatómetros, etc.

Se utilizarán dispositivos para la limitación automática de presiones y caudales en los casos en que la inyección requiera un especial cuidado.

## Métodos para el confinamiento de la inyección

Para impedir la inyección a zonas del terreno que no interese tratar, se adoptarán, en función de la naturaleza del terreno y del tipo de tratamiento, las medidas y precauciones necesarias para que la inyección quede razonablemente confinada. Estas medidas deberán servir para evitar el consumo inútil del producto inyectado, la mala calidad global del tratamiento, así como la contaminación de los cauces, el cegamiento de conductos, drenes y filtros, la inyección imperfecta de las partes próximas del terreno y otros perjuicios derivados de una difusión incontrolada de la inyección.

#### Planos de taladros y fases de perforación

El estudio de ejecución de las inyecciones incluirá los planos de los sistemas de taladros para la inyección. Se confeccionarán planos de situación de los taladros en planta y perfiles transversales en los que se dibujará el contorno de las obras de fábrica, o de rellenos, ya construidas y las pendientes de ejecución con todos los detalles que deben tenerse en cuenta durante la ejecución de las inyecciones.

En los planos de los taladros deberá figurar la clave de designación de cada taladro, su orientación, inclinación, longitud y diámetro. También figurará el orden de perforación y la agrupación y secuencia de taladros para distintas etapas de inyección, si los hubiere, dentro del mismo tratamiento o campaña de inyecciones.

Se definirá el procedimiento de perforación de los taladros según el medio a perforar y la clase de inyección seleccionada. También se definirán las fases o tramos de perforación de los taladros individuales, si las hubiere.

Se indicarán los criterios a seguir durante los trabajos de perforación para fijar la profundidad efectiva que deben alcanzar los taladros.

La separación entre taladros dependerá de la naturaleza del terreno a tratar y de las presiones de inyección compatibles con aquél.

#### **1.2.1.4 Condiciones de ejecución**

Las actividades que requiere la ejecución de las inyecciones son:

- a) programa de trabajos;
- b) replanteo de taladros;
- c) accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares;
- d) perforación de taladros y pruebas;
- e) ejecución de la inyección;
- f) retirada de equipos y limpieza de tajos.

#### Programa de trabajos

En base a la finalidad de las inyecciones, a la información actualizada del medio a tratar, a lo establecido en este Pliego y a las instrucciones dadas por el Director, el Contratista elaborará un programa de trabajos.

El programa de trabajos, deberá incluir, entre otros:

- a) esquema de taladros;
- b) cronograma de trabajos que, con detalle suficiente, establezca la duración e interrelación, de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución;

c) equipo de perforación. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos;

d) equipos de inyección. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos, silos, etc., serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

El programa de trabajos se someterá a la aprobación del Director.

## Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

Será de aplicación lo siguiente:

### **a) Acceso a las obras**

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta del Contratista, todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares para transporte tales como carreteras, caminos, sendas, pasarelas, planos indicados, montacargas para el acceso de personas, transporte de materiales a la obra, etc.

Estas vías de comunicación e instalaciones auxiliares serán gestionadas, proyectadas, construidas, conservadas, mantenidas y operadas así como demolidas, desmontadas, retiradas, abandonadas o entregadas para usos posteriores por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista deberá obtener de la Autoridad competente las oportunas autorizaciones y permisos para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de carácter público como privado.

### **b) Acceso a los tajos**

El presente artículo se refiere a aquellas obras auxiliares e instalaciones que, además de las indicadas en el apartado c), serán necesarias para el acceso del personal y para el transporte de materiales y maquinaria a los frentes de trabajo o tajos, ya sea con carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de las obras.

La Dirección se reserva el derecho para sí misma y para las personas autorizadas por el Director, de utilizar todos los accesos a los tajos construidos por el Contratista, ya sea para cumplir las funciones a aquella encomendadas como para permitir el paso de personas y materiales necesarios para el desarrollo de los trabajos.

El Director podrá exigir la mejora de los accesos a los tajos o la ejecución de otros nuevos, si así lo estima necesario para poder realizar debidamente la inspección de las obras.

Todos los gastos de proyecto, ejecución, conservación y retirada de los accesos a los tajos, serán de cuenta del Contratista no siendo, por tanto, de abono directo.

### **c) Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares**

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares necesarias para la ejecución de las obras definitivas.

Su coste será de cuenta del Contratista por lo que no serán objeto de abono al mismo, excepto en el caso de que figuren como unidades de obra independiente comprobadas por el Director.

Se considerarán instalaciones auxiliares de obra las que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- oficinas y laboratorios de la Dirección;
- instalaciones de transporte, transformación y distribución de energía eléctrica y de alumbrado;
- instalaciones telefónicas y de suministro de agua potable e industrial;
- instalaciones para servicios del personal;
- instalaciones para los servicios de seguridad y vigilancia;
- oficinas, laboratorios, almacenes, talleres y parques del Contratista;
- instalaciones de áridos, fabricación, transporte y colocación del hormigón, fabricación de mezclas bituminosas;
- cualquier otra instalación que el Contratista necesite para la ejecución de la obra.

Se considerarán como obras auxiliares las necesarias para la ejecución de las definitivas que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- obras para el desvío de corrientes de aguas superficiales, tales como ataguías, canalizaciones, encauzamientos, etc.;
- obras de drenaje, recogida y evacuación de las aguas en las zonas de trabajo;
- obras de protección y defensa contra inundaciones;
- obras para agotamientos o para rebajar el nivel freático;
- entibaciones, sostenimientos y consolidación del terreno en obras a cielo abierto y subterráneas.
- obras provisionales de desvío de la circulación de personas o vehículos, requeridas para la ejecución de las obras objeto del contrato.

Durante la vigencia del contrato, serán de cuenta y riesgo del Contratista el funcionamiento, la conservación y el mantenimiento de todas las instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares.

#### **d) Maquinaria y medios auxiliares**

El Contratista está obligado, bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las máquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras, en las condiciones de calidad, potencia, capacidad de producción y en cantidad suficiente para cumplir todas las condiciones del contrato, así como a manejarlos, mantenerlos, conservarlos y emplearlos adecuada y correctamente.

La maquinaria y los medios auxiliares que se hayan de emplear para la ejecución de las obras, cuya relación figurará entre los datos necesarios para confeccionar el Programa de Trabajos, deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y autorizados, en su caso, por el Director.

El equipo quedará adscrito a la obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en que ha de utilizarse, en la inteligencia de que no podrá retirarse sin consentimiento expreso del Director y debiendo ser reemplazados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación exija plazos que aquél estime han de alterar el Programa de Trabajos.

Si durante la ejecución de las obras el director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier motivo, los equipos autorizados no fueran los idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajos, deberán ser utilizados o incrementados en número por otros que lo sean.

El Contratista no podrá reclamar si, en el curso de los trabajos y para el cumplimiento del contrato, se viese precisado a aumentar la importancia de la maquinaria de los equipos o de las plantas y los medios auxiliares, en calidad, potencia, capacidad de producción o en número, o a modificarlo, respecto de sus previsiones.

### Perforación de taladros y pruebas

Antes de ser inyectados todos los taladros, se comprobará que tienen la longitud útil perforada así como el diámetro requerido, como precaución frente a posibles desprendimientos del terreno o reducción de sección por deformaciones del mismo ocurridas durante el tiempo transcurrido entre la perforación y la inyección.

El Director especificará la frecuencia de los ensayos de permeabilidad que sea oportuno realizar, así como su naturaleza, es decir: ensayos tipo Lugeon, para terrenos rocosos, y ensayos tipo Lefranc, para gravas y suelos.

### Ejecución de la inyección

#### **a) Generalidades**

La ejecución de la inyección incluye las siguientes operaciones:

1. dosificación y preparación de las mezclas;
2. transporte de la mezcla desde la mezcladora a la bomba de inyección;
3. limpieza y comprobación de los taladros a inyectar;
4. colocación de obturadores en los taladros;
5. bombeo de la mezcla a los taladros;
6. retirada de obturadores y limpieza de taladros;
7. precauciones y vigilancia durante las inyecciones;
8. toma y registro de datos de inyección.

#### **b) Dosificación y preparación de las mezclas**

El contratista deberá comprobar, al término de cada turno de trabajo, que el consumo de los materiales concuerda con las dosificaciones teóricas de las mezclas y calcular, asimismo, las desviaciones respecto del consumo teórico.

Diariamente deberá compensar dichas desviaciones para evitar que se acumulen errores del mismo signo con el consiguiente perjuicio de la calidad del tratamiento.

El Director podrá obligar a repetir el trabajo de inyección a cargo del Contratista si se detectaran desviaciones ocasionadas por las causas descritas en el párrafo anterior.

#### **c) Transporte de la mezcla desde la mezcladora hasta la bomba de inyección**

Si el transporte se realiza por tuberías, la mezcla deberá transportarse desde la batidora de la instalación de fabricación a un depósito adosado a la bomba de inyección. No se admitirá, en ningún caso, la conexión directa a la bomba de inyección.

Si el transporte se realiza por medios discontinuos, es decir, mediante vagonetas o vehículos sobre neumáticos se deberán evitar a toda costa las sacudidas, vibraciones y cualquier fenómeno que pueda alterar las características de la mezcla a inyectar; en este sentido se deberá garantizar que la pista de

transporte sea lisa o que el transporte se realice mediante vehículos sobre carriles. Los recipientes en que se transporte la mezcla deberán estar dotados de agitadores y estar cerrados para evitar la acción de los agentes atmosféricos y la caída de cuerpos extraños en la mezcla.

#### **d) Limpieza y comprobación de los taladros a inyectar**

Antes de proceder a la inyección se comprobará si el taladro ha sufrido derrumbe de sus paredes, desprendimientos que disminuyan su longitud útil o si se detecta la presencia de cuerpos extraños. Estas comprobaciones se realizarán introduciendo una varilla calibrada, con el diámetro mínimo necesario, hasta el fondo del taladro.

Los taladros se lavarán, si se considera necesario y si el terreno es rocoso, con agua a presión o con agua y aire, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y del aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

#### **e) Colocación de obturadores en los taladros**

Los dispositivos obturadores de taladros, los artilugios para la inyección con retorno dentro del taladro, los cabezales de emboquillamiento y demás accesorios para equipar los taladros a inyectar, serán de tipos y calidades suficientemente sancionados y sometidos a la aprobación del Director.

El Contratista dispondrá de una serie de modelos de obturadores que sean adecuados para confinar el tramo a inyectar, teniendo en cuenta el método empleado en la perforación del taladro, la naturaleza del terreno y el tipo de mezcla a inyectar. Si por obturación defectuosa, la inyección contornease el obturador y endureciese por encima del mismo, quedando por tanto aprisionada la varilla de inyección e inutilizado el taladro, será por cuenta del Contratista la reparación de esta avería a satisfacción del Director quien podrá ordenar la ejecución e inyección de un nuevo taladro a cargo del Contratista.

No se aceptarán errores en la colocación de obturadores dentro de un taladro, superiores al diez por ciento (10%) de la longitud del tramo que se inyecte.

#### **f) Bombeo de la mezcla a los taladros**

Antes de comenzar el bombeo de inyección, el Contratista deberá haber instalado un sistema de comunicación telefónico entre la central donde se encuentran las bombas y el taladro que se inyecta. En obras de pequeña importancia será suficiente un par telefónico directamente conectado, pero en obras importantes tendrá que disponer de un sistema telefónico más completo, suplementado con una señal acústica o luminosa para transmitir las órdenes de operación y los incidentes que puedan presentarse.

El Contratista controlará minuciosamente el proceso de bombeo. En general, cuando la presión tienda a subir, se deberá reducir paulatinamente el caudal, debiendo llegarse a la presión máxima con el caudal mínimo posible. Una inyección que no siga esta norma general es muy probable que sea insuficiente o defectuosa, por lo que no serán admisibles las inyecciones que se consideren terminadas, por haberse alcanzado la presión de cierre sin disminuir antes el caudal. El Contratista estará obligado a repetir a su costa el proceso de inyección si hubiera incurrido en esta falta.

Si durante el proceso de bombeo no se lograra alcanzar la presión de cierre, se observarán, además, bajadas de presión, cambios bruscos de caudales, etc., se parará el bombeo y se analizará el fenómeno observado. Asimismo se vigilará el entorno de la obra por si aparecieran fugas de inyección, resurgencias, roturas del terreno o desperfectos en las instalaciones cercanas.

#### **g) Retirada de obturadores y limpieza del taladro**

Una vez terminada la inyección de un tramo de taladro, se desplazará el obturador hasta la nueva posición, continuando inmediatamente la inyección del mismo hasta llegar a final del proceso. Si por

cualquier motivo no se pudiera realizar la inyección de manera continua, se deberán retirar los obturadores con cuidado de no producir efectos de succión en los taladros ya que se podría alterar la calidad del tratamiento en la parte superior del tramo recién inyectado.

El Contratista deberá garantizar que el taladro cuya inyección va a continuar, estará limpio y libre de cuerpos extraños que pudieran caer del exterior; asimismo evitará la entrada de aguas, tapando lo más herméticamente posible el referido taladro.

El Contratista deberá disponer de los medios necesarios para evacuar los residuos de mezcla de inyección procedentes de fugas, limpieza de circuito y detritus de perforación, debiendo evitar que estos residuos se decanten o endurezcan en el suelo, en cuyo caso deberán ser eliminados a su costa, en lugares debidamente autorizados.

#### **h) Precauciones y vigilancia durante las inyecciones**

Durante el proceso de inyección el contratista deberá llevar a cabo una vigilancia minuciosa y permanente en los siguientes aspectos:

- **Fugas de mezclas.** La vigilancia para detectar fugas de mezclas abarcará a zonas suficientemente alejadas del punto de inyección mientras se intenta su taponamiento. Si la fuga fuera importante e imposible su taponamiento, deberá paralizarse la inyección. En estos casos es aconsejable, antes de paralizar la inyección, aumentar la viscosidad de la mezcla que se esté inyectando.
- **Comunicaciones de inyección entre taladros.** Deberá tomarse nota de todas las comunicaciones de mezclas de inyección que se observen entre taladros durante la inyección, anotándose el número de identificación del taladro por el que se inyecta y el taladro o taladros que han resultado comunicados, así como la presión de inyección en el momento en que se produjo la comunicación.

El Contratista estará obligado a tomar las precauciones que estime necesarias para asegurar que no existe peligro de cegar con la inyección los drenes u otros conductos y dispositivos de la obra definitiva, bien mediante el relleno con arena fina de los conductos y su posterior lavado o por otros procedimientos.

El Director definirá el modo de realizar la vigilancia y observación por auscultación de los posibles movimientos y deformaciones que las inyecciones puedan inducir en el terreno y en las obras o instalaciones próximas. Para este fin se dispondrán sistemas de observación topográfica o de auscultación en superficie o en el interior.

Con independencia de lo indicado en el párrafo anterior, el Contratista estará obligado a mantener una vigilancia mediante la observación visual y con medios que no requieran instrumentos o equipos de auscultación específicos sino, solamente, los de la topografía usual en obras y mediante la colocación de testigos en juntas de obras de fábrica u otros medios similares.

#### **i) Toma y registro de datos de la inyección**

De cada uno de los taladros y de sus tramos de inyección se registrarán los siguientes datos:

- a) fecha, hora y clave de identificación del taladro;
- b) características de la mezcla:
  1. formulación;
  2. viscosidades iniciales y finales en la inyección;
  3. presiones.

- c) cantidad total de productos consumidos;
- d) cantidad neta, realmente inyectada en el terreno, deducidos los volúmenes de relleno del propio taladro, tuberías, pérdidas por fugas, escapes y lavado de bombas y tuberías en los cambios de los puntos de inyección.

#### Retirada de equipos y limpieza de tajos

Una vez terminados los trabajos de inyección, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obras, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación, restos de mezclas de inyección y demás desperdicios originados por las operaciones de inyección, siendo todos estos trabajos a su cargo.

#### **1.2.1.5 Control de calidad**

##### Control de ejecución

En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se establecerán las medidas adecuadas para proteger durante los trabajos de inyección los elementos de obras ya realizadas y que pudieran resultar dañados o alterados, tales como drenes, filtros, juntas de las fábricas, etc.

Será necesario establecer una distancia mínima entre taladros que se inyectan, o que estén recién inyectados, y los que se estén perforando, en función de la permeabilidad del terreno, con el fin de evitar que el fluido de perforación pueda contaminar o lavar la mezcla de inyección recién inyectada o en proceso de inyección.

El Contratista deberá llevar un control riguroso y permanente del estado de la perforación o inyección de los taladros, anotando expresamente las profundidades de los taladros perforados, el volumen de mezcla inyectada en cada taladro, las presiones de inyección y las fases de inyección realizadas, si la obra se ejecuta por fases o etapas de perforación o inyección con distintas mezclas.

El Contratista deberá elaborar un parte del estado de los trabajos en cada cambio de turno que cada capataz o jefe de tajo deberá entregar al que lo sustituye, dando copia del mismo al Director, si éste lo solicitare.

El Contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de perforación e inyección y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en la operación de perforación o de inyección.

En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se darán las oportunas prescripciones e instrucciones para la ejecución de la inyección, según el objetivo y tipo de tratamiento a realizar, conforme a la naturaleza y características del terreno.

El Estudio de Ejecución deberá concretar el sistema de línea de inyección y el método de inyección de los taladros que han de adoptarse en la ejecución de las inyecciones.

Se especificarán expresamente las características que deben cumplir las instalaciones de equipos de inyección tales como silos y almacenes de materiales, dosificadores, mezcladoras, bombas de transporte de las mezclas, bombas de inyección, dispositivos en los taladros, etc., así como las longitudes máximas de transporte de mezclas por tuberías.

Se establecerán sistemas de control de calidad de las mezclas a inyectar midiendo los parámetros de inyectabilidad de aquéllas: viscosidad, decantación, tiempo de endurecimiento o fraguado, temperatura,

etc., así como las características del producto final una vez endurecido: resistencia, deformabilidad, sinéresis, retracción, erosionabilidad, posibilidad de deslave, dureza, etc.

### Control de producción

El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por el Director. Esta pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción,

Será obligatorio el control de los materiales empleados en las mezclas de inyección, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su empleo.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de las mezclas de inyección en los siguientes puntos:

- a) funcionamiento y error de medida de los dosificadores. La comprobación se efectuará, al menos, al principio de cada turno de trabajo;
- b) que las dosis de cada uno de los componentes de la mezcla fijadas en los dosificadores correspondan correctamente a la dosificación ordenada. La comprobación se efectuará al principio de cada turno de trabajo y siempre que se cambie de dosificación;
- c) densidad de la mezcla, en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de Producción, en la salida de la mezcladora;
- d) viscosidad de la mezcla, en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de Producción, en el depósito receptor-contador o en la boca del taladro;
- e) características de la mezcla endurecida en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de Producción.

El Contratista estará obligado a efectuar de manera permanente el control de las presiones de inyección. Se utilizarán manómetros de calidad reconocida, tarados periódicamente y provistos de dispositivos de protección contra el contacto directo con la mezcla. La amplitud total de la escala graduada de los manómetros no será mayor del doble de la presión máxima prevista.

El control del caudal y volumen de la mezcla bombeada se realizará en todos los casos por el procedimiento que se indique en el Estudio de Ejecución. Este procedimiento estará en consonancia con la importancia, circunstancias y posición de los trabajos de inyección y la naturaleza de los materiales empleados.

### Control de recepción

La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción aprobada por el Director.

El Director, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de inyección siguiendo los puntos indicados en el anterior apartado.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos de inyección en los que al realizar el control de recepción, se detectaran errores que pudieran afectar la calidad del trabajo contratado.

### Criterios de aceptación y rechazo

### Informes periódicos

El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique el Director, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos efectuados.

Los informes incluirán las siguientes materias:

- a) recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados;
- b) análisis de los resultados parciales de trabajo realizado, con indicación de datos tales como: adsorciones por metro (m) de taladro y por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de terreno tratado, pruebas y ensayos realizados, etc.;
- c) recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

### **Informe final**

Una vez finalizados los trabajos de inyección, y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación, el Contratista entregará al Director un Informe final que constará de las siguientes partes:

- a) parte 1ª Recopilación de los datos depurados planos de taladros inyectados, cantidades de mezclas inyectadas por metro (m) de taladro, volúmenes de materiales consumidos en la inyección, fotografías, incidencias y cuantos sucesos sean de interés técnico;
- b) parte 2ª Análisis de resultados y conclusiones.

#### **1.2.1.6 Criterio de medición y abono**

Se establecerá en cada caso particular la forma de efectuar la medición y abono de los trabajos efectuados, mediante la definición de las partidas alzadas y precios unitarios correspondientes a las distintas operaciones, suministros y trabajos en que se agrupen las diversas actividades que formen parte del objeto del contrato.

No serán de abono las mezclas de inyección que no se inyecten realmente; es decir, la que queda, después de terminar una etapa de inyección en las tuberías, depósitos u otros recipientes de la instalación de inyección, estas mezclas se desecharán sin costo alguno después de dos horas de permanecer en depósitos o en circulación.

No serán de abono los taladros inyectados donde conste que no se han cumplido las especificaciones relativas a las presiones, volúmenes inyectados, caudales de inyección, métodos de inyección, etapas, colocación de obturadores y cualquier otra cuya no observancia pueda dar lugar a la realización de un trabajo defectuoso.

No serán de abono las inyecciones realizadas con mezclas cuya temperatura sea, en algún punto de su recorrido, superior a veinticinco grados centígrados (25 °C), ni inferior a cinco grados centígrados (5 °C).

No será de abono la inyección realizada en taladros rellenados o contaminados por resurgencias de inyección de otros taladros cercanos que no hayan sido adecuadamente limpiados por el Contratista, en cuanto se advierta dicho fenómeno. El Director podrá ordenar, si lo considera oportuno, la perforación e inyección de un nuevo taladro en las proximidades del contaminado e inutilizado, a cargo del Contratista.

#### **1.2.1.7 Normas de referencia**

Documento básico SE-C del CTE apartado 8

## 1.2.2 Inyecciones del terreno con mezclas de cemento

### 1.2.2.1 Definición

Se define como inyecciones del terreno con mezclas de cemento, los tratamientos del terreno por inyecciones de mezclas cuyo componente endurecedor es el cemento.

### Clasificación

Las inyecciones con mezclas de cemento se clasifican de la siguiente manera:

**Clase A. Inyecciones de cemento.** Suspensiones de cemento puro, con o sin aditivos. Pueden contener bentonita hasta un dos por ciento del peso del cemento  $B/C \leq 2\%$  para disminuir su estabilidad. Esta clase se divide en los siguientes apartados:

- a) A.1 sin productos de adición;
- b) A.2 con productos de adición inertes (Kieselguhr, harina mineral, etcétera);
- c) A.3 con cenizas volantes.

Generalmente se emplearán aditivos estabilizadores de la suspensión.

**Clase B Inyecciones de cemento-bentonita.** Suspensiones estables con un contenido de bentonita igual o superior al dos por ciento (2%) del peso del cemento. Esta clase se divide en los siguientes apartados:

- B.1 sin productos de adición, excepto bentonita;
- B.2 con productos de adición inertes;
- B.3 de cemento-cenizas volantes-bentonita.

**Clase C Inyecciones de suspensiones de cemento activadas.** Dispersiones estables de cemento activadas por:

- C.1 vía mecánica (turbo agitador de muy alta velocidad);
- C.2 vía química (generalmente con polvo de aluminio).

**Clase D Inyecciones de mortero de cemento.** Mezclas de la Clase A o B, con adición de arena fina, generalmente menor de un milímetro y veinticinco centésimas (1,25mm).

**Clase E Inyecciones de mezclas de mortero activadas.** Mezcla de la clase C, con adición de arena fina.

**Clase F Inyecciones de arcilla-cemento.** Suspensiones estables de arcilla natural y cemento en agua, o de bentonita y cemento, en las que el contenido de arcilla es muy alto respecto de las suspensiones de la Clase B. Realmente son suspensiones de arcilla en agua a las que se adiciona cemento para conseguir una pequeña resistencia mecánica para bloquear la mezcla en los intersticios del suelo.

No se consideran las mezclas de cemento-silicato por no ser adecuadas para la inyección del terreno, debido a su tendencia a la formación de grumos de silicato.

### Aplicaciones

Las suspensiones de cemento puro y agua, con o sin aditivos pero sin bentonita, por su baja estabilidad, solamente se podrán emplear en la inyección de terrenos con huecos de gran tamaño relativo respecto del grosor de los granos de cemento, y corto recorrido de la inyección, en gravas limpias, rocas duras y muy fisuradas con diaclasas abiertas y en inyecciones de contacto rocahormigón;

Las mezclas A y B son adecuadas para las inyecciones de impermeabilización y consolidación en macizos rocosos y en terrenos de gravas y arenas gruesas. La resistencia final de la mezcla endurecida disminuye al aumentar la relación bentonita-cemento (B/C);

La inclusión de productos de adición inertes, Kieselguhr, harina de rocas calizas, cenizas volantes aunque sean de baja o nula actividad puzolánica, servirán para abaratar el coste de la mezcla y disminuir la retracción de la mezcla inyectada. La adición de cenizas volantes muy finas, recogidas con recuperador electrostático, aumenta la estabilidad de las mezclas, además de su posible actividad puzolánica;

Las inyecciones de la Clase C son adecuadas para la consolidación de gravas sumergidas en el agua, o bajo el nivel freático en terrenos sueltos, debido a su no miscibilidad temporal con el agua;

Las mezclas de la Clase D se emplean para rellenar grandes huecos y cavernas del terreno, en las inyecciones de contacto de la bóveda de los revestimientos de hormigón y en la consolidación de los rellenos de entibación de las obras subterráneas;

La aplicación principal de la Clase E es en los hormigones especiales de áridos colocados en seco y posteriormente inyectados, en obras bajo el agua y en el macizado de espacios confinados;

La Clase F sólo podrá emplearse en inyecciones de impermeabilización donde no sean necesarias características geomecánicas de cierta consideración.

### **1.2.2.2 Materiales**

#### **Cemento**

El cemento para inyecciones del terreno, además de cumplir las prescripciones expuestas para inyecciones del terreno, cumplirá las siguientes:

- a) finura de molido;
- b) residuo acumulado sobre el tamiz de 900 mallas por centímetro cuadrado máx. 0,30%;
- c) residuo acumulado sobre el tamiz de 4 900 mallas por centímetro cuadrado máx. 4,00 %;
- d) superficie específica Blaine, en  $\text{cm}^2/\text{g}$ . mín. 4 503.

#### **Agua**

#### **Aditivos**

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno (agua). En todo caso se ensayará la eficacia del aditivo teniendo en cuenta que ésta depende de la dosificación de cemento en la mezcla.

#### **Productos de adición**

Los productos de adición inertes cumplirán lo establecido para inyecciones del terreno expuestas para inyecciones del terreno (aditivos).

La bentonita cumplirá lo establecido para inyecciones del terreno.

## Arena

La arena para las inyecciones de mezclas de mortero de cemento cumplirá las prescripciones expuestas para inyecciones del terreno. El tamaño máximo de la arena no será mayor de 1,25mm.

## Arcilla

La arcilla cumplirá lo establecido para inyecciones del terreno

## Equipos

Además de lo establecido en 1.2.2.1 serán de aplicación las prescripciones que a continuación se indican:

Las mezcladoras serán, obligatoriamente, del tipo denominado de alta turbulencia, provistas de turbina cuya velocidad tangencial será superior a veinte metros por segundo (20 m/s).

A propuesta del Contratista podrán aceptarse otros tipos de aparatos mezcladores, siempre que éste aporte pruebas de su eficiencia y referencias de experiencias satisfactorias en otras obras o bien se realicen ensayos en la obra que demuestren su idoneidad.

Los productos de adición, con excepción de la arena, se prepararán en batidoras independientes, mezclándolos con agua antes de su incorporación a la lechada de cemento. Para ello se dispondrá en obra de los correspondientes equipos de mezclado, maceración, homogeneización y depósitos para la alimentación de la mezcladora, de acuerdo con las necesidades de la obra.

El depósito regulador donde se almacena la lechada una vez fabricada, estará provisto de un sistema de agitación mediante paletas cuya velocidad de giro no será inferior a cien revoluciones por minuto (100 r.p.m.).

Las bombas de inyección deberán estar equipadas con mecanismos de mando que posibiliten el control de la presión y del caudal, con precisión y agilidad, desde cero hasta los máximos autorizados. En el caso de bombas de pistones, el número de éstos será, como mínimo, de dos (2), preferentemente de inmersión y, obviamente, con ciclos de funcionamiento alternativo solapados; las bombas serán aptas para la eventual inyección de mezclas con alto porcentaje de arena.

No se permitirá el empleo de aparatos de inyección por descarga intermitente mediante aire comprimido.

g) Las tuberías desde la salida de la bomba hasta el taladro tendrán un diámetro útil máximo de veinticinco milímetros (25mm.).

### **1.2.2.3 Condiciones generales**

#### Estudio de ejecución de las inyecciones

Se prestará especial atención a la definición de las mezclas tipo más adecuadas según la finalidad del tratamiento, impermeabilización o consolidación, en base a las características del medio a inyectar y a las condiciones de la estructura que, en su caso, se apoye sobre el terreno.

Se determinarán los límites entre los cuales habrán de estar comprendidas las características principales de las suspensiones. Se concretarán estas características que, como mínimo, serán las siguientes:

- a) relación agua/cemento (A/C) inicial y final;
- b) relación bentonita/cemento, en su caso, o arcilla/cemento;

- c) decantación. En tanto por ciento (%) de la altura de agua separada en superficie. Curva de tiempo-% de decantación, en función del tiempo de amasado (generalmente 10 minutos), especialmente en suspensiones inestables. Como característica final se tomará la decantación en % al cabo de un tiempo determinado, generalmente a los sesenta minutos (60 min);
- d) viscosidad, en segundos. Medida en Cono Marsh para las mezclas de las clases A, B, C V F y en Cono Mecasol o cono Prepakt para las Clases D y E;
- e) rigidez, en centipoises (1 cp = 1mPa.s). Solamente en el caso de suspensiones tixotrópicas, mediante el viscosímetro de Stormer o con otro tipo de viscosímetro de reconocida idoneidad;
- f) resistencia a compresión, de la mezcla endurecida, a los 3, 7 y 28 días, en N/mm<sup>2</sup>.

### Métodos de inyección de los taladros

Será de aplicación el 1.2.1.3 de Parte 3.

El Director podrá concretar el método de inyección de los taladros según la naturaleza del medio a inyectar: por fases descendentes, por fases ascendentes, con tubo manguito o con puntaza perdida.

El Director podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de inyección así lo justifiquen

#### **1.2.2.4 Condiciones de ejecución**

Será de aplicación lo expuesto para inyecciones del terreno

### Preparación de las mezclas

#### **Generalidades**

Las mezclas se prepararán de acuerdo con la dosificación o formulación establecida en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones. La formulación se deberá ir ajustando durante los trabajos iniciales de inyección.

#### **Suspensiones de cemento**

El tiempo de mezclado del cemento con el agua en la mezcladora de turbina no será inferior a dos (2) minutos; asimismo, el tiempo de permanencia de la lechada de cemento en los agitadores no será superior a una (1) hora.

Como norma general, en las mezclas para inyección de macizos rocosos, la relación agua/cemento será la menor compatible con la inyectabilidad y la penetrabilidad adecuada a las grietas y fisuras a inyectar. En general, la relación agua/cemento (A/C) estará comprendida entre 3/1 y 1/1.

#### **Mezclas de cemento-bentonita o de cementoarcilla**

Las suspensiones de cemento-agua y de bentonita-agua, o arcilla-agua se prepararán en mezcladoras distintas. Las suspensiones bentonita-agua o arcilla-agua se prepararán con una antelación mínima de veinticuatro horas (24 h) a su empleo, manteniéndolas en agitación durante todo este tiempo. El agua para las suspensiones de bentonita o de arcilla deberá estar exenta de cemento.

La suspensión de cemento-agua deberá pasar a un recipiente dotado de agitador al que se incorporará la suspensión de bentonita-agua, o arcilla-agua, de forma que al mezclarse ambas suspensiones se obtenga la composición previamente establecida.

### **Inyección en macizos rocosos**

Tanto si el método de inyección es por fases ascendentes como si lo es por descendentes, los tramos de inyección de cada fase tendrán una longitud no superior a cinco metros (5m).

Antes de iniciar la inyección del taladro deberá procederse a su lavado con agua y aire a presión hasta que el agua de retomo sea clara. Cuando se utilice el método de inyección por fases descendentes, el lavado se realizará al terminar la inyección de cada tramo y no antes de que la lechada haya iniciado su fraguado, salvo que el Director ordene que no se realice esta operación de lavado y que, en cambio, sea reperforado el tramo una vez transcurridas veinticuatro horas (24 h) de haberlo inyectado.

Si se inyecta por fases descendentes, el obturador deberá colocarse a un metro (1 m) por encima del extremo inferior del último tramo inyectado.

Una vez comenzada la inyección, deberá continuarse sin interrupción hasta que se alcance la presión de cierre establecida.

Se dará por terminada la inyección de un tramo de taladro cuando la presión de cierre se alcance con un caudal de inyección inferior a cinco litros por minuto (5 l/min) durante diez minutos (10 min). A continuación se mantendrá cerrado el tramo durante diez minutos (10 min) como mínimo y, si al abrirlo, refluyese la mezcla, se volverá a cerrar hasta que la mezcla inicie su endurecimiento.

En los taladros inyectados por fases descendentes, el Contratista efectuará una prueba de permeabilidad en toda la longitud, excepto el último tramo no reperforado, colocando el obturador en la boca del taladro. Si el ensayo de la prueba fuese satisfactorio el taladro se rellenará con una mezcla espesa desde el fondo del taladro. Si el taladro hubiera de quedar vacío se taponará cuidadosamente en su boca.

### **Inyección en gravas y suelos**

Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará al Director el valor de la Pérdida de Presión en el sistema formado el obturador doble y la válvula del manguito, dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida en el Estudio de Ejecución. El Contratista será responsable de la exactitud de este dato, del que el Director podrá ordenar su verificación en cualquier momento.

Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vaina" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible; sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjesen dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción hasta alcanzar la presión de cierre o el volumen correspondiente a la admisión máxima establecida, salvo que surja algún incidente que aconseje paralizar la inyección.

Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará por otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

El Contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador doble para inyectar por cada manguito de un taladro. El Director podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista,

de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador, si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

#### **1.2.2.5 Control de calidad**

##### **Control de suministros**

El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas.

La temperatura de las mezclas no deberá sobrepasar los veinticinco grados centígrados (25° C), ni ser inferior a cinco grados centígrados (5° C), en ningún punto de su recorrido. Para ello el Contratista estará obligado a proteger eficaz y permanentemente las tuberías, depósitos y otras instalaciones por las que circula la mezcla de inyección, si fuese necesario. En ningún caso se permitirá que las tuberías estén expuestas al sol de forma continuada ni en largos tramos.

Las mezclas que circulen o permanezcan más de dos (2) horas en los depósitos, bombas, tuberías u otras conducciones serán desechadas por cuenta del Contratista.

Periódicamente se confeccionarán probetas con las mezclas de inyección que se dejarán endurecer en las condiciones adecuadas para cada tipo de mezcla. El curado y conservación de las probetas se realizará según las normas para el curado de probetas de hormigón. La rotura se realizará a los siete (7) y veintiocho (28) días, o a la edad que indique el Director.

##### **Control ejecución**

El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e inyección de los taladros para poder garantizar que, en todo momento, se cumplen las prescripciones exigibles.

El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- a) el número de identificación del taladro;
- b) el número del tramo inyectado;
- c) la fecha y hora del principio y final de la operación;
- d) la posición del obturador o el número del manguito inyectado;
- e) los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso;
- f) la dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectadas entre dos variaciones de uno de estos parámetros;
- g) el registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora;
- h) la absorción total de lechada del tramo;
- i) las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección.

##### **Control de recepción**

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno.

En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en malla o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

#### **1.2.2.6 Criterio de medición y abono**

En todo caso, como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que el Director ordenase perforar.

En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizarán mediante ensayos tipo Lefranc.

Los ensayos Lugeon se realizaran con agua limpia y clara y por tramos de taladro de tres (3) a cinco metros (5m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. Los obturadores simples serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos, los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación del Director.

Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación del nivel.

Cuando lo ordene el Director se rebasarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías, para observar directamente el resultado de las inyecciones

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno

#### **1.2.2.7 Normas de referencia**

Documento básico SE-C del CTE apartado 8.

### **1.2.3 Inyecciones del terreno con silicatos**

#### **1.2.3.1 Definición**

Se define como inyecciones del terreno con silicatos los tratamientos del terreno por inyecciones de una mezcla formada por silicato sódico y agua y un reactivo orgánico o inorgánico que, al cabo de un cierto tiempo, gelifica pasando de sal a gel.

#### **Clasificación**

Los geles de silicato se clasifican en dos clases:

- a) geles plásticos o blandos, formados por una disolución de silicato sódico de treinta y ocho grados Baumé (38° Bé) en agua y un reactivo mineral;
- b) geles duros, formados por una disolución.

#### **Aplicaciones**

Los geles plásticos o blandos se utilizan para impermeabilizar terrenos arenosos sin modificar sus características mecánicas. Su campo de aplicación más eficaz es el de terrenos con permeabilidades K de Darcy comprendidas entre  $5 \times 10^{-1}$  y  $10^{-3}$  cm/s.

Los geles duros de silicato se utilizan para impermeabilizar y consolidar terrenos arenosos con permeabilidades comprendidas entre  $K = 10^{-1}$  y  $K = 10^{-3}$  cm/s. y para impermeabilizar rocas porosas o con fisuras demasiado finas para ser inyectadas con mezclas de cemento.

### **1.2.3.2 Materiales**

Los materiales básicos para formar un gel de sílice son, generalmente, el silicato sódico con densidad de treinta y ocho grados Baumé (38 Bé), el agua y un reactivo, que puede ser de naturaleza orgánica o mineral.

Los materiales cumplirán lo especificado inyecciones del terreno (silicatos).

#### **Equipos**

Será de aplicación lo establecido inyecciones del terreno

Las mezcladoras de los distintos componentes para elaborar el gel de sílice tendrán un dispositivo de agitación mediante paletas cuya velocidad de giro será del orden de cien revoluciones por minuto (100 r.p.m.) como máximo.

Se evitará que los conductos de suministro de agua provoquen la oclusión de aire en ella. El agua con exceso de oxígeno o gas carbónico emulsionado puede producir perturbaciones graves en la formación del gel de sílice.

Las bombas de inyección deberán permitir el control de la presión y el caudal con precisión y agilidad desde cero hasta los máximos autorizados; si se utilizan bombas de pistones, deberán tener más de dos que funcionen coordinados en línea. Generalmente, podrán utilizarse bombas semejantes a las empleadas para la inyección de mezclas de cemento, siempre que cumplan con las condiciones anteriores.

### **1.2.3.3 Condiciones generales**

#### **Métodos de inyección de los taladros**

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno (método inyección de taladros).

El Director podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de inyección así lo justifiquen.

#### **Estudio de ejecución de las inyecciones**

Será de aplicación lo establecido para las inyecciones del terreno

### **1.2.3.4 Condiciones de ejecución**

#### **Generalidades**

Será de aplicación lo establecido para las inyecciones del terreno

## Preparación de los geles

El Contratista someterá a la aprobación del Director la formulación de la mezcla y las características y procedencia de los reactivos acompañando referencias de trabajos satisfactoriamente ejecutados con estos productos y su formulación, especialmente en lo referente a la durabilidad, erosionabilidad y resistencia a la lixiviación del gel, una vez inyectado.

Antes de aceptar el producto el Director podrá ordenar al Contratista la realización de una prueba de inyección en el terreno con el fin de comprobar el comportamiento del gel propuesto.

## Inyección de geles de sílice en macizos rocosos

La inyección de geles de sílice en macizos rocosos deberá realizarse una vez ejecutado un primer tratamiento con mezclas de cemento.

La operación de inyección de un taladro se realizará de forma continua hasta alcanzar la presión de cierre; solamente se paralizará la inyección en el caso de presentarse incidentes tales como fugas importantes, comunicaciones entre taladros y otros que, a juicio del Director, necesiten una reconsideración sobre la inyección que se esté realizando.

## Inyección de geles de sílice en gravas y suelos

Se realizarán las inyecciones de geles de sílice en gravas y suelos una vez ejecutado un primer tratamiento con arcilla o bentonita-cemento para rellenar los huecos o poros demasiado grandes para ser inyectados con geles de sílice.

Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará al Director el valor de la pérdida de presión en el sistema formado por el obturador doble y la válvula del manguito; dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida.

Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vainas" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible; sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjeren dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción, salvo incidentes, hasta alcanzar la presión de cierre o el volumen correspondiente a la admisión máxima establecida.

Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará por otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

El Contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador para inyectar por cada manguito de un taladro. El Director podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista, de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador; si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

### **1.2.3.5 Control de calidad**

## Control de suministros

El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas

#### Control de las mezclas de inyección

El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones.

La temperatura de las mezclas no deberá sobrepasar los veinticinco grados centígrados (25° C) ni ser inferior a diez grados centígrados (10° C) en ningún punto de su recorrido. Para ello el Contratista estará obligado a proteger eficaz y permanentemente las tuberías, depósitos y otras instalaciones por las que circule la mezcla de inyección si fuese necesario. En ningún caso se permitirá que las tuberías estén expuestas al sol de forma continuada ni en largos tramos.

Se confeccionarán periódicamente, con la frecuencia que ordene el Director, probetas de gel duro y probetas de gel mezclado con una muestra de suelo a inyectar, previamente cribada por el tamiz 0.5 UNE de medio milímetro (0,5mm). Las probetas se conservarán, parte sumergidas en agua hasta el momento de su rotura, y el resto en ambiente húmedo o enterrado en arena con humedad similar a la del suelo a inyectar.

#### Control de la inyección

El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e inyección de los taladros para poder garantizar que en todo momento, se cumplen las prescripciones exigidas.

El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- a) el número de identificación del taladro;
- b) el número del tramo inyectado;
- c) la fecha y hora del principio y final de la operación;
- d) la posición del obturador o el número del manguito inyectado;
- e) los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso;
- f) la dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectadas entre dos variaciones de uno de estos parámetros;
- g) el registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora;
- h) la absorción total de lechada del tramo;
- i) las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección.

#### Control de recepción

Será de aplicación lo establecido para las inyecciones del terreno

En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en mallas o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

En todo caso como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que el Director ordenase perforar.

En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizarán mediante ensayos tipo Lefranc.

Los ensayos Lugeon se realizarán con agua limpia y clara y por tramos de taladro de tres (3) a cinco metros (5m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. Los obturadores simples, serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos; los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación del Director, quien podrá exigir que se determinen prácticamente las pérdidas de carga que producen con objeto de no falsear los resultados del ensayo.

Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación del nivel.

Cuando lo ordene el Director se realizarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías, para observar directamente el resultado de las inyecciones.

## Informes

Será de aplicación lo establecido para las inyecciones del terreno.

### **1.2.3.6 Criterio de medición y abono**

Será de aplicación lo establecido en las inyecciones del terreno

### **1.2.3.7 Normas de referencia**

Documento básico SE-C del CTE apartado 8.

## 1.2.4 Inyecciones del terreno con resinas

### **1.2.4.1 Definición**

Se define como inyecciones del terreno con resinas los tratamientos del terreno con este material de altos polímeros sintéticos, de baja viscosidad.

Será de aplicación lo establecido en inyección de terrenos

## Clasificación y aplicaciones

Según el tipo de resina las inyecciones se clasifican en:

a) inyecciones de resinas en solución acuosa: incluyen las resinas fenólicas (fenol-cresol, resorcina-formaldehído), furánicas (urea-formaldehído o melamina formaldehído) y acrílicas;

- b) inyecciones de resinas reactivas incluyen las resinas epoxi y las de poliéster;
- c) inyecciones de resinas expansivas: incluyen las resinas de poliuretano, empleadas en el taponamiento de grandes huecos.

## Aplicaciones

La aplicación de las resinas en los tratamientos del terreno es la siguiente:

- a) inyecciones de consolidación: permiten mejorar las condiciones mecánicas del terreno eliminando deformaciones irreversibles debidas a la falta de compacidad del mismo a causa de fisuras abiertas o zonas trituradas o milonitizadas;
- b) inyección de impermeabilización: para disminuir la permeabilidad del terreno.

Generalmente los tratamientos de consolidación con resinas son, a la vez, de impermeabilización. La finalidad principal del tratamiento determinará la naturaleza de la resina a emplear y la forma en que éste deba ser realizado.

### 1.2.4.2 Materiales

El material básico de las mezclas de inyección es una resina, o sistema de resinas, que puede presentarse en las formas siguientes:

- a) **Monómeros acuosos.** Emulsiones finas de monómeros en agua o en otros disolventes, que mediante reactivos adecuados, catalizadores, endurecedores, iniciadores, etc., polimerizan en un tiempo regulable. Las resinas más utilizadas de este grupo son las fenoplásticas y las aminoplásticas cuya resistencia final a compresión puede variar entre 0.1 y 10 N/mm<sup>2</sup>, según la concentración. Su viscosidad es próxima a la del agua.
- b) **Polímeros precondensados.** Polímeros que, unidos a reactivos endurecedores, se reticulan una vez inyectados, dando lugar a productos termoestables de gran resistencia a compresión, del orden de 100 N/mm<sup>2</sup>, y resistencia a tracción entre el cuarenta (40) y ochenta por 100 (80 %) de la de compresión. Generalmente a este tipo de resinas se le añaden productos que posibilitan su reticulación en presencia de agua. Las más utilizadas son las resinas reactivas epoxídicas y de poliéster.

Los productos de adición son cargas inertes que se incorporan al producto de inyección con el fin de abaratarlo y, en algunos casos, dar cuerpo a la mezcla inyectada en fisuras y huecos de grandes dimensiones. Los más usuales son las harinas de rocas. No es aconsejable que la adición de estos productos se haga en obra, sino que deben ser incorporados al producto de inyección por el fabricante o el formulador.

## Equipos

Las mezcladoras de los distintos componentes de las resinas dispondrán de un dispositivo de agitación y mezclado que no deje zonas muertas en el recipiente. El tiempo necesario para la composición y homogeneización del producto final estará en función, principalmente, del tipo de resina a emplear, bien mediante normas dictadas por ensayos previos o por las especificaciones que indique el fabricante.

Las bombas de inyección serán de pistones, con dos cilindros como mínimo, pudiendo ser accionadas por motores eléctricos, hidráulicos o de aire comprimido, siempre que garanticen un régimen de bombeo regular y suave en pequeños caudales. Su caudal deberá ser regulado con precisión y de forma continua mediante accionamiento directo. El caudal mínimo será de cinco litros por minuto (5 l/min).

### **1.2.4.3 Condiciones generales**

#### Estudio de ejecución de las inyecciones

El Contratista llevará a cabo el estudio de las mezclas de inyección para obtener las dosificaciones más adecuadas según la finalidad del tratamiento, impermeabilización o consolidación, en base a las características del medio a inyectar y las condiciones de la estructura que, en su caso, se apoye sobre el terreno.

Las mezclas a base de monómeros acuosos deberán poseer las siguientes propiedades:

- a) baja viscosidad, próxima a la del agua, que se mantenga invariable hasta el momento de su polimerización una vez inyectada;
- b) estabilidad física y química suficiente para mantener su penetrabilidad en el terreno y alcanzar el límite de la zona a tratar según el radio de acción previsto para la inyección;
- c) una vez completado el proceso de polimerización, el producto sólido o plástico obtenido no deberá ser soluble erosionable ni degradable por las aguas subterráneas.

Las mezclas a base de polímeros precondensados deberán poseer las siguientes propiedades:

- a) el tiempo de endurecimiento, o "potlife", no será inferior al necesario para realizar la inyección hasta alcanzar el radio de acción previsto, o viceversa;
- b) la viscosidad de la mezcla será, como máximo, quinientos centipoises (500 cP) a veinticuatro grados centígrados (24° C).

#### Métodos de inyección de los taladros

Será de aplicación lo establecido (métodos de inyección de los taladros) para las inyecciones de terrenos.

El director podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de Inyección así lo justifiquen.

### **1.2.4.4 Condiciones de ejecución**

#### Generalidades

Será de aplicación lo establecido para inyección del terreno.

#### Preparación de resinas

En la inyección de rocas se podrá utilizar todo tipo de resinas, tanto en forma de monómeros acuosos como de polímeros precondensados. La inyección de suelos se realizará únicamente con resinas en forma de monómeros acuosos.

La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### Inyección de resinas en rocas

El método a utilizar, salvo indicación en contra será el de fases descendentes: una vez terminada la inyección de un tramo, se dejará que polimerice la resina y se reperforará el taladro para proceder a la fase siguiente.

Una vez comenzada la inyección, deberá continuarse sin interrupción hasta que se alcance la presión de cierre establecida.

El obturador deberá colocarse a veinticinco centímetros (25 cm), como mínimo, por encima de la base del último tramo inyectado anteriormente.

### Inyecciones de gravas y suelos

Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará al Director el valor de la pérdida de presión en el sistema formado por el obturador doble y la válvula del manguito; dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida.

Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vaina" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible para la inyección, sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjeren dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción, salvo incidentes, hasta alcanzar la presión de cierre o el límite de volumen establecido.

Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará a través de otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

El contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador doble para inyectar por cada manguito de un taladro. El Director podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista, de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador, si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

### Condiciones de seguridad e higiene

La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza así como los remanentes de disolvente empleados deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Cuando la inyección se ejecute en espacios cerrados se tomarán las precauciones necesarias para asegurar una ventilación adecuada.

Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de seguridad e higiene en los trabajos con resinas sintéticas.

Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o cremas barrera protectoras, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la resina.

En los espacios cerrados todo el aparellaje eléctrico deberá ser antideflagrante.

#### 1.2.4.5 Control de calidad

El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas.

En la siguiente Tabla se indican los controles que generalmente se deben realizar en las mezclas de inyección con resinas:

Control de las mezclas de inyección con resinas

Características	Número de ensayos	Condiciones de rechazo
Dosificación de la mezcla	Uno por cada mezcla	Error superior al 2% en volumen de la dosificación establecida
Tiempo de endurecimiento	Uno por cada mezcla	Tiempo de endurecimiento superior o inferior en 10 minutos al establecido

El Contratista deberá proteger contra las temperaturas extremas las tuberías, depósitos, etc., donde circule o se almacene la resina a inyectar. Las temperaturas a que deberá mantenerse la resina dependerán de su naturaleza y se seguirán las instrucciones del fabricante, en el caso de ser resinas comerciales. En ningún caso se permitirá que las tuberías de conducción de la resina estén expuestas al sol o al hielo, debiendo protegerse adecuadamente en el caso de que tengan que estar a la intemperie.

Se confeccionarán periódicamente con la frecuencia que ordene el Director probetas con las mezclas de inyección que se dejarán endurecer en las condiciones adecuadas para cada tipo de mezcla.

#### Control de la inyección

El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e Inyección de los taladros para garantizar que, en todo momento, se cumplen las prescripciones exigidas.

El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- a) el número de identificación del taladro;
- b) el número del tramo inyectado;
- c) la fecha y hora del principio y final de la operación;
- d) la posición del obturador o el número del manguito inyectado;
- e) los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso;
- f) la dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectada entre dos variaciones de uno de estos parámetros;

- g) el registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora;
- h) la absorción total de lechada del tramo;
- i) las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección.

## Control de recepción

En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en malla o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

En todo caso, como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que el Director ordenase perforar.

En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizaran mediante ensayos de tipo Lefranc.

Los ensayos Lugeon se realizarán con agua limpia y clara y por tramos de taladros de tres (3) a cinco metros (5m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. los obturadores simples serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos; los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación del Director, quien podrá exigir que se determinen prácticamente las perdidas de carga que producen con objeto de no falsear los resultados del ensayo.

Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación del nivel.

Cuando lo ordene el Director se realizarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías para observar directamente el resultado de las inyecciones.

## Informes

Será de aplicación lo establecido en inyecciones del terreno

### **1.2.4.6 Criterio de medición y abono**

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno

### **1.2.4.7 Normas de referencia**

Documento básico SE-C del CTE apartado 8.

## 1.2.5 Inyecciones en terrenos cavernosos

### **1.2.5.1 Definición**

Se define como inyecciones en terrenos cavernosos el conjunto de operaciones necesarias para rellenar los grandes huecos no accesibles del terreno, mediante la introducción a través de taladros, de un

producto fluido a presión que posteriormente solidifica. Estos tratamientos son frecuentes en terrenos kársticos y volcánicos.

Será de aplicación lo establecido en inyecciones del terreno

### Aplicaciones

Las aplicaciones de las inyecciones en terrenos cavernosos son las siguientes:

- a) inyecciones de consolidación, para mejorar las características mecánicas y resistentes del medio rocoso y disminuir su deformabilidad;
- b) inyecciones de impermeabilización, para reducir la permeabilidad del medio rocoso.

Generalmente el efecto de la inyección suele ser al mismo tiempo de consolidación e impermeabilización; no obstante, la finalidad primordial del tratamiento determinará la forma en que deba ser realizado.

#### **1.2.5.2 Materiales**

El Contratista podrá proponer al Director el empleo de productos taponantes, aunque sean de naturaleza orgánica o perecedera, cuando lo requieran las condiciones hidrogeológicas tales como corrientes de agua con presión, conductos intercomunicados, etc. Estos productos se emplearán en todo caso como medios provisionales para cortar las corrientes de agua y su empleo no excluye la necesidad de efectuar las inyecciones Para el relleno definitivo.

### Equipos

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno.

#### **1.2.5.3 Condiciones generales**

### Estudio de ejecución de las inyecciones

Generalmente, el tratamiento de los terrenos cavernosos constará de las siguientes fases:

- a) confinamiento de la zona a tratar, mediante inyecciones de taponamiento de los conductos naturales del terreno y cavernas situados en el entorno de la zona delimitada en los planos;
- b) localización de cavernas y accidentes de la roca, en el interior de la zona antes delimitada, así como las corrientes de agua a presión. Esto se realizará mediante una serie de taladros situados en filas o grupos, o mediante galerías si fuera económicamente ventajoso. Los taladros de reconocimiento se utilizarán posteriormente para la inyección;
- c) tratamiento de los rellenos de cavernas. Se estudiará en cada caso la conveniencia de vaciar de detritus, materiales deleznable, arcilla, acarreos, etc., o de comprimirlos mediante un tratamiento de inyecciones de cemento a presión;
- d) inyección principal. Seguidamente se realizará la inyección de los grandes huecos conductos y cavernas a través de taladros dispuestos adecuadamente, en una o varias filas o en grupos, según los accidentes encontrados. La mezcla de inyección podrá ser a base de cemento, arcilla, arena u otros materiales análogos;

e) inyección complementaria. Una vez rellenadas las cavernas más importantes se ejecutará el tratamiento ordinario en macizos rocosos no cavernosos. Se tendrá la precaución de analizar cualquier anomalía que se presente durante la perforación, o en la inyección, que pueda ser indicio de haber detectado nuevos huecos que deberán ser tratados individualmente.

## Métodos de inyección de los taladros

Se recomienda tener en cuenta que las cavernas suelen estar rellenas total o parcialmente de materiales blandos, por lo que pueden producirse desprendimientos durante la perforación o la inyección que dificulten ambas operaciones.

### **1.2.5.4 Condiciones de ejecución**

En el Estudio de Ejecución, que el Contratista debe someter a la aprobación del Director, además de las inyecciones ordenadas se tratará específicamente la ejecución por procedimientos atípicos para taponar conductos y rellenar las cavernas previamente localizadas. Se preverán, además, los medios y métodos que podrían utilizarse en el caso de encontrar nuevas cavernas o huecos en el transcurso de los trabajos.

### **1.2.5.5 Control de calidad**

Será de aplicación lo establecido para inyecciones del terreno

## Informes

Será de aplicación lo establecido en inyecciones del terreno

### **1.2.5.6 Criterio de medición y abono**

Será de aplicación lo establecido en inyecciones del terreno.

### **1.2.5.7 Normas de referencia**

Documento básico SE-C del CTE apartado 8.

## **1.3 Pilotajes**

### **1.3.1 Pilotes de hormigón in situ**

#### **1.3.1.1 Definición**

Se define como pilote de hormigón in situ el elemento resistente construido con hormigón en el interior del terreno de forma cilíndrica cuya longitud es superior a ocho veces su menor dimensión y que transmite al terreno circundante las cargas de la estructura que soporta.

Los pilotes se emplean en la cimentación indirecta de estructuras de todo tipo para transmitir las cargas a una determinada profundidad del terreno cuando éste no ofrece superficialmente la capacidad portante requerida.

## Clasificación

Los pilotes de hormigón in situ se clasificaban, de acuerdo con la Norma Tecnológica de la Edificación "Cimentaciones. Pilotes in situ" (NTE, CPI), de la siguiente manera:

- a) pilotes de desplazamiento, con azuche (CPI-2);
- b) pilotes de desplazamiento, con tapón de gravas (CPI-3);
- c) Pilotes de extracción, con entubación recuperable (CPI-4).
- d) pilotes de extracción, con camisa perdida (CPI-5);
- e) pilotes perforados, sin entubación, con lodos tixotrópicos (CPI-6);
- f) pilotes barrenados, sin entubación (CPI-7);
- g) pilotes barrenados (CPI-8).

En la siguiente tabla se muestra la equivalencia del CTE y la NTE:

CIMENTACIONES PROFUNDAS (DB-SE-C)				(02)
TIPOS DE PILOTES HORMIGONADOS "IN SITU"				
Tipología			NTE	Características
Por desplazamiento	Con azuche		CPI-2	Escasa profundidad Transmisión por punta Perfora estratos duros
	Con tapón de gravas		CPI-3	Por fuste y punta Suelos compacidad media
	Por rotación		-	No transmite vibraciones
Por extracción	Con entubación	Recuperable	CPI-4	Escasa profundidad Generalmente por punta
		Camisa perdida	CPI-5	Suelos muy agresivos Transmisión por punta
	Sin entubación	Lodos tixotrópicos	CPI-6	Suelos muy blandos Transmisión por punta
		Barrenados	CPI-7	Suelos consistentes Gran profundidad
		Barrenados horm. por tubo central	CPI-8	Suelos consistentes Gran profundidad

### 1.3.1.2 Materiales

#### Hormigón

Los hormigones para los pilotes de hormigón in situ cumplirán las siguientes condiciones:

- a) tener una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta en su ejecución, aun extrayendo la entubación, con una consistencia líquida;
- b) no ser atacables por el terreno circundante.

#### Armaduras

Será de aplicación lo establecido para armaduras en este pliego.

Las armaduras transversales se sujetarán a las longitudinales por ataduras o soldadura. En pilotes hasta de diez metros (10 m) de longitud podrán admitirse las ataduras; a partir de esta longitud, las armaduras deberán estar soldadas entre sí, al menos en uno (1) de cada dos (2) puntos de contacto.

## Equipos

Los equipos para la ejecución de pilotes moldeados in situ, serán máquinas de origen industrial y modelos homologados que deberán cumplir las condiciones, normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial.

El equipo necesario para la ejecución de las obras ofrecerá las máximas garantías en lo referente a los extremos siguientes

- a) precisión en la hincada de la entubación;
- b) mínima perturbación del terreno;
- c) continuidad de los pilotes;
- d) calidad del hormigón.

Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno hicieran aconsejable el cambio del tipo de pilotes, el Contratista estará obligado a sustituir por su cuenta los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

### **1.3.1.3 Condiciones generales**

#### Estudio de ejecución

Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación suficiente, el Contratista presentará al Director, para su aprobación, un Estudio de Ejecución de los pilotes, según las directrices marcadas por este último.

El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

El Estudio de Ejecución, de los pilotes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) planos de la estructura a cimentar y solicitudes sobre los pilotes;
- c) perforación de pilotes;
- d) hormigonado de los pilotes.

Información del terreno. Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias de la obra, se recopilará y complementará la información geológica y geotécnica del terreno, si no fuera suficiente, mediante sondeos de reconocimiento teniendo en cuenta lo indicado en el anterior párrafo, para determinar la capacidad portante del terreno a distintas profundidades.

Planos de la estructura y solicitudes sobre los pilotes. El Estudio de Ejecución incluirá planos de la estructura a cimentar o a recalzar con los detalles necesarios para definir la posición adecuada de los

mismos, que se dibujarán en planta y en perfiles transversales, en los que figurarán las longitudes, diámetros, inclinaciones de los pilotes y todos los detalles que deban tenerse en cuenta además de las sollicitaciones, fuerzas de compresión, de tracción, si las hubiera, y momentos flectores, esfuerzos cortantes, etc. También figurarán las designaciones o claves de identificación de los pilotes.

Pruebas y ensayos in situ de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con los mismos. Como más importantes se indican los siguientes:

- a) confirmación o modificación, en su caso, de las longitudes y diámetros de los pilotes;
- b) pruebas de carga de los pilotes con el fin de comprobar su capacidad portante y, por lo tanto, sus características geométricas y la resistencia del hormigón.

Perforación de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicará el método de perforación, el diámetro y la profundidad de los pilotes; dicho método dependerá de la naturaleza del terreno y del tipo de pilote in situ elegido.

Hormigonado de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las características del hormigón a emplear, así como la cuantía y la forma de colocación de la armadura, que dependerá del tipo de pilote elegido, y la forma de realizar la fabricación y la puesta en obra del hormigón; su transporte, vertido y compactación.

### Programa de trabajos

En base a la clase de obra para la que se ejecutan los pilotes, a la información actualizada del terreno y la importancia de las acciones a soportar, al tipo de pilotes elegido, a lo establecido en este Pliego y en el PPTP (Pliego de Condiciones Técnicas Particulares), el Contratista elaborará un programa de trabajos.

El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- esquema del pilote;
- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.

El Programa de Trabajos se someterá a la aprobación del Director.

#### **1.3.1.4 Condiciones de ejecución**

##### Generalidades

Las actividades que requiere la ejecución de los pilotes in situ son:

- a) replanteo de pilotes;
- b) accesos, instalaciones obras y medios auxiliares;
- c) ejecución del pilote;
- d) descabezado y terminación de los pilotes;
- e) retirada de equipos y limpieza de tajos.

Se confeccionará un parte de ejecución de cada pilote en el que constará la fecha de ejecución, el tiempo empleado en realizarlo (Perforación, colocación de armaduras y hormigonado), longitud alcanzada, diámetro, volumen de hormigón empleado y armadura, altura del descabezado y cualquier variación con respecto al proyecto con todos los incidentes apreciados en el curso de la ejecución. En los pilotes con extracción del terreno se indicarán las capas atravesadas de éste, resaltando sus diferencias con respecto al proyecto, y en su caso la longitud del empotramiento logrado en la punta.

El hormigonado de los pilotes podrá ejecutarse de modo continuo o discontinuo, tanto si se realiza en seco como en agua, salvo en el caso de hormigonado con lodos tixotrópicos que deberán ser continuo. Si el hormigonado se efectúa en seco, y en un momento dado penetra el agua en el interior de la entubación, el pilote será considerado defectuoso. Si esto se repitiera, o bien, desde el principio si el terreno es permeable y acuífero, se preferirá llenar la entubación de agua al mismo nivel que la capa freática, efectuando el hormigonado sumergido (hormigonado en agua).

Los pilotes, una vez terminados, deberán quedar hormigonados a una altura superior a la definitiva; este exceso será demolido una vez endurecido el hormigón. La altura de este exceso a sanear será como mínimo la mitad del diámetro del pilote, cuando la cabeza quede sobre el nivel freático del terreno, y en vez y media el diámetro, cuando ésta quede por debajo de dicho nivel.

La armadura longitudinal del pilote se empalmará mediante solape de cuarenta centímetros (40 cm), como mínimo, soldándose y/o atándose con alambre en toda la longitud del mismo. En el caso de utilizar cercos como armadura transversal, los cierres se harán mediante solape de ocho centímetros (8 cm), como mínimo, y se soldarán y/o atarán con alambres en toda su longitud, disponiéndose la posición del solapo alternada para cercos sucesivos. Ambas armaduras se atarán fuertemente entre sí formando una jaula capaz de soportar las operaciones del hormigonado; se colocará ésta, sobre el fondo de la perforación o se introducirá en el hormigón vertido según los casos, limpia, exenta de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

En todos los tipos de pilotes moldeados in situ, salvo en los de desplazamiento, se prestará especial atención a la limpieza del fondo de la perforación antes de proceder al hormigonado del pilote. El Contratista deberá comunicar al Director el procedimiento que haya previsto para realizar correctamente esta operación.

Todo pilote en el que exista una diferencia apreciable en menos o una gran diferencia en más entre el volumen teórico del hormigonado y el realmente empleado se considerará defectuoso. En el hormigonado discontinuo la máxima altura de vertido será de un metro (1 m). El hormigonado de cada pilote, se realizará sin interrupción hasta su terminación no admitiéndose juntas de hormigonado.

Las armaduras de los pilotes no deberán moverse apreciablemente durante el hormigonado. Todo pilote en el que no suceda esto, es decir, cuando la armadura suba notablemente o descienda hasta perderse dentro del hormigón deberá considerarse defectuoso.

No se permitirá la hincada con desplazamiento de pilotes o entubaciones en un radio de tres metros (3m) alrededor de un pilote hormigonado, con entubación recuperada, hasta que el hormigón haya alcanzado una resistencia mínima a compresión de 3 Newtons por milímetro cuadrado ( $3 \text{ N/mm}^2$ ) determinada mediante ensayos previos. Tampoco se permitirá la perforación con extracción durante ese mismo plazo, en un radio igual a tres diámetros y medio, a partir del centro del pilote, salvo en el caso de pilotes barrenados.

No se iniciará la operación de saneo de la cabeza, ni la colocación de los encofrados para el encepado, en ese mismo tiempo. Después del descabezado, los pilotes sobresaldrán del terreno una longitud tal que permita un empotramiento del hormigón de diez centímetros (10cm), como mínimo, en el encepado.

El Contratista deberá realizar un control continuo del estado de la obra anotando expresamente los pilotes realizados y los que están en curso de perforación y hormigonado, así como todos los datos que se consideren de interés.

Se confeccionarán gráficos donde se anoten de forma unívoca y sencilla los datos antes citados y todos los que se consideren necesarios para que el personal responsable, por parte del Director y del Contratista, puedan conocer en todo momento, el estado del proceso de la obra sin cometer errores.

### Replanteo de los pilotes

El Contratista llevará a cabo el replanteo de cada uno de los taladros de acuerdo con el esquema aprobado por el Director.

El Contratista adoptará un sistema lógico de designación de los taladros que permita identificarlos en los esquemas y planos y en la obra. La identificación en obra será mediante marcas o señales permanentes de forma que, inequívocamente, se correspondan con su respectivo taladro.

### Condiciones de seguridad en el trabajo

El Contratista deberá tener, en todo momento, el control de todas las operaciones de ejecución de los pilotes, siendo responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en alguna de las operaciones desarrolladas.

Las zonas de trabajo se señalarán y protegerán adecuadamente, así como las áreas de paso de cargas suspendidas, que quedarán acotadas.

El estado de los aparatos de elevación y de los dispositivos de manejo, hincas o perforación será revisado diariamente antes de comenzar los trabajos.

El transporte suspendido de armaduras debe realizarse por colgado mediante eslingas bien enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad debiendo efectuarse la sustentación de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores y encargados del manejo y montaje de armaduras irán provistos de guantes, casco y calzado de seguridad.

En los casos en que sea necesario realizar trabajos en el fondo del pilote excavado, debe estar asegurada la eficacia de la entubación para evitar colapsos de la excavación, así como la imposibilidad de que caigan objetos o materiales en la misma, frente a lo que estará protegida la boca del pilote. En esos casos, se dispondrá de una jaula para la extracción rápida y de máscaras de protección para las vías respiratorias cuando exista la posibilidad de que emanen gases tóxicos en la excavación.

En las instalaciones eléctricas para elementos auxiliares, como hormigoneras y vibradores, se dispondrá a la llegada de los conductores de acometida un interruptor diferencial según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, y para su puesta a tierra se consultará la NTE "EP-Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra". Los conductores de estas instalaciones y elementos, serán de tipo antihumedad e irán protegidos por cubierta aislante de suficiente resistencia mecánica.

Todo trabajador ocupado en la fabricación o manejo de hormigón irá provisto de guantes y calzado de seguridad que proteja su piel del contacto con el citado material.

Cuando el hormigonado se efectúe mediante cubas, su cierre será perfecto y se comprobará siempre, antes de su traslado al punto de aplicación.

Cuando el vertido del hormigón se realice mediante bombeo hidráulico o neumático, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial atención en su limpieza interior

una vez terminado el hormigonado, durante el cual la bomba debe ser parada a la menor señal de obstrucción de la tubería.

Cuando se empleen lodos tixotrópicos, se usarán equipos de recuperación de los mismos, y cuando ello no sea posible se concederá especial atención a su eliminación y evacuación de forma, que se evite en todo caso la suciedad y mal estado del terreno de trabajo.

Los trabajadores próximos a trabajos con lodos tixotrópicos deben utilizar gafas de protección contra salpicaduras.

Los trabajos se suspenderán cuando llueva intensamente, nieve o exista viento de velocidad superior a 50km/h.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## Ejecución de los pilotes

### **Ejecución de pilotes de desplazamiento con azuche. CPI-2**

La entubación estará provista, para su hincada, en su extremo inferior de un azuche de punta cónica o plana, metálica o de hormigón prefabricado. de diámetro exterior mayor que el del pilote en 5 cm y con su parte superior cilíndrica preparada para encajar con el extremo inferior de la entubación.

La hincada se hará mediante golpeo con maza, pisón o martillo, en la parte superior de la entubación, introduciéndolo en el terreno hasta alcanzar el rechazo, que deberá obtenerse a la profundidad prevista para el pilotaje.

Terminada la perforación se introducirá en la entubación la armadura, formada por una jaula constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. La armadura longitudinal tendrá una cuantía, como mínimo, de 5 @ 12mm Su longitud será tal que, después de descabezado el pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes el diámetro exterior de la entubación en centímetros, o cincuenta centímetros (50cm).

La armadura transversal, constituida por una espiral o por cercos tendrá una cuantía mínima de @ 6 a 20cm. El diámetro exterior del zuncho o de los cercos será igual al diámetro del pilote menos ocho centímetros (8 cm) para lograr un recubrimiento mínimo de cuatro centímetros (4cm).

El hormigonado se realizara en seco de forma continua o discontinua. La entubación se extraerá de manera que siempre quede un mínimo de dos veces su diámetro de hormigón dentro de ella, para impedir la entrada de agua, por la parte inferior del tubo. La extracción de la entubación se simultaneará con un golpeo en cabeza, para conseguir un efecto de vibrado del hormigón.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 10 a 15cm.

### **Ejecución de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas CPI-3**

La hincada de la entubación se ejecutará por golpeo sobre un tapón de gravas, arena u hormigón, formado previamente en la entubación, por capas pequeñas y compactadas energicamente, hasta obtener un tapón de longitud mínima igual a tres veces el diámetro exterior de la entubación. El hormigón del tapón de gravas tendrá una consistencia nula en el cono de Abrams (consistencia de tierra húmeda).

El golpeo sobre el tapón, con una maza o pisón, arrastrará a la entubación hasta la profundidad de rechazo, que deberá ser la prevista para el pilotaje.

Al final de la hinca, el golpeo de la maza desalojará el tapón de la entubación, previa sujeción de ésta por la máquina de pilotaje, quedando dicho tapón como punta ensanchada del pilote.

El hormigonado se realizara en seco, por tongadas que se apisonarán o vibrarán para garantizar la continuidad del fuste, el cual deberá quedar rugoso debido a que la entubación se irá extrayendo simultáneamente al apisonado del hormigón, de forma que quede siempre un mínimo de altura de hormigón, del orden de dos veces el diámetro del pilote, para impedir la entrada de agua por la parte inferior de la entubación.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima, a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 1 a 5cm.

#### **Ejecución de pilotes de extracción, con entubación recuperable. CPI-4**

La entubación se introducirá en el terreno mediante excavación, hasta la profundidad requerida. El descenso de la entubación se realizará siempre por delante de la excavación, salvo cuando haya que atravesar capas que requieran el empleo de trépano.

En terrenos muy blandos o susceptibles de sifonamiento, durante la excavación, el nivel del agua en el interior de la entubación se mantendrá un metro (1 m), por lo menos, por encima del nivel freático.

En terrenos coherentes de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empotramiento de la punta. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta e inmediatamente antes del vertido del hormigón.

El hormigonado se realizará de forma continua, con tubería siempre parcialmente sumergida en el hormigón, o discontinua, mediante un dispositivo especial que se clavará en el hormigón fresco para descargar en su interior la masa correspondiente a una capa. Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre como mínimo, dos veces el diámetro del tubo dentro del hormigón anteriormente vertido.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 10 a 15cm.

#### **Ejecución de pilotes de extracción con camisa perdida CPI-5**

El sistema de excavación es el mismo que el descrito en el apartado anterior. Realizada la excavación y antes de colocar la armadura y hormigonar el pilote, se introducirá, dentro de la entubación, la camisa perdida, que se situará en la posición prevista en el Proyecto. Se mantendrá suspendida desde la boca de la perforación, hasta la terminación de las operaciones de hormigonado.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 10 a 15cm.

#### **Ejecución de pilotes perforados sin entubación, con lodos tixotrópicos CP1-6**

La perforación se realizará utilizando lodos tixotrópicos para el sostenimiento de la pared del taladro y para facilitar la evacuación de los materiales finos.

Se deberá fijar las características de los lodos. A título orientativo se indican las características de lodos usualmente empleados:

- a) suspensión de agua-bentonita, estable y homogénea con dosificación no mayor del 10%;
- b) densidad: entre 1,02 y 1,10 g/cm<sup>3</sup>;
- c) viscosidad normal, medida en cono de Marsh igual o superior a treinta y dos (32) segundos.

Durante la perforación, se regenerarán frecuentemente los lodos, de manera que sus características se mantengan dentro de los límites fijados.

Será obligatoria la regeneración de los lodos, cuando su contenido de arena (material retenido por el tamiz 0,080 UNE) sea superior al tres por ciento (3 %) o cuando su viscosidad Marsh sea superior a cuarenta y cinco (45) segundos.

Terminada la perforación y antes de colocar la armadura, se efectuará una limpieza de fondo del taladro para eliminar los materiales sueltos y detritus de la perforación que se hayan depositado.

El hormigonado se realizará de modo continuo, bajo los lodos, de forma que al inyectar el hormigón en el fondo, éstos se desplacen hacia arriba. La tubería que coloca el hormigón irá introducida siempre cuatro metros (4 m), como mínimo dentro del hormigón anteriormente vertido.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 16 a 20cm.

#### **Ejecución de pilotes barrenados, sin entubación. CPI-7**

La ejecución de este tipo de pilotes no se autorizará cuando el terreno sea inestable y tenga que realizarse la perforación bajo el nivel freático, es un tipo de pilote adecuado a los terrenos secos y coherentes. Se realizará la perforación y extracción de las tierras mediante barrenado.

Se cuidará especialmente la limpieza del fondo del taladro y la pared del mismo, antes de proceder a la colocación de las armaduras y al vertido del hormigón con el fin de garantizar que no se produzcan desprendimientos de las paredes durante estos trabajos.

El hormigonado se realizará en seco y de forma continua.

El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- a) resistencia característica a compresión mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 10a 15cm.

#### **Ejecución de pilotes barrenados, con barrera continua. CPI-8**

La barrena continua consiste en una hélice que se desarrolla sobre un núcleo central formado por un tubo; se introduce en el terreno a rotación hasta alcanzar la profundidad prevista en una sola operación.

Alcanzada la profundidad adecuada, se procederá simultáneamente a la extracción de la barrena con las tierras alojadas en ella y al hormigonado por bombeo a través del tubo central de la misma. Durante la extracción de la barrena, el hormigón bombeado se mantendrá en contacto con el extremo inferior de la barrena.

Una vez hormigonado el pilote en seco, o bajo agua de forma continuada, se procederá a la colocación de la armadura dentro del hormigón fresco; se podrá utilizar, para ello, un vibrador acoplado.

Durante el proceso de hormigonado, se deberá combinar adecuadamente la velocidad de ascensión de la barrena, el caudal del hormigonado y la presión a que se realiza el mismo con el fin de evitar cortes o estricciones del fuste del pilote o sobresecciones y excesos de hormigón inútiles. El Contratista deberá disponer del personal cualificado y de los medios de control de estos parámetros para garantizar la buena ejecución del pilote.

El hormigón deberá cumplir las siguientes prescripciones:

- a) resistencia característica a compresión, mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 10 a 15cm.

Si se utiliza mortero grueso estabilizado, éste cumplirá las condiciones siguientes:

- a) resistencia característica a compresión, mínima a 28 días: 20 N/mm<sup>2</sup>.

#### Descabezado y terminación de los pilotes

Antes de poner en servicio los pilotes moldeados in situ, será necesario sanear la cabeza que haya de empotrarse en el encepado de hormigón de la estructura.

#### Retirada de equipos y limpieza de tajos

Una vez terminados los trabajos de ejecución de pilotes de hormigón in situ el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza, en las zonas de trabajo, de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

### **1.3.1.5 Control de calidad**

#### Control de suministros

El Contratista estará obligado a ejecutar el control de producción según la pauta de control propuesta por él y aprobada por el Director. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la elaboración del hormigón y armaduras de los pilotes tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su empleo.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de los hormigones de los pilotes en los siguientes puntos:

- a) funcionamiento y error de medida del sistema de dosificación de los componentes del hormigón. La comprobación se efectuará al menos al principio de cada turno de hormigonado;
- b) la consistencia del hormigón, medida en el cono de Abrams o en el de fluidez, según el tipo de pilote que se ejecute, una vez por cada amasada;
- c) características y resistencia del hormigón endurecido.

#### Control de producción

El Contratista estará obligado a efectuar el control del proceso de hormigonado de los pilotes en, al menos, los puntos que se indican a continuación para cada pilote:

**a) pilotes de desplazamiento:**

1. altura del hormigón dentro de la entubación;
2. que no se interrumpa el hormigonado, controlando que no entre agua del terreno en este hormigón y en caso que ocurra, que esta interrupción no supere el tiempo de iniciación de fraguado;
3. que los consumos de hormigón sean los previstos;

**b) pilotes de extracción:**

1. altura del hormigón dentro de la entubación, durante el hormigonado, así como la altura del agua dentro de dicha entubación, en función del nivel freático del terreno.
2. cuando los pilotes se hormigonen bajo agua, no se interrumpirá el hormigonado; en caso de interrupción por fuerza mayor, se pondrá este hecho en conocimiento del Director;
3. que los consumos de hormigón sean los previstos;
4. que los descensos del nivel del hormigón, dentro de la entubación, correspondan a la acomodación de éste al terreno y no a vacíos que puedan aparecer al ir retirando la citada entubación;

**c) pilotes perforados con lodos tixotrópicos y sin entubación:**

1. densidad y contenido de arena de los lodos bajo los que se hormigona el pilote.
2. que la tubería de hormigonar esté siempre sumergida dentro del hormigón la longitud necesaria;
3. que las interrupciones del hormigonado no superen el tiempo de iniciación del fraguado de éste;

**d) pilotes de barrena continua:**

1. el caudal del hormigón, la velocidad de ascensión de la barrena y la presión a que se hormigona serán, en todo momento, las previstas o, por el contrario, estarán dentro de las tolerancias adecuadas;
2. la profundidad a que deberá colocarse la armadura.

### Control de recepción

La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción aprobada por el Director y establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los pilotes.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados pilotes o grupos de pilotes en los que, al realizar el control de recepción, se detectaran errores que, a juicio del Director, pudieran afectar a la calidad del trabajo contratado.

### Criterios de aceptación y rechazo

El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique el Director, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos efectuados.

Los informes incluirán las siguientes materias:

- a) recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados;
- b) análisis de los resultados parciales del trabajo realizado, con indicación de datos tales como: metros de pilote hormigonado, profundidades alcanzadas, pruebas y ensayos realizados, etc.;

Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

Una vez finalizada la ejecución de los pilotes y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación, el Contratista entregará al Director un Informe final en donde figure un resumen de los datos obtenidos así como el análisis de resultados y conclusiones.

#### **1.3.1.6 Criterio de medición y abono**

La medición y abono se realizará considerando exclusivamente la longitud de pilote realmente ejecutada, incrementándola en la altura de descabezado en su caso.

#### **1.3.1.7 Normas básicas de referencia**

Norma Tecnológica de la Edificación "Cimentaciones. Pilotes in situ" (NTE-CPI).

### **1.3.2 Pilotes hincados**

#### **1.3.2.1 Definición**

Pilote hincado es el elemento resistente de forma alargada, generalmente cilíndrica o prismática, que se hincan en su totalidad en el terreno, a profundidades iguales o mayores a ocho (8) veces su dimensión menor, con el fin de transmitirle las cargas de la estructura que soporta.

#### **1.3.2.2 Materiales**

##### **Pilotes de hormigón armado o pretensado**

Será de aplicación lo establecido en los siguientes apartados de este Pliego:

- a) Obras de hormigón en masa, armado o pretensado.
- b) Barras lisas para armaduras.
- c) Barras corrugadas para armaduras.
- d) Armaduras activas para hormigón pretensado.

El tipo de hormigón a emplear será fijado en el proyecto. En cualquier caso, la dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) ni el tamaño máximo del árido grueso superior a veinticinco milímetros (25mm); la resistencia característica no será inferior a trescientos cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado ( $350 \text{ kp/cm}^2$ ).

##### **Pilotes de acero**

Será de aplicación lo establecido en los siguientes apartados de este Pliego:

- a) Acero laminado para estructuras.
- b) Estructuras de acero.

Los pilotes de acero estarán imprimados por una o varias manos de pintura de minio y protegidos por pinturas de tipo marítimo bituminoso. No se admitirá el alquitrán, a menos que esté neutralizado con cal apagada o con cualquier otra sustancia que haga que su reacción sea prácticamente neutra.

Si el pilote está constituido por varios trozos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la sección normal del pilote y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos trozos.

Se autoriza el empleo de forros o platabandas para asegurar los empalmes, siendo preferible que estén situados en las zonas entrantes del pilote.

### Pilotes de madera

Los pilotes irán desprovistos de su corteza en la longitud destinada a quedar hincada en el terreno y la mantendrán en las partes que permanezcan fuera, especialmente las que han de quedar sumergidas en el agua.

Los fustes de los pilotes estarán desprovistos de toda clase de salientes, a cuyo efecto deberá cortarse las ramas o nudos que posean.

Los pilotes no se someterán a ningún tratamiento preservativo contra la putrición de la madera, excepto en la zona cerrada de la punta, la cual deberá protegerse con dos (2) manos de pintura de creosota o cualquier otra de tipo similar, previamente aprobada por el Director.

La punta irá protegida por un azuche, de la forma y dimensiones que se señalan en los Planos a su vez, la cabeza del pilote irá provista de un aro de hierro ajustado en caliente para evitar que se hienda por efecto de los golpes de la maza.

### Equipos

Los equipos para la hincada de pilotes son, por lo general, martinetes provistos de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrirán desviaciones ni golpes descentrados que puedan provocar una hincada defectuosa o su rotura.

Los martinetes dispondrán de mazas que podrán ser:

- a) de caída libre y de simple efecto, con peso proporcionado al peso del pilote. Será preferible que, en el caso de pilotes de madera o metálicos, el peso de la maza sea aproximadamente igual al del pilote y no menor de la mitad  $11/21$  de éste. En el caso de pilotes de hormigón armado, podrán emplearse mazas que pesen aproximadamente la mitad ( $1/2$ ) que el pilote; en pilotes de longitud superior a veinte metros (20m) podrá admitirse que el peso de la maza sea igual al de una longitud de diez metros (10m) de pilote. En la hincada de pilotes de hormigón armado la altura de caída de la maza no deberá exceder de un metro veinticinco centímetros (1,25cm);
- b) de doble efecto, con peso equivalente no inferior a la mitad del peso del pilote, en caso de pilotes de hormigón, siendo el peso equivalente un número de toneladas igual a la energía del golpe de la maza en toneladas. Cuando el pilote sea mayor de veinte metros (20m), se admitirá un peso equivalente no inferior a diez metros (10m) de pilote.

Entre la maza y la cabeza del pilote, se dispondrá una almohadilla de madera dura u otro material elástico y un casco, sombrerete o sufridera de acero, provisto de alas laterales deslizables sobre las guías del martinete.

Para el descabezado y saneo de las cabezas de los pilotes, en caso de ser de hormigón, se utilizarán martillos picadores pequeños para no dañar la parte sana del fuste.

Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno aconsejaren el cambio del tipo de pilotes, el Contratista estará obligado a sustituir, por su cuenta, los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para realizar el trabajo en las nuevas circunstancias.

### **1.3.2.3 Condiciones generales**

#### **Estudio de ejecución**

Antes de iniciar la ejecución de los pilotes y con una antelación suficiente, el Contratista presentará al Director, para su aprobación, un Estudio de Ejecución de los pilotes según las directrices marcadas por este último.

El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

El Estudio de Ejecución de los pilotes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) planos de la obra a cimentar y solicitudes sobre los pilotes;
- c) fabricación, en su caso, y acopio de los pilotes;
- d) hinca de los pilotes;
- e) pruebas y ensayos de los pilotes:

Información del terreno. Lo mismo que para los pilotes de hormigón in situ.

Planos de la obra y solicitudes sobre los pilotes. Lo mismo que para los pilotes de hormigón in situ.

Fabricación, en su caso, y acopio de los pilotes. En el estudio de Ejecución se describirá la situación del parque de prefabricación, en su caso, y acopio de los pilotes, las instalaciones auxiliares y equipos para la fabricación, transporte, colocación y curado del hormigón, la elaboración de armaduras y los moldes, así como los elementos de manipulación, acopio y transporte de los pilotes fabricados, hasta el lugar de su hincado.

Hinca de los pilotes. El Estudio de Ejecución indicará el método de hinca a emplear, peso de la maza o martinete, en función del peso de los pilotes y la altura de caída de la maza. En el Estudio de Ejecución se definirá el rechazo a obtener durante la hinca o bien la profundidad a la que los pilotes deben llegar.

Pruebas y ensayos de los pilotes. Lo mismo que para los pilotes de hormigón in situ.

#### **Programa de trabajos**

En base a la finalidad de los pilotes, a la información actualizada del terreno y de las cargas a soportar, a lo establecido en este Pliego y a las instrucciones dadas por el Director, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos.

Este Programa deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- a) esquema de pilotaje;
- b) cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución;
- c) equipos de hinca. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en

obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

El Programa de Trabajos se someterá a la aprobación del Director.

#### Condiciones de seguridad en el trabajo

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los pilotes se izarán suspendidos de forma que la carga sea estable y segura; se tendrá en cuenta el viento existente cuando se realizan estas operaciones, que se suspenderán cuando el viento alcance una velocidad superior a los cincuenta kilómetros por hora (50 km/h).

Diariamente se revisará el estado de los dispositivos de manejo e hinca de los pilotes antes de comenzar los trabajos. Las tareas de guía del pilote serán realizadas mediante elementos auxiliares que permitan el alejamiento de trabajadores del mismo, en el momento de la hinca.

Los dispositivos de hinca deberán mantenerse, cuando no estén en uso, en posición tal que no puedan ponerse en movimiento fortuitamente para que no se produzcan caídas de la maza o de otros elementos de esta maquinaria de forma accidental.

La tarea de descabezado de los pilotes se realizará de forma que no se produzcan proyecciones de trozos o partículas de hormigón sobre personas próximas, o bien, se dispondrán los apantallamientos necesarios. Los trabajadores encargados del picado irán provistos de gafas, casco, mandil y botas de seguridad.

Los trabajadores sometidos a un nivel de ruido continuo o de impacto, que supere las limitaciones establecidas por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, deberán estar provistos de tapones o auriculares de amortiguamiento del nivel sonoro.

Se cumplirán además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### **1.3.2.4 Condiciones de ejecución**

##### Generalidades

Las actividades que requiere la ejecución de pilotes de hormigón hincados son:

- a) replanteo de los pilotes;
- b) accesos, instalaciones y medios auxiliares;
- c) fabricación, en su caso, de los pilotes;
- d) hinca de los pilotes;
- e) descabezado y preparación de los pilotes hincados, en su caso;
- f) retirada de equipos y limpieza de tajos.

##### Fabricación de los pilotes, en su caso

En la fabricación de pilotes de hormigón se tendrá en cuenta que éstos deberán ser capaces de soportar las operaciones de transporte, manejo e hinca de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores

de quince centésimas de milímetro (0,15mm). No deberán tener una flecha, producida por peso propio, mayor de 1/300 de su longitud ni pandeos locales superiores a un centímetro (1cm) por metro (m) de longitud.

Se utilizarán encofrados metálicos suficientemente robustos para que las caras queden planas y lisas. El hormigonado se hará sin interrupciones y de una sola vez. La compactación del hormigón se hará por vibración.

Se cuidará especialmente que las armaduras queden fijas de modo que el recubrimiento sea, en todo caso, superior a dos centímetros y medio (2,5cm).

Las barras de la armadura longitudinal se dispondrán, si la sección es poligonal, una en cada vértice como mínimo; si la sección es circular se dispondrán uniformemente en el perímetro con un mínimo de seis (6). En cualquier caso serán de una sola pieza o empalme, cuando fuera necesario, se hará mediante soldadura.

La armadura longitudinal tendrá una cuantía respecto al área de la sección transversal del pilote no menor de uno con veinticinco por ciento (1,25%) y el diámetro de las barras será no menor de doce milímetros (12mm).

La armadura transversal tendrá una cuantía no menor de dos décimas por ciento (0,2%) respecto al volumen del pilote, en toda su longitud, y diámetro no menor de seis milímetros (6mm). En punta y cabeza, y en una longitud no menor de tres veces (3) el diámetro del pilote se duplicará dicha cuantía.

Cada pilote se marcará con un número de identificación, fecha de fabricación y su longitud.

La plataforma sobre la que se hormigonen los pilotes estará pavimentada preferentemente con hormigón, perfectamente liso y plano, y se comprobará que no pueda tener asientos ni deformaciones de ningún tipo que originen esfuerzos superiores a los que puedan soportar los pilotes durante su período de endurecimiento y curado. Esto se tendrá en cuenta cuando se hormigonen varias capas de pilotes superpuestas, en cuyo caso, la carga sobre la solera o plataforma y sobre el terreno subyacente, podrá ser importante, tanto en intensidad como en extensión.

La plataforma citada en el párrafo anterior deberá recubrirse con sustancias separadoras o con papel, de forma que no sea preciso realizar esfuerzos extraordinarios para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.

Se tomarán las precauciones necesarias para realizar un curado perfecto, según lo especificado en el artículo 10.1 de este Pliego, titulado Obras de hormigón en masa o armado. El curado se prolongará el tiempo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia necesaria para realizar su transporte, manipulación e hincada en el terreno.

Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos al hormigón, se tomarán las medidas oportunas en cuanto al tipo de cemento a utilizar, período de curado que no deberá ser inferior, en estos casos, a veintiocho (28) días y protección adecuada.

## Hinca de los pilotes

El contratista confeccionará un parte de hinca por pilote en el que, al menos, figurarán los siguientes datos:

- a) su situación o posición en la obra;
- b) su número de identificación, diámetro y longitud total;

- c) tipo de maza utilizada;
- d) hora de comienzo y terminación de la hinca;
- e) longitud total hincada en el terreno;
- f) rechazo obtenido en las últimas dos o tres andanadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída de la maza o el número de golpes por minuto, cuando la hinca se realice con mazas de doble efecto. Se especificará también en dichos partes, el tipo de sombrerete utilizado para la hinca y cualquier incidente ocurrido durante esta operación.

Durante la hinca, la cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial, siempre que lleve el aro de hierro ajustado en caliente.

Los pilotes de hormigón armado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

Los pilotes metálicos, cuando se hinquen con mazas de doble efecto, no precisarán protección especial; cuando se hinquen con mazas de caída libre o de simple efecto necesitarán un sombrerete, que deberá ser lo suficientemente resistente para no deformarse bajo el impacto, pero sin precisar propiamente almohadilla.

El valor del rechazo para determinar la profundidad de hinca de los pilotes se definirá en función del tipo de terreno, el diámetro del pilote o del círculo de área igual a la sección transversal del pilote, el peso de la maza y su altura de caída.

Si antes de llegar a la profundidad prevista, se alcanzara el rechazo, se suspenderá la hinca del pilote, salvo lo que u ordene el Director.

Cuando fuera necesario recrecer los pilotes, en caso de pilotes de hormigón, después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se realizará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre ésta y el fuste del pilote hincado. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, siendo recomendable utilizar, siempre que sea posible este tipo de empalme. El período de curado de la sección recrecida no será inferior a veintiocho (28) días.

Los resultados de la hinca se tomarán, por sí solos, como una prueba de la capacidad portante de los pilotes. La profundidad alcanzada deberá coincidir sensiblemente con la prevista; en caso contrario, es decir, cuando esta profundidad resulte inalcanzable, se procederá a revisar, mediante un estudio especial, el proyecto del pilotaje previsto.

En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hinquen, la resistencia a compresión del pilote no se considerará superior a la resistencia de la mencionada junta; la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

Los pilotes que se rompan durante la hinca serán rechazados aunque la rotura tenga lugar en una zona del fuste no introducida en el terreno y se haya alcanzado el rechazo.

Cuando un pilote haya alcanzado el rechazo y súbitamente, al aplicarle una andanada de golpes, comience a dar un rechazo mucho mayor, se considerara sospechoso de haber sufrido una rotura y se desechará, salvo orden distinta del Director, teniendo en cuenta las condiciones particulares del terreno u otra que considere fundamentada para no rechazarlo.

La lanza de agua, o inyección de agua a presión durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca prevista, por tener que atravesar capas de terreno

firme. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con autorización del Director y se aplicará con presiones y caudales no excesivas, para evitar danos en construcciones o pavimentos vecinos. El empleo de la lanza de agua se suspenderá antes de la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario; también se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

En el caso de utilizar pilotes de prueba, deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad de su longitud. Durante su hinca se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación. Igualmente, el Director podrá ordenar la rehinca de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hinca primitiva.

Los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera en más de cinco centímetros, para los grupos de más de dos pilotes conjuntamente encepados, y mas de quince centímetros, para los grupos de mas de dos pilotes, de la señalada en los Planos; y con una inclinación tal que la desviación de un extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento de la longitud del pilote.

#### Descabezado y preparación de los pilotes hincados, en su caso

Una vez terminada la hinca, para sanear las cabezas de los pilotes de hormigón, se procederá a demolerlas en una longitud suficiente para garantizar que el hormigón no haya quedado dañado por el proceso de golpeo de la maza. Como mínimo, la longitud a demoler será de cincuenta centímetros (50cm). La demolición se realizará con el debido cuidado para no dañar al hormigón del pilote.

La sección saneada del pilote tendrá una longitud tal que permita una entrega en su encepado de al menos cinco centímetros (5cm). La armadura longitudinal quedará descubierta, al menos cincuenta centímetros (50cm).

Una vez terminados los trabajos de hinca de pilotes de hormigón, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de las zonas de trabajo de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

#### **1.3.2.5 Control de calidad**

La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción aprobada por el Director.

El Director establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de hinca de pilotes siguiendo los puntos siguientes:

- a) disposición de los pilotes en el terreno, es decir, desviaciones en planta y en inclinación superiores a lo especificado;
- b) longitud y diámetro de los pilotes hincados;
- c) ejecución de la hinca de los pilotes, vigilando la posible aparición de roturas o grietas;
- d) profundidades alcanzadas en la hinca y rechazos obtenidos;
- e) descabezados de los pilotes y entregas de éstos a los encepados.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos en los que, al realizar el control de recepción se detectaran errores que, a juicio del Director, pudieran afectar a la calidad del trabajo contratado.

#### Control de suministros

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la ejecución de los pilotes, si éstos se prefabrican en la obra, tanto a su llegada como en el momento anterior a su empleo

### Control de producción

El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por el Director. Esta pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de la longitud y diámetro de los pilotes prefabricados, antes de su hinca, así como las características del martinete, especialmente del peso de la maza y la altura de caída, cuando sea el caso.

Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de algunos de los pilotes de trabajo, el Director podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos; no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la carga de trabajo. A la vista de los resultados de la prueba de carga, el Director adoptara la solución adecuada

### Criterios de aceptación y abono

Lo mismo que lo referido para pilotes de hormigón in situ.

#### **1.3.2.6 Criterio de medición y abono**

Los pilotes hincados se medirán y abonarán por longitud de pilote realmente hincado en el terreno, desde la punta del pilote hasta la cara inferior del encepado.

No serán de abono las pruebas de carga a los ensayos, si su realización se produce por dudas de la validez de los pilotes, como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables al Contratista.

No serán de abono los pilotes hincados con desviaciones en planta, superiores al veinte por ciento (20%) de su diámetro equivalente, ni con desviaciones en inclinación superiores al cuatro por ciento (4%).

No serán de abono los pilotes que presenten, durante su hinca, disgregaciones en su fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15mm).

No serán de abono los pilotes que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo aplicado fuera distinto al especificado.

#### **1.3.2.7 Normas de referencia**

Norma Tecnológica de la Edificación "Cimentaciones. Pilotes prefabricados" (NTE-CPP).

### 1.3.3 Micropilotes de tubo de acero

#### **1.3.3.1 Definición**

Se define como micropilote de tubo de acero a un elemento resistente a compresión y tracción, constituido por un tubo de acero colocado en un taladro perforado en el terreno y recibido en éste mediante un mortero de cemento inyectado. Los micropilotes de tubo de acero se emplean en la cimentación de estructuras que tengan esfuerzos de tracción en cimientos, como elementos para

recalzar cimentaciones difíciles de trabajo por falta de espacio o estado precario de edificios antiguos, para restauración de monumentos, etc.

Armadura tubular. Tubo de acero, generalmente provisto de válvulas para inyección en su extremo inferior, que constituye el elemento resistente del micropilote.

Bulbo de anclaje. Ensanchamiento, situado en la parte más profunda del micropilote, formado por una mezcla de cemento, inyectada a presión a través de las válvulas de la armadura tubular. La misión del bulbo es la transmisión de la carga que soporta el micropilote al terreno.

### **1.3.3.2 Materiales**

#### **Armadura tubular**

Las armaduras de los micropilotes estarán formadas por un tubo de acero, cuyo diámetro y espesor dependerán de la carga que deban soportar aquéllas. En general varían entre cuarenta y ocho (48) y ciento dos milímetros (102 mm) de diámetro, con espesores de ocho (8), diez (10) y doce milímetros (12 mm); las tensiones admisibles del acero que constituyen los tubos serán del orden de  $180 \text{ N/mm}^2$ , a compresión, y  $200 \text{ N/mm}^2$ , a tracción. La extremidad inferior del tubo tendrá, a intervalos regulares, unas válvulas para inyectar las mezclas en la ejecución de los micropilotes

#### **Mezclas de inyección**

Será de aplicación lo establecido en 1.2 de Parte 3.

#### **Equipos**

Los equipos para la ejecución de micropilotes se pueden agrupar, fundamentalmente, en:

- a) equipos de perforación de taladros;
- b) equipos de inyección.

### **1.3.3.3 Condiciones generales**

#### **Estudio de ejecución**

Antes de iniciar la ejecución de los micropilotes, con una antelación suficiente, el Contratista deberá disponer de un Estudio de Ejecución de los micropilotes, cuyas directrices serán fijadas por el Director. Incluirá la información geológica y geotécnica de que se disponga así como de los datos obtenidos en los reconocimientos realizados mediante sondeos, mediciones de asientos, calicatas, etc.

El Estudio de Ejecución de micropilotes constara, al menos, de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) planos de la estructura a cimentar o recalzar, así como las solicitudes a que se encontrarán sometidos los micropilotes;
- c) pruebas y ensayos de micropilotes in situ;
- d) perforación de taladros y colocación de armaduras;
- e) inyección del micropilote;
- f) puesta en servicio o en carga;

g) prescripciones e instrucciones para la ejecución de micropilotes.

Información del terreno. Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias de la obra, se recopilará y complementará la información geotécnica del terreno, si no fuera suficiente, mediante sondeos de reconocimiento, para determinar la capacidad portante del terreno a distintas profundidades.

Planos de estructura y solicitaciones sobre los micropilotes. El Estudio de Ejecución de los micropilotes incluirá planos de la estructura a cimentar o a recalzar, con los detalles necesarios para definir la posición adecuada de los micropilotes, que se dibujarán en planta y en perfiles transversales, en los que figurarán las longitudes, diámetros, inclinaciones de los micropilotes y todos los detalles que deban tenerse en cuenta, además de las solicitaciones. También figurarán las designaciones o claves de identificación de los micropilotes.

Pruebas y ensayos de micropilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con ellos. Como más importantes se indican los siguientes:

- a) confirmación o modificación, en su caso, de las longitudes y diámetro de los micropilotes;
- b) confirmación o modificación de las presiones de inyección del bulbo y de los volúmenes de inyección previstos;
- c) pruebas de carga de micropilotes para comprobar o modificar su capacidad portante.

Perforación de taladros y colocación de armaduras. El estudio de Ejecución indicará el método de perforación diámetros y profundidades de los taladros para alojar los micropilotes. El método de perforación dependerá de la naturaleza del terreno y de la capacidad de los micropilotes. Se tomarán las debidas precauciones para evitar erosiones y derrumbes en las paredes de los taladros al colocar las armaduras.

Inyección de los micropilotes. El Estudio de Ejecución indicará la forma de realizar la inyección del micropilote, que generalmente se realizara en tres fases.

- a) Inyección, sin presión, del espacio anular entre armaduras y terreno.
- b) Inyección, a presión, del bulbo del micropilote.
- c) Inyección de relleno del interior de la armadura tubular.

Puesta en servicio o en carga. El Estudio de Ejecución indicará el dispositivo de unión de los micropilotes a la cimentación de la estructura existente, si se trata de un recalce, o los elementos adecuados (nervios, ganchos, etc.) que se sueldan al extremo superior del tubo del micropilote con el fin de aumentar su adherencia al hormigón de los cimientos; en general, indicará todas las operaciones que requiera la puesta en servicio de los micropilotes, en cada caso particular. En su caso, el Estudio deberá considerar la necesidad de someter al micropilote a una precompresión para suprimir los asientos elásticos de éste antes de recalzar una estructura.

## Programa de trabajo

En base a la finalidad de los micropilotes, a la información actualizada del terreno y de las cargas a soportar, a lo establecido en este Pliego y a las instrucciones dadas por el Director, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos

Este Programa deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- a) esquema de taladros;

- b) cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución;
- c) equipos de perforación. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos;
- d) equipos de inyección. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos, silos, etc., serán los adecuados para garantizar, con holgura el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

#### **1.3.3.4 Condiciones de ejecución**

##### **Generalidades**

Las actividades que requiere la ejecución de micropilotes son:

- a) replanteo de taladros;
- b) accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares;
- c) perforación de taladros;
- d) colocación de tubos y ejecución de las inyecciones;
- e) puesta en servicio de los micropilotes;
- f) retirada de equipos y limpieza de tajos.

El Contratista deberá colocar en el tubo que forma la armadura del micropilote, antes de su introducción en el taladro, unos centradores, espaciados a lo largo del fuste entre uno (1m) y un metro y medio (1,50m), o según ordene el Director, para que los tubos queden perfectamente centrados dentro del taladro. El tipo de centrador será presentado al Director para su aprobación. Los centradores quedarán perdidos, formando parte del micropilote y ocuparán el menor espacio posible.

Será necesario establecer una distancia mínima entre micropilotes que se inyecten y taladros que se perforan, en función de la permeabilidad del terreno, con el fin de evitar deslaves producidos en la mezcla que se inyecta o en la recién inyectada.

El Contratista deberá efectuar un control continuo del estado de la obra, registrando, al menos, las longitudes perforadas en cada taladro, las longitudes de tubos colocados, las dimensiones del bulbo, la presión y volumen de inyección necesario para formarlo y el volumen de las inyecciones de relleno.

Se confeccionarán gráficos donde se anoten, de forma unívoca y sencilla, los datos antes citados y los que, además, se consideren necesarios para que el Personal responsable por parte del Contratista y el Director puedan conocer, en todo momento, el estado del proceso de la ejecución, sin cometer errores.

El Contratista deberá tener, en todo momento, el control de todas las operaciones de ejecución de los micropilotes, siendo responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en alguna de las operaciones antes citadas o en cualquier trabajo que realice dentro del recinto de la obra.

##### **Perforación de taladros**

Antes de introducir la armadura tubular, se comprobará que el taladro tiene la profundidad y el diámetro requerido.

#### Colocación de los tubos

Las armaduras tubulares, provistas de centradores, se introducirán en sus respectivos taladros con el mayor cuidado, sin golpearlas ni forzarlas, especialmente en el caso de taladros realizados en terrenos blandos y no entubados, a efectos de evitar derrumbamientos en éstos.

#### Ejecución de las inyecciones

Se procederá a la ejecución de las tres fases de inyección para formar el micropilote.

La Primera fase se ejecutará inyectando a través de la última válvula, sin presión, hasta que la mezcla rebose por el espacio anular entre la armadura tubular del micropilote y el terreno. Se formará así una vaina constituida por una mezcla de cemento, que se dejara fraguar antes de proceder a la inyección de la segunda fase.

La segunda fase de inyección consistirá en la formación del bulbo de anclaje del micropilote al terreno. Se inyectará a presión, generalmente entre 1,5 y 3 N/mm<sup>2</sup>, a través de cada válvula un determinado volumen de mezcla. El Director determinará este volumen que, en obra, deberá ajustarse a las características del terreno, debiéndose realizar Ensayos previos in situ.

Finalmente, se rellenará de mezcla de cemento el interior de la tubería que constituye la armadura tubular del micropilote.

#### Puesta en servicio de los micropilotes

Los Planos definirán los sistemas de unión entre micropilotes y estructura, para garantizar una buena adherencia entre el fuste metálico de los micropilotes y los macizos v zapatas de hormigón. Los sistemas de unión imperfectos suelen ser la causa de fracasos importantes.

Los micropilotes que estén destinados a sustituir, en su función estética, a cimentaciones insuficientes y recalces de estructuras, se podrán precargar mediante dispositivos especiales, que permitan evitar la transmisión de los asientos elásticos de los micropilotes a la estructura, al menos, en lo que corresponden a la carga permanente.

#### **1.3.3.5 Control de calidad**

##### Generalidades

Además de lo preceptuado en el presente artículo, será de aplicación lo dispuesto, en cuanto a control de calidad, en 1.2.1.5 de Parte 3.

##### Control de suministros

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la ejecución de los micropilotes. tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su utilización; se prestará especial atención a la oxidación o corrosión que puedan sufrir los tubos metálicos que constituyen la armadura de los micropilotes.

##### Control de producción

El Contratista estará obligado a efectuar el Control de Producción, según la pauta de Control propuesta por él y aprobada por el Director; esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción

El Contratista estará obligado a efectuar, de manera permanente y sistemática el control de los parámetros de inyección del micropilote, tanto en lo que se refiere a la inyección del espacio anular, que servirá para proteger la armadura de la corrosión, como a la inyección del bulbo.

#### Control de recepción

El Director comprobará el cumplimiento de la Pauta del Control de producción aprobada.

El Director establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los micropilotes.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos en los que, al realizar el control de recepción, se detectarán errores o defectos que, a juicio del Director, pudieran afectar a la calidad de la obra.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Será de aplicación lo establecido en el apartado 1.2.1.5 de Parte 3.

##### **1.3.3.6 Criterio de medición y abono**

La medición y abono de los micropilotes se hará por metro (m) de micropilote realmente ejecutado, incluyéndose en el mismo todas las operaciones complementarias, tales como inyecciones de protección relleno del fuste, formación de bulbo inyectado, etc.

##### **1.3.3.7 Normas de referencia**

Documento Básico SE-C

#### 1.3.4 Pantallas de hormigón en zanja

##### **1.3.4.1 Definición**

Se define como pantalla de hormigón en zanja la pared de hormigón armado construida mediante la excavación en el terreno de una zanja profunda y alargada, ejecutada sin necesidad de entibación, utilizando, generalmente, lodos tixotrópicos, en la que posteriormente se colocan las armaduras y se vierte el hormigón, o bien se alojan paneles prefabricados de hormigón. Estas pantallas son estructuras continuas capaces de resistir empujes laterales del terreno y del agua intersticial, así como cargas verticales.

Las finalidades de las pantallas son, en general, las siguientes:

- a) contención del terreno;
- b) impermeabilización;
- c) cimentación.

#### Clasificación

Según el método de ejecución se distinguen:

- a) pantalla de hormigón moldeado in situ;
- b) pantalla de paneles prefabricados de hormigón armado.

Según el tipo de obra a ejecutar posteriormente a la construcción de la pantalla, se distinguen:

- a) pantallas con un paramento descubierto por una excavación posterior;
- b) pantallas permanentemente enterradas.

#### **1.3.4.2 Materiales**

##### **Hormigón**

Será de aplicación lo establecido en el artículo 9 de Parte 3.

Se tomarán los siguientes valores salvo especificación en contra:

- a) resistencia característica a compresión, a veintiocho días: mín. 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 14 a 18cm;
- c) tamaño máximo del árido: 50mm.

Salvo prescripción diferente, el hormigón para los muretes guía tendrá las características siguientes:

- a) resistencia característica a compresión, a veintiocho días: mín. 20 N/mm<sup>2</sup>;
- b) asiento en cono de Abrams: 3 a 5cm;
- c) tamaño máximo del árido 50 mm.

##### **Armaduras**

Será de aplicación lo establecido para armaduras de Parte 2.

##### **Lodo tixotrópico**

El lodo tixotrópico para el sostenimiento de las paredes de la zanja se preparará, generalmente, con bentonita.

La bentonita para la fabricación de lodos tixotrópicos tendrá las características que se indican en la siguiente Tabla:

Características de la bentonita en la fabricación de lodos tóxicos

<b>Características</b>	<b>Límite</b>	<b>Norma de ensayo</b>
Límite líquido	Mín. 400	UNE 103103:1994
pH	entre 8 y 11	-
Contenido de arena (% retenido sobre tamiz de 80 micras)	Máx. 5%	-
Rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP. a 2 000 r.p.m.	20 a 25 m <sup>3</sup> por tonelada de bentonita	-

El lodo tixotrópico deberá tener las siguientes características:

a) a las veinticuatro (24) horas de la fabricación (lodo fresco):

- viscosidad medida en cono Marsh: Entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos;
- pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11);
- densidad: De 1,02 a 1,10 g/cm<sup>3</sup>;

b) durante la perforación de la zanja:

- viscosidad medida en cono Marsh: No deberá ser inferior a la del lodo fresco;
- pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11);
- densidad: La necesaria para asegurar la estabilidad de la pared;

c) durante el hormigonado:

- viscosidad medida en cono Marsch: Inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco;
- pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11);
- material retenido en el tamiz 0,080 UNE: Inferior al tres por ciento (3%) en peso.

Las características anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla. En consecuencia, si el lodo no cumpliera estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

## Anclajes

Se definirán las siguientes características de los anclajes:

a) tipo estructural de anclaje indicando:

- si es activo o pasivo;
- modo de anclaje: Por bulbo, inyectado, por placa terminal, por casquillo, etc.;
- si es provisional o definitivo;

b) carga de servicio y coeficiente de seguridad con respecto a la rotura;

c) variación admisible de la carga, en servicio;

d) deformación máxima admisible, en servicio;

e) protección contra la corrosión, para anclajes permanentes;

g) operaciones adicionales que debe permitir el anclaje, tales como: reinyección, retesado, recuperación de la cabeza, comprobación de tesado, etc.;

h) longitud mínima libre del anclaje, entre cabeza y bulbo, por razones de proyecto.

i) longitud estimada del bulbo o zona de anclaje;

j) otras características de interés especial para la obra.

Antes de la ejecución de los anclajes, el Contratista deberá presentar la documentación técnica que acredite suficientemente el buen comportamiento del anclaje. Una vez cumplimentado este requisito, se

comprobará mediante ensayos *in situ*, que los anclajes cumplen las condiciones de resistencia y deformabilidad requeridos.

En obras de pequeña importancia se podrán omitir los ensayos previos *in situ*, si a juicio del Director se tiene suficiente experiencia del comportamiento del anclaje en ese tipo de terreno.

## Equipos

### Generalidades

El Contratista someterá a la aprobación del Director la tipología y características de los equipos de maquinaria que prevea emplear en la obra, agrupándolos del modo siguiente

- a) equipos de excavación de zanjas;
- b) equipos de hormigonado, en su caso;
- c) equipos de colocación de paneles, en su caso;
- d) equipos de fabricación y regeneración de lodos.

Todas las máquinas y medios auxiliares que hayan de utilizarse en los trabajos de ejecución de las pantallas, cumplirán los requisitos que establezca la normativa oficial vigente en lo referente a su tipo, características, proyecto, fabricación y utilización

Si en el transcurso de los trabajos las circunstancias reales del terreno o de las condiciones de la obra hicieran aconsejable el cambio del tipo o características de los equipos, el contratista estará obligado, por su cuenta, a substituirlos por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

### Equipos de excavación

Los equipos de excavación deberán garantizar la perfecta alineación en profundidad de la excavación de la zanja: para ello, será conveniente que, dependiendo de la profundidad de excavación las cucharas o elementos cortantes del terreno, estén guiadas mediante un "kelly" u otro sistema semejante, limitando los equipos de cucharas al cable para profundidades reducidas.

### Equipos de hormigonado

Los equipos para la fabricación, transporte y colocación del hormigón cumplirán lo establecido en el artículo 10, "Obras de hormigón en masa, armado o pretensado", de este Pliego.

### Equipos de colocación de paneles prefabricados

Para la colocación de paneles prefabricados se emplearán grúas especiales con una capacidad en gancho adecuada al peso de los paneles.

Las grúas deberán estar en perfecto estado de funcionamiento y disponer de la estabilidad suficiente, con la carga de un panel, para realizar las operaciones de colocación con la máxima precisión y seguridad; el colgado de estos elementos se realizará mediante eslingas bien enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.

### Equipos de fabricación y regeneración de lodos

Los equipos de fabricación de lodos bentoníticos cumplirán lo especificado en 1.2 de Parte 3.

La capacidad de producción del equipo de fabricación de lodos deberá ser tal que pueda hacer frente a posibles pérdidas de lodo debidas a filtraciones o fugas en el terreno perforado, por lo que se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización igual al

volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas, y a la posibilidad real a disponer en casos de emergencia, de un volumen análogo de lodos al antes indicado.

La instalación de regeneración y desarenado de lodos podrá ser fija, y situarse distante de la máquina de excavación, o bien móvil y adosada a dicha máquina, dependiendo de la importancia de la obra y del volumen de lodos que sea necesario tratar; en todo caso, esta instalación deberá disponer de tamices, cribas vibrantes, ciclones de desarenado, etc., y de un laboratorio anexo donde se realicen las medidas de control de la viscosidad, el pH y la densidad del lodo, así como su contenido de arena al ser reutilizado.

### **1.3.4.3 Condiciones generales**

#### **Estudio de ejecución**

Antes de iniciar la ejecución de las pantallas de hormigón en zanja y con una antelación suficiente, se deberá disponer de un Estudio de Ejecución de las pantallas, cuyas directrices las fijará el Director.

El Estudio de Ejecución de las pantallas constará, al menos, de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) planos de detalles constructivos;
- c) excavación de la zanja;
- d) ejecución de los paneles de hormigón.

Información del terreno. El Estudio de Ejecución se apoyará en la información ecológica y geotécnica disponible en el Proyecto; si ésta no fuere suficiente se realizarán reconocimientos complementarios, mediante sondeos, para determinar, hasta una profundidad del orden de dos veces la correspondiente a la excavación, las características geotécnicas del terreno, así como la cota más alta que pueda alcanzar el nivel freático una vez construida la obra.

Planos de detalles constructivos. El Estudio de Ejecución incluirá los planos de la obra a construir, con los detalles necesarios para definir la posición de los tramos o paneles en los que se divida la pantalla, en planta y en perfil longitudinal. Se definirán las longitudes de los paneles, su empotramiento en el terreno, la cota del fondo de la excavación, los apoyos con que eventualmente se dote a la pantalla, bien mediante anclajes, bermas, cerchas, etc.; en general, se incluirán todos los detalles que deban tenerse en cuenta para la completa definición de los trabajos a realizar.

Excavación en zanja. El Estudio describirá el método de excavación de la zanja, las juntas entre paneles y las dimensiones y posición de los muretes guía para ejecutar la excavación. Se incluirá el estudio del eventual apuntalamiento de las obras existentes, así como la retirada de las conducciones eléctricas, tanto aéreas como enterradas

El Contratista estará obligado a reseñar en el Estudio la localización y características de los elementos enterrados que haya podido detectar, así como a adjuntar un plan para su eliminación o neutralización previa en los casos en que su presencia suponga un peligro para la estabilidad de las obras existentes o para la propia obra. Se deberá prestar especial atención a la posible existencia de galería, alcantarillado o conductos que al ser cortados por la zanja ocasionarían pérdidas de lodo tixotrópico de graves consecuencias

Ejecución de los paneles de hormigón moldeados in situ. El Estudio describirá el proceso de ejecución de los paneles incluyendo, al menos, los siguientes puntos:

- a) encofrados laterales en las juntas;
- b) preparación y colocación de las armaduras en la zanja;
- c) estudio de los hormigones. Composición y características del hormigón fresco y del endurecido;
- d) fabricación y colocación del hormigón.

Ejecución de los paneles prefabricados de hormigón. Se deberá especificar el procedimiento para empotrar los paneles prefabricados en las zanjas excavadas, así como el tipo de juntas entre paneles, su dispositivo de estanquidad y todos los detalles necesarios para la correcta alineación de los paneles en la excavación.

#### Programa de trabajos

En base a la clase de obra para la que se ejecuten las pantallas, a la información actualizada del terreno, al valor de las acciones a soportar por la pantalla, al tipo de paneles ejecutados, a lo establecido en este Pliego, el Contratista elaborará un Programa de trabajos.

El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- a) esquema de la pantalla a realizar;
- b) cronograma de trabajos que, con detalle suficiente establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución;
- c) equipos: Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus capacidades de producción horaria y diaria, así como de sus características principales, con el número de máquinas de que se dispondrá en obra para reserva. El número y capacidad de los equipos será el adecuado para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de Trabajos.

El Programa de trabajos se someterá a la aprobación del Director

#### **1.3.4.4 Condiciones de ejecución**

##### Generalidades

Las actividades que requiere la ejecución de las pantallas de hormigón en zanja son:

- a) replanteo de la pantalla;
- b) accesos instalaciones, obras y medios auxiliares;
- c) ejecución de los muretes-guía;
- d) preparación del lodo tixotrópico;
- e) excavación de la zanja;
- f) colocación de los encofrados de junta entre paneles;
- g) colocación de las armaduras;
- h) hormigonado de paneles;
- i) extracción del encofrado de Juntas;
- j) demolición de cabezas de paneles;
- k) ejecución de la viga de atado de paneles;

l) colocación de los paneles prefabricados, en su caso;

m) retirada de equipos y limpieza de tajos.

El Contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de excavación, hormigonado, manipulación, izado y colocación en su caso, de los paneles prefabricados en las zanjas y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en cualquier operación que se realice en la obra.

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumpliera, se construirá un terraplén con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la excavación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos, y también aquéllos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante a excavación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha excavación pueda comprometer la estabilidad de obras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

El Contratista confeccionará un parte de ejecución por cada panel en el que figurarán, al menos, los siguientes datos:

a) situación o posición en la pantalla;

b) número de identificación, espesor, longitud y profundidad;

c) hora de comienzo y terminación de la perforación y del hormigonado o colocación del panel prefabricado, en su caso;

d) tipo de lodo utilizado, viscosidad y densidad media;

e) consumo de lodos y de hormigón, en su caso, por cada panel, así como dimensiones y peso o cuantía de la armadura colocada;

f) cota superior del hormigonado o del panel, colocado in situ;

g) observaciones o incidentes sucedidos durante el proceso de ejecución.

### Replanteo de la pantalla

El Contratista llevará a cabo el replanteo de la pantalla, de acuerdo con el esquema aprobado por el Director.

El Contratista adoptará un sistema lógico y sencillo de designación de los paneles, que permita identificarlos en los esquemas y planos y en obra. La identificación en la obra será mediante marcas o señales inconfundibles y permanentes de forma que se correspondan con su respectiva Pantalla.

### Ejecución de los muretes-guía

A partir del eje de replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5cm). Estos muretes, que no sólo servirán de guía a la maquinaria de excavación, sino que también colaborarán a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20cm) y una altura no inferior a setenta

centímetros (70cm), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes-guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la excavación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

### Preparación del lodo tixotrópico

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco aportando los siguientes datos:

- a) tipo y características de la bentonita utilizada;
- b) aditivos previstos y características de los mismos;
- c) dosificación ponderal de los materiales;
- d) filtrado y espesor del residuo obtenido en filtro prensa;
- e) densidad del lodo;
- f) viscosidad medida en el cono Marsh;
- g) valor del pH.

Además de los datos del párrafo anterior, el Contratista propondrá al Director la densidad mínima que deberá tener el lodo durante la excavación, según las condiciones del terreno y la posición del nivel freático.

En la fabricación de los lodos tixotrópicos, la mezcla del material o materiales secos con agua se realizará empleando medios enérgicos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de un producto uniforme. Asimismo, el lodo deberá ser almacenado veinticuatro (24) horas antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficiente para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

### Excavación de la zanja

La excavación correspondiente a cada panel se realizará con los medios mecánicos previstos en el Estudio de Ejecución y el Programa de Trabajos aprobados por el Director.

Si las condiciones del terreno lo requiriesen, el material extraído de la perforación se irá reemplazando por lodos tixotrópicos que, durante todo el proceso, deberán permanecer por encima del nivel interior de los muretes-guía.

La profundidad de la excavación, en el caso de pantallas de hormigón moldeado *in situ*, no superará, al menos, en veinte centímetros (20 cm) a la que tenga la armadura del panel a hormigonar, con objeto de evitar que las armaduras se apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel donde la limpieza de detritus es más difícil.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, o a la colocación, en su caso, del panel prefabricado de hormigón, se efectuará una limpieza del fondo de la zanja, extrayendo los elementos sueltos que se pudieran haber desprendido de las paredes de la excavación, así como los

detritus sedimentados. También se regenerará el lodo de excavación si no cumpliera con las condiciones exigibles.

Desde el comienzo de excavación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, o hasta que se hubiera terminado la colocación del panel prefabricado, no se permitirá apilar en las proximidades de la pantalla ningún material cuyo peso pueda poner en peligro la estabilidad del terreno.

### Colocación del encofrado de juntas entre paneles

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales de unión entre dos paneles consecutivos, cuya misión es la de asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la pantalla de hormigón armado, así como de servir de guía al útil empleado en la excavación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y adecuadamente fijados o empotrados en el fondo; su anchura será igual al espesor de la pantalla.

### Colocación de armaduras

Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud, en horizontal, que la del panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos (2) o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los Planos, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja. En la soldadura de aceros especiales se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales y horizontales será de diez centímetros (10cm) y el recubrimiento de siete centímetros (7cm). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados ( $2m^2$ ) de la pantalla, por lo menos.

Deberán preverse armaduras de espera para el enlace con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) del fondo de la excavación. Durante el izado y la colocación de las jaulas, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

### Hormigonado de paneles

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería, cuyo diámetro mínimo será de quince centímetros (15cm); estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso fuera necesario levantar la tubería de hormigonado, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5m), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3m) para hormigonado en seco.

Cuando la longitud del Panel sea superior a seis metros (6m), se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultánea

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30cm). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el iodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

### Extracción de encofrados de juntas

Después de terminado el hormigonado del panel, se procederá a la extracción de los elementos de encofrado de las juntas entre paneles. Esta operación se realizará cuando el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para que se mantenga vertical la pared encofrada. La extracción de los encofrados se ejecutará con el debido cuidado para no dañar el hormigón del panel, sin golpes, vibraciones ni otros sistemas dinámicos que pudieran resultar perjudiciales.

### Colocación de los paneles prefabricados, en su caso

Terminada la excavación de la zanja, y antes de colocar el panel prefabricado, se introducirá, a través de una tubería de hormigonado, en el fondo de la excavación y hasta una altura adecuada, una mezcla de bentonita-cemento y hormigón; esta altura no será, en general, inferior a dos metros (2m). A continuación se bajará el panel, que quedara así empotrado en su parte inferior.

Una vez introducido y asentado el panel en la zanja, deberá nivelarse convenientemente; para ello se podrán utilizar apoyos extensibles de tornillo o gatos mecánicos que se apoyen en los muretes-guía u otro dispositivo similar para este fin.

Si se utilizase hormigón para el empotramiento, la excavación de las zanjas contiguas se deberá realizar antes de que éste endurezca totalmente.

### Retirada de equipos y limpieza de tajos

Una vez terminados los trabajos de ejecución de las pantallas, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obras, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación, restos de hormigón y de lodos y demás desperdicios originados por las operaciones citadas, siendo todos estos trabajos a su cargo.

### Tolerancias de ejecución

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- a) desvío en planta, o separación de los muretes-guía:  $\pm 5$ cm;
- b) anchura de la herramienta de excavación  $\pm 2$ cm sobre el ancho teórico;
- c) longitud de panel  $\pm 5$ cm sobre la longitud teórica;
- d) profundidad de la armadura del panel:  $\pm 5$ cm sobre la profundidad teórica;

- e) verticalidad: desviación de la vertical, inferior a 1,5 por 100;
- f) sobre-espesores: Inferiores a diez centímetros (10cm). Cuando se trate de una zona de relleno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, el Director fijará la tolerancia admisible.

#### **1.3.4.5 Control de calidad**

El Contratista estará obligado a efectuar el Control de producción, según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por el Director. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la obra, tanto a su llegada a ésta como en el momento anterior a su empleo.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de la perforación en, al menos, los siguientes puntos:

- a) separación de los muretes-guía;
- b) anchura del útil de excavación;
- c) longitud de paneles;
- d) profundidad de la zanja excavada;
- e) desviaciones de la vertical;
- f) características del lodo tixotrópico viscosidad, pH y densidad;
- g) nivel del lodo.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de las operaciones de colocación de armaduras y hormigonado en, al menos, los siguientes puntos:

- a) contenido de arena del lodo, antes del hormigonado;
- b) limpieza del fondo de la zanja excavada, antes de proceder a la colocación de armaduras;
- c) dimensiones y empotramiento de los encofrados de las juntas entre panel;
- d) comprobación de que la jaula de armaduras no tiene deformaciones durante su izado e introducción en la zanja, así como que sus separadores de recubrimiento tienen las dimensiones adecuadas;
- e) comprobación de que la jaula ha quedado correctamente colocada y suspendida sin tocar fondo;
- f) comprobación de que la tubería de hormigonado llega al fondo de la zanja;
- g) comprobación de que la duración del hormigonado no sea superior al setenta por ciento (70%) del tiempo de comienzo de fraguado del hormigón utilizado;
- h) comprobación de que el nivel del hormigonado es el requerido.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de las operaciones de colocación de paneles prefabricados, en su caso, dentro de las zanjas en, al menos, los puntos siguientes:

- a) limpieza del fondo de la zanja, donde se deberá colocar hormigón o bentonita-cemento para empotramiento del panel;
- b) comprobación de que el panel haya sido colocado adecuadamente;

- c) comprobación de que los paneles adyacentes a éstos estén perfectamente alineados y encajados en las juntas correspondientes;
- d) comprobación de que el intradós de los paneles (zona que vaya a permanecer en contacto con el terreno) está debidamente relleno de lodos, mortero, hormigón o lo que esté establecido.

#### **1.3.4.6 Criterio de medición y abono**

Las excavaciones se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), multiplicando la superficie de pantalla afectada por el espesor real de la misma. La profundidad de la pantalla se medirá desde el plano de trabajo hasta la profundidad teórica de las armaduras más veinte centímetros (20cm). La longitud se medirá horizontalmente.

El hormigón se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) de volumen real, incluyendo los veinte centímetros (20cm) de exceso en profundidad. El exceso por encima de estos (20cm) no se abonará.

El hormigón en sobre-espesores se abonará por metros cúbicos de volumen real, cuando existan causas que lo justifiquen.

Las armaduras de acero se medirán y abonarán según se especifica en 10.6 de Parte 3.

Las vigas de atado se medirán y abonarán según lo establecido en 9.6 de Parte 3.

Los anclajes se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutados. El precio unitario correspondiente incluirá todos los materiales y operaciones necesarias para la ejecución del anclaje.

La limpieza superficial del paramento de la pantalla se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) de paramento visto, cuando se prevea realizar este trabajo.

No serán de abono directo las operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, ni cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono. Los costes de estas operaciones y obras auxiliares estarán incluidos en los precios unitarios anteriores.

#### **1.3.4.7 Normas de referencia**

EHE-08	Instrucción hormigón Estructural
UNE-EN 1538:2011	Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.

### **1.3.5 Pantallas de bentonita en zanja**

#### **1.3.5.1 Definición**

Se define como pantalla de bentonita en zanja la pared impermeable ejecutada en una zanja larga y estrecha excavada sin entibación, mediante el empleo de lodos tixotrópicos, y rellena con una mezcla de bentonita-cemento, con o sin la adición de áridos, o con una mezcla de suelo y bentonita.

#### **Clasificación**

Las pantallas de bentonita pueden dividirse en las dos clases siguientes:

- a) pantallas de bentonita-cemento de lodos autoendurecibles;

b) pantallas de bentonita-cemento-áridos (hormigones o morteros plásticos).

### 1.3.5.2 Materiales

Además de agua, cemento y áridos:

#### Bentonita

La bentonita para la fabricación de pantallas de bentonita tendrá las características que se indican a continuación:

- a) límite líquido: Mín. 400;
- b) pH: Entre 8 y 11;
- c) contenido de arena (% -retenido sobre tamiz de 80 micras): Máx 5%;
- d) rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP a 2 000 r.p.m.: 20 a 25m<sup>3</sup> por tonelada de bentonita.

#### Lodos autoendurecibles

Los lodos autoendurecibles se prepararán con agua, cemento, bentonita y, eventualmente, aditivos para regular el tiempo de fraguado, su viscosidad y rigidez.

El lodo autoendurecible deberá cumplir las siguientes condiciones:

- a) comportarse, durante la excavación de la zanja, como un lodo tixotrópico de excavación;
- b) después de un determinado tiempo de terminada la excavación, deberá endurecer en el interior de la zanja y adquirir una cierta resistencia.

A título orientativo, a continuación se indica una composición típica de lodos autoendurecibles:

- a) cemento: 150 a 300 kp/m<sup>3</sup>;
- b) bentonita: 30 a 50 kp/m<sup>3</sup>;
- c) relación agua-cemento (A/C): 7;
- d) aditivos: Retardadores de fraguado, para facilitar las operaciones a viscosidad constante.

#### Hormigón plástico

La composición media de los hormigones y morteros plásticos será la siguiente:

A) hormigón plástico:

- lodo tixotrópico de 50 segundos Marsh: 400 a 500 l/m<sup>3</sup>;
- cemento: 1500a 200 kp/m<sup>3</sup>;
- áridos:
  - granulometría bien estudiada: Máx. 1 500 kp/m<sup>3</sup>;
  - granulometría deficientemente estudiada: Máx. 1 300 kp/m<sup>3</sup>;

B) mortero plástico:

- lodo tixotrópico: 375 a 750 l/m<sup>3</sup>;

- cemento: 150 a 300 kp/m<sup>3</sup>;
- arena media a fina: 500 a 1 000 kp/m<sup>3</sup>.

## Equipos

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4 de Parte 3.

Los equipos para la fabricación de lodos autoendurecibles cumplirán con lo especificado en 1.2.2 de Parte 3.

### **1.3.5.3 Condiciones generales**

Las actividades que requiere la ejecución de las pantallas de bentonita en zanja son:

- a) replanteo de la pantalla;
- b) accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares;
- c) ejecución de los muretes guía;
- d) preparación de lodos tixotrópicos para la excavación;
- e) preparación de la mezcla de bentonita para la pantalla;
- f) excavación de la zanja;
- g) colocación de encofrados de juntas entre paneles. en su caso;
- h) extracción de los encofrados de juntas, en su caso;
- i) retirada de equipos y limpieza de tajos.

### **1.3.5.4 Condiciones de ejecución**

El Contratista deberá tener en todo momento el control de todas las operaciones de ejecución de las pantallas de bentonita y será enteramente responsable de los daños que pudieran sobrevenir a causa de errores en cualquier operación que se realice en la obra.

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumpliera, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la excavación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la excavación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha excavación pueda comprometer a estabilidad de obras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

El Contratista confeccionará un parte de ejecución por cada panel, en el que figurarán, al menos, los siguientes datos:

- a) situación o posición de la pantalla;

- b) número de identificación, espesor, longitud y profundidad de cada panel;
- c) hora de comienzo y de terminación de excavación y relleno de cada panel con bentonita-cemento;
- d) tipo de lodo autoendurecible utilizado. Viscosidad y densidad;
- e) consumo de materiales por panel;
- f) cota superior del relleno de cada panel;
- g) observaciones e incidentes durante a ejecución.

#### Replanteo de la pantalla

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4 de Parte 3.

#### Ejecución de los muretes-guía

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.4 (murete guía) de Parte 3.

#### Preparación del lodo tixotrópico para la excavación

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.4 (preparación lodos tixotrópicos) de Parte 3.

#### Preparación de la mezcla de bentonita

El Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la clasificación de las mezclas de bentonita para la pantalla.

Las suspensiones de cemento-agua y de bentonita-agua, o arcilla-agua se prepararán en mezcladoras distintas. Las suspensiones bentonita-agua o arcilla-agua se prepararán con una antelación mínima de veinticuatro horas (24 h) a su empleo, manteniéndolas en agitación durante todo este tiempo. El agua para las suspensiones de bentonita o de arcilla deberá estar exenta de cemento.

La suspensión de cemento-agua deberá pasar a un recipiente dotado de agitador al que se incorporará la suspensión de bentonita-agua, o arcilla-agua de forma que al mezclarse ambas suspensiones se obtenga la composición previamente establecida.

#### Excavación de la zanja

En el caso de mezclas de bentonita-cemento-áridos (hormigón o mortero plástico), será de aplicación lo estipulado en 1.3.4.4 de Parte 3.

Cuando se usen lodos tixotrópicos autoendurecibles, éstos reemplazarán al material extraído de la excavación de forma que en todo momento el nivel de los mismos esté por encima del nivel inferior de los muretes-guía.

#### Colocación del encofrado de juntas entre paneles, en su caso

En pantallas de bentonita-cemento-áridos (hormigón plástico), la colocación del encofrado de juntas entre paneles se realizará según lo estipulado en 1.3.4.4 de Parte 3.

#### Extracción de los encofrados de juntas, en su caso

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.4 de Parte 3.

## Retirada de equipos y limpieza de tajos

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.4 de Parte 3.

### **1.3.5.5 Control de calidad**

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.5 de Parte 3.

### **1.3.5.6 Criterio de medición y abono**

Será de aplicación lo establecido en 1.3.4.6 de Parte 3.

### **1.3.5.7 Normas de referencia**

CTE, SE-C	Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural: Cimentaciones
EHE-08	Instrucción de Hormigón Estructural
UNE-EN 1538:2011	Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla

## 1.3.6 Tablestacado metálico

### **1.3.6.1 Definición**

Se define como tablestacado metálico la pantalla formada por perfiles metálicos especiales, denominados tablestacas, enlazados entre si longitudinalmente e hincados en el terreno total o parcialmente.

El tablestacado metálico se utiliza como pantalla de impermeabilización, como muro de contención de excavaciones y rellenos y como obra de entibación de terreno.

### **1.3.6.2 Condiciones generales**

#### Estudio de ejecución

Antes de iniciar la ejecución de tablestacado metálico, y con una antelación suficiente, el Contratista presentará al Director, para su aprobación, un Estudio de Ejecución cuyas directrices habrá fijado este último.

El Estudio de Ejecución constará al menos, de los siguientes puntos:

- a) información del terreno;
- b) planos de detalles constructivos;
- c) hinca de las tablestacas.

Información del terreno. En el Estudio de Ejecución se recopilará la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto; si esta información no fuera suficiente, se complementará con la obtenida mediante sondeos de reconocimiento posteriores.

Planos de detalles constructivos. El Estudio de Ejecución incluirá los Planos de la obra a construir, con los detalles necesarios para definir la posición del tablestacado metálico, que se definirá en planta y

perfil longitudinal. En los Planos deberán explicitarse las longitudes de tablestacado, el empotramiento en el terreno, los niveles de excavación, los eventuales apoyos que se hubiera de dotar al tablestacado mediante anclajes, así como todos los detalles que deban tenerse en cuenta para la completa definición de los trabajos a realizar.

Hinca de las tablestacas. En el Estudio de Ejecución se definirá el sistema de hinca de las tablestacas en función, entre otros, de la naturaleza del terreno, las características de las tablestacas, las condiciones de acceso y movilidad de los equipos, los plazos de ejecución, las circunstancias particulares de las cimentaciones próximas, las limitaciones en cuanto a ruido y la disponibilidad del material necesario. Se deberá definir el orden de hincado, el número de elementos a hincar simultáneamente, la profundidad a alcanzar y el nivel sobre el terreno al que deberán quedar las tablestacas.

### Programa de trabajos

En base a la clase de obra para la que se ejecute el tablestacado y a las conclusiones del Estudio de Ejecución, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos que someterá a la aprobación del Director.

El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- a) esquema de la pantalla de tablestacas a ejecutar;
- b) cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución;
- c) equipos de hinca y manipulación de las tablestacas a emplear, con indicación de sus capacidades de producción horaria y diaria, así como de las características principales de las máquinas de que se dispondrá de reserva en obra; el número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

#### 1.3.6.2 Materiales

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial.

Los límites en la composición química de fósforo, azufre y cobre serán:

Límites de composición química de tablestacas de acero

Componentes	%
P, máx.	0,04
S, máx.	0,05
Cu, mín.	0,20

Las características mecánicas mínimas que serán objeto de garantía, serán:

- a) resistencia característica a tracción, mín.: 485 N/mm<sup>2</sup>;
- b) límite elástico aparente, mín.: 270 N/mm<sup>2</sup>;
- c) alargamiento de rotura, mín.: 17 %.

En la determinación de las características mecánicas se tendrá en cuenta lo prescrito en las Normas UNE-EN ISO 377:1998 y UNE-EN ISO 6892-1:2010.

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezaran, de modo que su flecha máxima, respecto a la recta definida por sus dos (2) extremos, no sea mayor que un doscientosavo (1/200) de su longitud.

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.

## Equipos

### Generalidades

Los equipos de hincas de tablestacas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- a) martillos pilones de caída libre;
- b) martillos percutores de doble efecto con motor;
- c) aparatos vibradores.

### Martillos pilones de caída libre

En estos equipos la hincas de las tablestacas se consigue por acción de una maza pesada que, colgada de un cable y guiada, se deja caer, desde una altura determinada, sobre la cabeza de la tablestaca, que va provista de un sombrerete que la protege de los golpes de la maza.

El peso de la maza no será inferior a un cuarto (1/4) del peso de la tablestaca, si la hincas se realizare de una en una; en el caso de hincas de parejas de tablestacas enlazadas, el peso de la maza será superior a la mitad (1/2) del peso de la tablestaca. En todo caso la altura de caída de la maza será del orden de sesenta centímetros (60cm) a un metro (1m), como máximo. Se recomienda utilizar mazas cuyo peso sea del setenta al ciento cincuenta por ciento (70-150%) del peso de la tablestaca.

### Martillos percutores de doble efecto con motor

Los martillos percutores de doble efecto suelen estar accionados por aire comprimido o por motores hidráulicos y se colocan sobre las cabezas de las tablestacas para su hincas acoplados a ellas mediante dispositivos apropiados; los martillos se cuelgan de una grúa y su energía de golpeo deberá ser superior a la de la maza de caída libre, desde una altura de sesenta centímetros (60cm). Para mantener el martillo en la posición correcta, que corresponde a la prolongación de la tablestaca a hincas, se le aplicará en la base un dispositivo de guía que dependerá del tipo de tablestaca que se utilice.

Este tipo de martillo permite realizar la extracción de las tablestacas del terreno, en el caso de que sea necesario. Para ello, las grúas que soporten el martillo deberán resistir, sobre el cable de suspensión, una tracción al menos igual al triple del peso del martillo y tablestaca que se desea arrancar, por lo que será necesario dimensionar ampliamente las secciones y forma de las bridas de suspensión.

### Aparatos vibradores

La hincas de tablestacas mediante aparatos vibradores se basa en que, mediante la vibración, el terreno puede alcanzar un estado casi líquido, con pérdida de su resistencia al esfuerzo cortante, penetrando las tablestacas en el terreno por la acción de su peso.

La frecuencia de vibración para obtener en un terreno determinado las características de un líquido dependen de sus propiedades geotécnicas; en arenas el estado líquido se consigue con frecuencia

bajas, del orden de cinco hertzios (5 Hz), mientras que en arcillas se requieren frecuencias superiores, de hasta 50 hertzios (50 Hz).

Los vibradores se colocarán rígidamente unidos a las cabezas de las tablestacas, colgados de grúas; sus características dependerán del tipo de terreno donde se efectúe la hinca y de las dimensiones y longitudes de las tablestacas.

### **1.3.6.3 Condiciones generales**

Las actividades que requiere la ejecución de tablestacados metálicos son:

- a) replanteo de la pantalla de tablestacas;
- b) accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares;
- c) hinca de tablestacas;
- d) extracción de tablestacas, en su caso;
- e) retirada de equipos y limpieza de tajos.

### **1.3.6.4 Condiciones de ejecución**

#### Replanteo de la pantalla de tablestacas

El Contratista llevará a cabo el replanteo de la pantalla de tablestacas de acuerdo con el esquema y los planos aprobados por el Director.

El Contratista adoptará un sistema lógico y sencillo de designación e identificación de las tablestacas, que permita identificarlas en los croquis, en los Planos y en la obra.

#### Hinca de tablestacas

La hinca de tablestacas podrá realizarse por alguno de los siguientes procedimientos:

- a) hinca de cada tablestaca individualmente;
- b) hinca de tablestacas por parejas;
- c) hinca de tablestacas por paneles.

En suelos granulares muy compactados, en especial si están secos se suele inyectar agua a presión, inmediatamente antes del pie de la tablestaca a hincar, a través de un tubo metálico rígido de pequeño diámetro. Por este procedimiento se consigue aflojar y descompactar el terreno facilitando la hinca de tablestaca. No se recomienda el empleo de agua a presión (lanza de agua) en suelos arcillosos, por ser prácticamente ineficaz.

Cuando la hinca se vaya a realizar por pares de tablestacas, la unión entre cada una podrá ejecutarse en taller o en obra, con la ayuda de un tomo; la junta entre ambas piezas deberá estar perfectamente limpia realizada de forma que no se rellene con granos de arena durante la hinca, con el fin de que no oponga demasiada resistencia al deslizamiento relativo entre tablestacas,

En obras de importancia la hinca de tablestacas se suele realizar por paneles. Cada panel está formado por seis (6) a ocho (8) pares de tablestacas, previamente ensambladas entre sí y guiadas a uno o varios niveles. La hinca de los paneles se empieza por las tablestacas extremas, hincándolas hasta la mitad de su empotramiento definitivo o hasta que queden ancladas en casos de tablestacas de gran longitud. A

continuación se hincan, hasta la misma profundidad, las tablestacas intermedias, colocándose un nuevo panel, del que se hincan las tablestacas, empezando por la extrema en el sentido de avance. Una vez realizado el tablestacado hasta la profundidad anterior, se procede a completar la hinca de los paneles previos, pudiendo utilizarse para ello un nuevo equipo de hinca.

Cuando se utilice un vibrador suspendido de una grúa para la hinca de tablestacas, el número de éstas que se presentará, simultáneamente, no será inferior a veinte (20), hincándose alternativamente de forma que la diferencia de alturas de las cabezas de dos contiguas no sea superior a dos metros (2 m).

En terrenos sin cohesión se recomienda, en general, hincar las tablestacas con golpes ligeros y rápidos o bien por vibración; en terrenos compactados y con cohesión se deberá dar golpes lentos y potentes.

Se dispondrán guías para las tablestacas, consistentes en una doble fila de perfiles o de tablones o piezas de madera de mayor sección, colocados a poca altura del suelo, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a ejecutar. Esta doble fila de tablones estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno y la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de las tablestacas en más de dos centímetros (2cm).

Las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán en lo posible, en su extremo inferior, de la introducción de terreno ya que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hincan a continuación, tapando el referido extremo inferior de la mencionada ranura con una pieza metálica, tornillo, clavo, etc., de forma que permanezca en su sitio durante la hinca, pero que pueda ser fácilmente expulsada por la tablestaca que se enhebre en la ranura y que llegue a mayor profundidad.

La hinca se continuará hasta alcanzar la penetración mínima exigible en el terreno.

Terminada la hinca se cortarán, si fuese necesario, las tablestacas de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los Planos y se arristrarán o anclarán, si procediera.

Los empalmes de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales (3°) en cualquier dirección.

Cuando esté prevista la extracción de las tablestacas, se tomarán precauciones durante la hinca con el fin de facilitar el futuro arranque. En particular, se deberá interrumpir la hinca cuando se alcance el rechazo, para no deformar la base de la tablestaca, lo que impediría el arranque normal. Si las tablestacas se hubieran hincado por pares, con las juntas matrizadas, se deberán arrancar también por pares.

### Retirada de equipos y limpieza de tajos

Una vez terminada la hinca y preparación de tablestacado metálico, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los desperdicios originados por las operaciones realizadas, siendo todos estos trabajos a su cargo.

#### **1.3.6.5 Control de calidad**

El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por el Director. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los Controles de Producción.

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la obra, tanto a su llegada a ésta como en el momento anterior a su utilización.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de la hincada de las tablestacas en los siguientes puntos:

a) características y estado de las tablestacas. Los perfiles y peso de las tablestacas serán los establecidos. Se admitirán, para su longitud las siguientes tolerancias: veinte centímetros (20 cm) en más, y cinco centímetros (5cm) en menos. El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

No se admitirá una variación en el peso superior al dos coma cinco por ciento (2,5%) del especificado;

b) el corte de las tablestacas, a su longitud debida, se efectuara por medio de sierra o soplete;

c) verticalidad, tanto transversalmente a plano teórico como, dentro de ese plano, de la posible inclinación de la pieza extrema durante su hincada. Se admitirán tolerancias del dos por ciento (2%) en pantallas enterradas y del uno por ciento (1%) si han de quedar a vista;

d) centrado y guiado de los equipos de hincada;

e) estado de las cabezas de las tablestacas;

f) penetración de las tablestacas. Se comprobará que, en todos los casos, se alcanza la penetración mínima en el terreno.

La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta del Control de Producción aprobada por el Director.

El Director, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de hincada de tablestacado.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir por cuenta de este último, determinados trabajos de ejecución del tablestacado metálico en los que, al efectuar el control de recepción, se detectaran errores que, a juicio del Director, pudieran afectar a la calidad de la obra contratada.

#### **1.3.6.6 Criterio de medición y abono**

Los tablestacados metálicos se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos en el terreno después de proceder, en su caso, a la operación de enrase.

El abono de los empalmes, por soldadura, de las tablestacas y la protección anticorrosiva de las mismas se considerarán incluidos en el precio del tablestacado.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la estipulada en los Planos, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del Contrato por este concepto, salvo que el aumento de la profundidad media de hincada en todo el tablestacado realizado fuera superior al veinte por ciento (20%) de la profundidad media que figura en los Planos.

#### **1.3.6.7 Normas de referencia**

“Manual de Cálculo de Tablestacas”. Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Eurocode 3: Design of Steel Structures. Part 5: Piling” European Committee for Standardization (CEN)

UNE-EN ISO 377:1998      Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos. (ISO 377:1997).

UNE-EN ISO 6892-1:2010 Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.(ISO 6892-1:2009)

## **2 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES**

### **2.1 Desbroce del terreno (Art. 300 PG3)**

#### 2.1.1 Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las Obras.

#### 2.1.2 Materiales

No materiales de aportación

#### 2.1.3 Condiciones generales

No aplica

#### 2.1.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 300.2 del PG 3.

#### 2.1.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.1.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 300.3 del PG 3.

#### 2.1.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.2 Demoliciones (Art 301 PG 3)**

#### 2.2.1 Definición

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

#### 2.2.2 Materiales

No materiales de aportación.

#### 2.2.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 301.2 del PG 3.

#### 2.2.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 301.4 del PG 3.

#### 2.2.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.2.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 301.5 del PG 3.

#### **2.2.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.3 Escarificación y compactación (Art 302 PG3)**

#### 2.3.1 Definición

Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

#### 2.3.2 Materiales

No materiales de aportación.

#### 2.3.3 Condiciones generales

No aplica.

#### 2.3.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 302.2 del PG 3.

#### 2.3.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.3.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 302.3 del PG 3.

#### 2.3.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.4 Escarificación y compactación del firme existente**

#### 2.4.1 Definición

Consiste en la disgregación del firme existente, efectuada por medios mecánicos, eventual retirada o adición de materiales y posterior compactación de la capa así obtenida.

No se considerarán incluidos en esta unidad las operaciones de demolición del firme existente y posterior retirada de los materiales que lo constituyen.

#### 2.4.2 Materiales

No materiales de aportación.

#### 2.4.3 Condiciones generales

No aplica.

#### 2.4.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 303.2 del PG 3.

#### 2.4.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.4.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 303.3 del PG 3.

#### 2.4.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.5 Prueba con supercompactador (Art 304 PG3)**

### **2.5.1 Definición**

Se define como prueba con supercompactador al paso de una máquina compactadora de gran peso (supercompactador), el número de veces que se especifique, sobre la superficie a comprobar, buscando la localización de áreas inestables y la compactación adicional de las capas situadas bajo aquéllas.

### **2.5.2 Materiales**

No materiales de aportación.

### **2.5.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 304.2 del PG 3.

### **2.5.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 304.3 del PG 3.

### **2.5.5 Control de calidad**

No aplica.

### **2.5.6 Criterio de medición y abono**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 304.4 del PG 3.

### **2.5.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.6 Excavación de la explanación y préstamos (Art 320 PG3)**

### **2.6.1 Definición**

Se define como el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

### **2.6.2 Materiales**

No materiales de aportación.

### 2.6.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 320.2 del PG 3.

### 2.6.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 320.3 del PG 3.

### 2.6.5 Control de calidad

No aplica.

### 2.6.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 320.4 del PG 3.

### 2.6.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.7 Excavación en zanjas y pozos (Art. 321 PG3)**

### 2.7.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

### 2.7.2 Materiales

No materiales de aportación.

### 2.7.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 321.2 del PG 3.

### 2.7.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 321.3 del PG 3.

### 2.7.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 321.4 y 321.5 del PG 3.

### 2.7.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 321.6 del PG 3.

### 2.7.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## 2.8 Excavación especial de taludes en roca (Art 322 PG 3)

### 2.8.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca, al limitar niveles de cargas de explosivo cercanas a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuraciones y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

Dichas operaciones comprenden la excavación por voladuras del volumen de roca próximo a paramentos definitivos, tanto se realice conjuntamente con la destroza, o se ejecute en fase posterior, también llamada de refino. Tal volumen de roca es cuantificable en función de la estructura y tipos de la roca, del diámetro de perforación y carga de explosivo de los barrenos de la destroza, así como de las secuencias de encendido y del tipo de voladura suave, precorte o recorte, proyectada para la ejecución del paramento definitivo

### 2.8.2 Materiales

No materiales de aportación.

### 2.8.3 Condiciones generales

No aplica.

### 2.8.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 322.2 del PG 3.

### 2.8.5 Control de calidad

No aplica.

### 2.8.6 Criterio de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 322.3 del PG 3.

### 2.8.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.9 Terraplenes (Art 330 PG 3)**

### **2.9.1 Definición**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el apartado 2.9.2 de este artículo, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.

- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso

### **2.9.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 330.3, 330.4 y 330.5 del PG 3.

### **2.9.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 330.2 del PG 3.

### **2.9.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 330.6 y 330.7 del PG 3.

### **2.9.5 Control de calidad**

No aplica.

### **2.9.6 Criterio de medición y abono**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 330.8 del PG 3.

### **2.9.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.10 Pedraplenes (Art 331 PG 3)**

### **2.10.1 Definición**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación por tongadas de materiales pétreos, cuyas características serán las indicadas en el apartado 2.10. 2 de este artículo, con destino a crear una plataforma

sobre la que se asiente la explanada y el firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada.

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo del pedraplén.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye el pedraplén.
- Extensión y compactación del material en tongadas.
- Esta última operación se reiterará cuantas veces sea preciso.

Se excluyen de esta unidad las operaciones necesarias para la ejecución de la coronación del pedraplén que se define en el apartado 2.10.3 de este artículo.

### 2.10.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 331.4 del PG 3.

### 2.10.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 331.2, 331.3, 331.5, 331.6 del PG 3.

### 2.10.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 331.7 y 331.8 del PG 3.

### 2.10.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 331.9 del PG 3.

### 2.10.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 331.10 del PG 3.

### 2.10.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

## 2.11 Rellenos localizados (Art 332 PG 3)

### 2.11.1 Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

En la dirección longitudinal de la calzada soportada, los rellenos localizados de trasdós de obra de fábrica, "cuñas de transición", tendrán una longitud mínima de al menos diez metros (10 m) desde el trasdós de la obra de fábrica. Caso de existir losa de transición, dicha longitud mínima habrá de ser además superior a dos (2) veces la dimensión de la losa en la referida dirección longitudinal. A partir de dicha dimensión mínima, la transición entre el relleno localizado y el relleno normal tendrá, siempre en la dirección longitudinal de la calzada soportada, una pendiente máxima de un medio (1V:2H).

No se consideran incluidos dentro de esta unidad los rellenos localizados de material con misión específica drenante, a los que hace referencia el artículo 421, "Rellenos localizados de material drenante" del PG 3y que se realizarán de acuerdo a este último.

#### 2.11.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 332.3 del PG 3.

#### 2.11.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 332.2 y 332.4 del PG 3.

#### 2.11.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 332.5 del PG 3.

#### 2.11.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 332.6 del PG 3.

#### 2.11.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 332.7 del PG 3.

#### 2.11.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.12 Rellenos todo uno (Art 333 PG 3)**

#### 2.12.1 Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación por tongadas de materiales, cuyas características serán las indicadas en el apartado 2.12.2 de este artículo, con destino a crear una plataforma sobre la que se asienten la explanada y firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada.

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno todo-uno.
- Excavación, carga y transporte del material.
- Extensión y compactación del material en tongadas.

Esta última operación se reiterará cuantas veces sea preciso.

Se excluye de esta unidad las operaciones necesarias para la ejecución de la coronación del relleno que se define en el apartado 2.12.3 de este artículo.

#### 2.12.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 333.4 del PG 3.

#### 2.12.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 333.2, 333.3, 333.5, 333.6 y 333.8 del PG 3.

#### 2.12.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 332.7 del PG 3.

#### 2.12.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 333.9 del PG 3.

#### 2.12.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 333.10 del PG 3.

#### 2.12.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.13 Terminación y refino de la explanada (Art 340 PG 3)**

#### 2.13.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

#### 2.13.2 Materiales

No hay materiales de aportación.

#### 2.13.3 Condiciones generales

No aplica.

#### 2.13.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 340.2 del PG 3.

#### 2.13.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 340.3 del PG 3.

#### 2.13.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 340.4 del PG 3.

#### 2.13.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.14 Refino de taludes (Art 341 PG3)**

#### 2.14.1 Definición

Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y capa de coronación de rellenos todo-uno y pedraplenes, así como de los taludes de desmonte no incluidos en el artículo 322, "Excavación especial de taludes en roca", del PG 3.

#### 2.14.2 Materiales

No hay materiales de aportación.

#### 2.14.3 Condiciones generales

No aplica.

#### 2.14.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 341.2 del PG 3.

#### 2.14.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.14.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 341.3 del PG 3.

#### 2.14.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.15 Cunetas de hormigón ejecutadas en obra (Art 400 PG 3)**

### **2.15.1 Definición**

Cuneta de hormigón ejecutada en obra es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste "in situ" con hormigón, colocado sobre un lecho de asiento convenientemente preparado.

La forma, dimensiones, tipo y demás características, se ajustaran a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial y en el Proyecto.

### **2.15.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 400.2 del PG 3.

### **2.15.3 Condiciones generales**

No aplica.

### **2.15.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 400.3 del PG 3.

### **2.15.5 Control de calidad**

No aplica.

### **2.15.6 Criterios de medición y abono**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 400.4 del PG 3.

### **2.15.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.16 Cunetas prefabricadas (Art 401 PG3)**

### **2.16.1 Definición**

Cuneta prefabricada es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste con piezas prefabricadas, las cuales se cimentan sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustarán a lo que figure en la Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial, y en el Proyecto.

### **2.16.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 401.2 del PG 3.

### 2.16.3 Condiciones generales

No aplica.

### 2.16.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 401.3 del PG 3.

### 2.16.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 401.5 del PG 3.

### 2.16.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 401.4 del PG 3.

### 2.16.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.17 Arquetas y pozos de registro (Art 410 PG3)**

### 2.17.1 Definición

Arqueta es un recipiente prismático para la recogida de agua de las cunetas o de las tuberías de drenaje y posterior entrega a un desagüe.

El material constituyente podrá ser hormigón, materiales cerámicos, piezas prefabricadas o cualquier otro previsto en el Proyecto o aprobado por el Director de las Obras. Normalmente estará cubierta por una tapa o rejilla.

Pozo de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio (1,5 m) de profundidad.

### 2.17.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 410.3 del PG 3.

### 2.17.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 410.2 del PG 3.

### 2.17.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 410.4 del PG 3.

### 2.17.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.17.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 410.5 del PG 3.

#### 2.17.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.18 Imbornales y sumideros (Art 411 PG 3)**

#### 2.18.1 Definición

Imbornal es el dispositivo de desagüe por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas de una carretera, de los tableros de las obras de fábrica o, en general, de cualquier construcción.

Sumidero es el dispositivo de desagüe, generalmente protegido por una rejilla, que cumple una función análoga a la del imbornal, pero dispuesto de forma que la entrada del agua sea en sentido sensiblemente vertical.

Estos elementos, en general, constarán de orificio de desagüe, rejilla, arqueta y conducto de salida.

#### 2.18.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 411.3 del PG 3.

#### 2.18.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 411.2 del PG 3.

#### 2.18.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 411.4 del PG 3.

#### 2.18.5 Control de calidad

No aplica.

#### 2.18.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 411.5 del PG 3.

#### 2.18.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.19 Tubos de acero corrugado y galvanizado (Art 412 PG3)**

### **2.19.1 Definición**

Tubos de acero corrugado y galvanizado son los conductos construidos con chapas de acero corrugadas y galvanizadas, normalmente curvadas, que se unen mediante pernos y tuercas, para formar secciones cerradas.

Chapas de acero corrugadas y galvanizadas son aquellas cuya superficie ha sido ondulada para confiarles su característica de resistencia a esfuerzos de flexión. Tendrá aplicada, en su superficie, una película de zinc para protegerlas de la corrosión, que constituye el galvanizado.

### **2.19.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 412.4 del PG 3.

### **2.19.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 412.2 y 412.3 del PG 3.

### **2.19.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 412.5 del PG 3.

### **2.19.5 Control de calidad**

No aplica.

### **2.19.6 Criterios de medición y abono**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 412.6 del PG 3.

### **2.19.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.20 Zanjas drenantes (Art 420 PG3)**

### **2.20.1 Definición**

Consisten en zanjas rellenas de material drenante, adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales generalmente se disponen tubos drenantes, (perforados, de material poroso, o con juntas abiertas), y que, normalmente tras un relleno localizado de tierras, se aíslan de las aguas superficiales por una capa impermeable que sella su parte superior.

A veces se omiten los tubos de drenaje, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material drenante, constituyendo un dren ciego o dren francés. En estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es piedra gruesa.

Cuando exista peligro de migración del suelo, que rodea la zanja hacia el interior de la misma, se deberá disponer de un filtro normalmente geotextil, protegiendo el material drenante.

Su ejecución incluye normalmente las operaciones siguientes:

- Excavación.
- Ejecución del lecho de asiento de la tubería y, en su caso, disposición del filtro geotextil.
- Colocación de la tubería.
- Colocación y compactación del material drenante.
- Relleno de tierras de la parte superior de la zanja, en su caso.
- Impermeabilización de la parte superior de la zanja.

#### 2.20.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 420.2 del PG 3.

#### 2.20.3 Condiciones generales

No aplica.

#### 2.20.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en el artículo 420.3 del PG 3.

#### 2.20.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 420.5 del PG 3.

#### 2.20.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 420.4 del PG 3.

#### 2.20.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **2.21 Rellenos localizados de material drenante (Art 421 PG 3)**

#### 2.21.1 Definición

Consisten en la extensión y compactación de materiales drenantes en zanjas, trasdoses de obras de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos de maquinaria pesada.

#### 2.21.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 421.2 del PG 3.

### 2.21.3 Condiciones generales

No aplica.

### 2.21.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 421.3 y 421.4 del PG 3.

### 2.21.5 Control de calidad

No aplica.

### 2.21.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 421.5 del PG 3.

### 2.21.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **2.22 Geotextiles como elemento de separación y de filtro**

### 2.22.1 Definición

Son objeto de este artículo las aplicaciones de geotextiles, materiales definidos en el artículo 290, "Geotextiles" del PG 3, utilizados en obras de carretera con las funciones siguientes:

- Función separadora entre capas de diferente granulometría.
- Función de filtro en sistemas de drenaje.

### 2.22.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 422.2 del PG 3.

### 2.22.3 Condiciones generales

No aplica.

### 2.22.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 422.3 y 422.4 del PG 3.

### 2.22.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 422.5 del PG 3.

#### 2.22.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 422.6 del PG 3.

#### 2.22.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **3 PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

#### **3.1 Pavimentos de hormigón**

##### **3.1.1 Definición (Artículo 550.1 PG3)**

Se define como pavimento de hormigón el constituido por un conjunto de losas de hormigón en masa separadas por juntas transversales, o por una losa continua de hormigón armado, en ambos casos eventualmente dotados de juntas longitudinales; el hormigón se pone en obra con una consistencia tal, que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación y maquinaria específica para su extensión y acabado superficial.

La ejecución del pavimento de hormigón incluye las siguientes operaciones:

- a) Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- b) Preparación de la superficie de asiento.
- c) Fabricación del hormigón.
- d) Transporte del hormigón.
- e) Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para la pavimentadora y los equipos de acabado superficial.
- f) Colocación de los elementos de las juntas.
- g) Puesta en obra del hormigón y colocación de armaduras en pavimento continuo de hormigón armado.
- h) Ejecución de juntas en fresco.
- i) Terminación.
- j) Numeración y marcado de las losas.
- k) Protección y curado del hormigón fresco.
- l) Ejecución de juntas serradas.
- m) Sellado de las juntas.

##### **3.1.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 550.2 del PG 3.

##### **3.1.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 550.3 y 550.4 del PG 3.

##### **3.1.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 550.5, 550.6, 550.7 y 550.8 del PG 3.

### 3.1.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 550.9, 550.10 y 550.12 del PG 3.

### 3.1.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 550.11 del PG 3.

### 3.1.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## 3.2 Hormigón magro vibrado

### 3.2.1 Definición (Artículo 551.1 PG3)

Se define como hormigón magro vibrado la mezcla homogénea de áridos, cemento, agua y aditivos, empleada en capas de base bajo pavimento de hormigón, que se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.

La ejecución del hormigón magro vibrado incluye las siguientes operaciones:

- a) Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- b) Preparación de la superficie de asiento.
- c) Fabricación del hormigón.
- d) Transporte del hormigón.
- e) Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para la pavimentadora.
- f) Puesta en obra del hormigón.
- g) Protección y curado del hormigón fresco.

### 3.2.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 551.2 del PG 3.

### 3.2.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 551.3 y 551.4 del PG 3.

### 3.2.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 551.5, 551.6, 551.7 y 551.8 del PG 3.

### 3.2.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 551.9, 551.10 y 551.12 del PG 3.

### 3.2.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 551.11 del PG 3.

### 3.2.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **4 BASES DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTOS**

### **4.1 Definición**

Consisten en una capa de hormigón hidráulico compactado mediante vibrado.

### **4.2 Materiales**

El hormigón empleado será del tipo indicado en el PPTP.

Los materiales constituyentes del hormigón cumplirán las especificaciones de 9.1 de Parte 3.

### **4.3 Condiciones generales**

Se evitará el tráfico sobre las capas recién construidas, por lo menos durante los tres (3) días siguientes a su terminación.

### **4.4 Condiciones de ejecución**

La fabricación, transporte, vertido, compactación mediante vibrado, el hormigonado en condiciones especiales y el tratamiento de juntas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido para estos aspectos en 9 Parte 3.

No se procederá a la extensión del material hasta haber comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la compactación requerida y las rasantes indicadas en los planos.

La superficie de asiento deberá estar limpia de materias extrañas y su acabado será regular.

Inmediatamente antes de extender el hormigón, y si no está previsto un riego de sellado u otro sistema, se regará la superficie de forma que quede húmeda, evitando que se formen charcos.

Al extender el hormigón se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, de forma tal que después de la compactación se obtenga la rasante y sección definidas en los planos, con las tolerancias establecidas en las presentes prescripciones.

No se permitirá el vuelco directo sobre la explanada, la formación de caballones ni la colocación por semianchos adyacentes con más de una (1) hora de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones, a no ser que el Director de Obra autorice la ejecución de una junta longitudinal. Cuando el ancho de la calzada lo permita se trabajará hormigonando todo el ancho de la misma, sin juntas de trabajo longitudinales.

Los encofrados permanecerán colocados al menos ocho (8) horas. El curado del hormigón en las superficies expuestas deberá comenzar inmediatamente después de terminada su extensión.

Se prohíbe toda adición de agua a las masas a su llegada al tajo de hormigonado.

En las bases de hormigón no se dispondrán juntas de dilatación ni de contracción.

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede permanentemente vertical, debiendo recortarse la base anteriormente terminada.

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más de dos (2) horas. Si se trabaja por fracciones del ancho total se dispondrán juntas longitudinales si existe un desfase superior a una (1) hora entre las operaciones en franjas adyacentes.

## 4.5 Control de calidad

### Ensayos de control e información

El control de la ejecución del hormigón y de los materiales que lo constituyen se realizará según lo establecido en 10 de Parte 3, con las modificaciones siguientes:

- los lotes para control de resistencia serán de una extensión de 700m<sup>2</sup>, o la producción de un máximo de una (1) semana;
- en cada uno de los lotes se tomarán muestras de 2 amasadas.

Cuando la resistencia característica estimada obtenida en un lote de control sea mayor o igual a la resistencia característica fijada en proyecto, se considerará aceptable la resistencia del hormigón puesto en obra en el período al que corresponde el lote.

Si la resistencia estimada fuese inferior a la característica, pero mayor o igual al noventa por ciento de su valor, la obra se aceptará, aunque aplicando una penalización.

Si la resistencia estimada fuese inferior al noventa por ciento de la característica, se procederá a realizar ensayos de información consistentes en la extracción al menos de dos testigos aleatoriamente localizados en la extensión del lote afectado, cuando éste tenga una edad superior a veintiocho (28) días.

Los testigos se extraerán y ensayarán de acuerdo con las Normas UNE 12504-1:2009 y UNE-EN 12390-3:2009.

La resistencia característica estimada se deducirá de los resultados de la resistencia a compresión de los testigos extraídos. La resistencia a compresión de los testigos se corregirá previamente por edad en caso de que se superen los cincuenta y seis (56) días.

En el caso de que en los ensayos de información se obtuviese una resistencia estimada superior al ochenta por ciento de la característica de proyecto, se aceptará la obra con penalización. En otro caso se estará a lo dispuesto por el Director de obra, quien podrá, según su criterio, ordenar, demoler y reconstruir la parte afectada.

En ningún caso se aceptarán bases cuyo hormigón tenga una resistencia característica inferior al setenta por ciento de la fijada en proyecto.

Las penalizaciones se realizarán de acuerdo con lo establecido en 10 de Parte 3.

### Control geométrico

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto ni diferir de ellas en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los planos, sin perjuicio de que el defecto de espesor sea penalizado de acuerdo con lo especificado en 10 de Parte 3. Tampoco deberá diferir la superficie acabada en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres (3) metros tanto paralela como normalmente al eje de la calle.

## 4.6 Criterio de medición y abono

Esta unidad de obra se abonará por metro cúbico de hormigón realmente colocado, medido según los transversales obtenidos en obra.

## 4.7 Normas de referencia

UNE 12504-1:2009                      Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: testigos. Extracción,

examen y ensayo a compresión.

UNE-EN 12390-3:2009

Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: determinación de la resistencia a compresión de probetas.

## **5 PAVIMENTACIÓN. SUELOS ESTABILIZADOS Y GRAVAS TRATADAS.**

### **5.1 Suelos estabilizados in-situ.**

#### **5.1.1 Definición (Artículo 512.1 PG3)**

Se define como suelo estabilizado in situ la mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal o con cemento, y eventualmente agua, en la propia traza de la carretera, la cual convenientemente compactada, tiene por objeto disminuir la susceptibilidad al agua del suelo o aumentar su resistencia, para su uso en la formación de explanadas.

La ejecución de un suelo estabilizado in situ incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Disgregación del suelo.
- Humectación o desecación del suelo.
- Distribución de la cal o del cemento.
- Ejecución de la mezcla.
- Compactación.
- Terminación de la superficie.
- Curado y protección superficial.

Según sus características finales se establecen tres tipos de suelos estabilizados in situ, denominados respectivamente S-EST1, S-EST2 y S-EST3. Los dos primeros se pueden conseguir con cal o con cemento, mientras que el tercer tipo se tiene que realizar necesariamente con cemento.

#### **5.1.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 512.2 del PG 3.

#### **5.1.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 512.3 y 512.4 del PG 3.

#### **5.1.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 512.5, 512.6, 512.7 y 512.8 del PG 3.

#### **5.1.5 Control de calidad**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 512.9, 512.10 y 512.12 del PG 3.

### 5.1.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 512.11 del PG 3.

### 5.1.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **5.2 Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento).**

### 5.2.1 Definición (Artículo 513.1 PG3)

Se define como material tratado con cemento la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas, de material granular, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carretera.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones: Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.

- Fabricación de la mezcla en central.
- Preparación de la superficie existente.
- Transporte y extensión de la mezcla.
- Prefisuración (cuando sea necesario).
- Compactación y terminación.
- Curado y protección superficial.

En este artículo se definen dos tipos de material tratado con cemento denominados, respectivamente, suelo cemento (SC40 y SC20) y gravacemento (GC25 y GC20).

### 5.2.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 513.2 del PG 3.

### 5.2.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 513.3 y 513.4 del PG 3.

### 5.2.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 513.5, 513.6, 513.7 y 513.8 del PG 3.

### 5.2.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 513.9, 513.10 y 513.12 del PG 3.

### 5.2.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 513.11 del PG 3.

### 5.2.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## 6 PAVIMENTACIÓN. CAPAS GRANULARES

### 6.1 Zahorras

#### 6.1.1 Definición (Artículo 510 PG3)

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas.

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

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

#### 6.1.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 510.2 del PG 3.

#### 6.1.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 510.3 y 510.4 del PG 3.

#### 6.1.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 510.5, 510.6, 510.7 y 510.8 del PG 3.

#### 6.1.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 510.9, 510.10 y 510.12 del PG 3.

#### 6.1.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 510.11 del PG 3.

#### 6.1.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **7 PAVIMENTACIÓN. RIEGOS Y MACADAM BITUMINOSOS**

### **7.1 Riegos de imprimación**

#### **7.1.1 Definición**

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso (Artículo 530.1 del PG 3).

#### **7.1.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 530.2 del PG 3.

#### **7.1.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 530.3 y 530.4 del PG 3.

#### **7.1.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 530.5 y 530.6 del PG 3.

#### **7.1.5 Control de calidad**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 530.7 y 530.9 del PG 3.

#### **7.1.6 Criterios de medición y abono**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 530.8 del PG 3.

#### **7.1.7 Normas de referencia**

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

### **7.2 Riegos de adherencia**

#### **7.2.1 Definición**

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla, o una lechada bituminosa (Artículo 531.1 del PG 3).

#### **7.2.2 Materiales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 531.2 del PG 3.

### 7.2.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 531.3 y 531.4 del PG 3.

### 7.2.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 531.5 y 531.6 del PG 3.

### 7.2.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 531.7 y 531.9 del PG 3.

### 7.2.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 531.8 del PG 3.

### 7.2.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## 7.3 Riegos de curado

### 7.3.1 Definición

Se define como riego de curado la aplicación de una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, al objeto de dar impermeabilidad a toda su superficie. (Artículo 532.1 del PG 3).

### 7.3.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 532.2 del PG 3.

### 7.3.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 532.3 y 532.4 del PG 3.

### 7.3.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 532.5 y 532.6 del PG 3.

### 7.3.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en los artículos 532.7 y 532.9 del PG 3.

### 7.3.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 532.8 del PG 3.

### 7.3.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## 7.4 Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla

### 7.4.1 Definición (Art. 533.1 PG3)

Se define como tratamiento superficial mediante riegos con gravilla la aplicación de una (1) o varias manos de un ligante hidrocarbonado sobre una superficie, complementada(s) por una (1) o varias extensiones de árido.

Sin perjuicio de que el Pliego de prescripciones técnicas particulares prevea otros tipos sancionados por la experiencia, distinguirán los siguientes tres (3) tipos de riego con gravilla:

- Riego con gravilla monocapa, formado por una (1) mano de ligante y una (1) extensión de árido.
- Riego con gravilla monocapa doble engravillado, formado por una (1) mano de ligante y dos (2) extensiones de árido.
- Riego con gravilla bicapa, formado por dos (2) aplicaciones sucesivas de ligante y árido.

### 7.4.2 Materiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 533.2 del PG 3.

### 7.4.3 Condiciones generales

Se cumplirá lo especificado en los artículos 533.3, 533.4 y 533.7 del PG 3.

### 7.4.4 Condiciones de ejecución

Se cumplirá lo especificado en los artículos 533.5 y 533.6 del PG 3.

### 7.4.5 Control de calidad

Se cumplirá lo especificado en el artículo 533.9 del PG 3.

### 7.4.6 Criterios de medición y abono

Se cumplirá lo especificado en el artículo 533.8 del PG 3.

### 7.4.7 Normas de referencia

PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes.

## **8 PAVIMENTACIÓN. MEZCLAS BITUMINOSAS**

### **8.1 Microaglomerados en frío**

#### **8.1.1 Definición**

Se definen como microaglomerados en frío (denominación por la Orden Circular 29/2011 sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)) aquellas mezclas bituminosas fabricadas a temperatura ambiente con emulsión bituminosa, áridos, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y aditivos, con consistencia adecuada para su puesta en obra inmediata y que se emplean en tratamientos superficiales de mejora de las características superficiales (textura superficial y resistencia al deslizamiento) en aplicaciones de muy pequeño espesor, habitualmente no superior a un centímetro y medio (1,5 cm), en una o dos capas.

A efectos de aplicación, el material definido en el párrafo anterior será empleado de acuerdo con lo especificado en la tabla 540.8 y el espesor en la puesta en obra no deberá sobrepasar significativamente el que corresponda con el tamaño máximo nominal del árido.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del microaglomerado en frío y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir el microaglomerado en frío.
- Fabricación de acuerdo con la fórmula propuesta.
- Extensión y, en su caso, compactación.

#### **8.1.2 Materiales**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) o normativa que lo sustituya, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

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.

##### **a) Emulsión bituminosa**

El tipo de emulsión bituminosa a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en función de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado, definidas en la Norma 6.1 IC sobre secciones de firmes o en la Norma 6.3-IC sobre rehabilitación de firmes, y, salvo justificación en contrario, se emplearán las emulsiones de la tabla 540.1 del PG-3, con betún residual después de evaporación, de penetración menor o igual a cien décimas de milímetro ( $\leq 100$  dmm), según el artículo 213 del PG-3.

En el caso de utilizar emulsiones con adiciones no incluidas en el artículo 213 del PG-3, el PPTP establecerá o, en su defecto, el Director de las Obras aprobará el tipo de adición y las especificaciones

que deberán cumplir las emulsiones bituminosas, su ligante residual y los microaglomerados en frío resultantes. La dosificación y el modo de aplicación de la adición deberán ser aceptados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de adiciones (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología del microaglomerado en frío, para mejorar la cohesión y la durabilidad, el PPTP determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en el microaglomerado en frío cuanto menos semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en la tabla 540.1. El Director de las Obras podrá disponer la realización de los ensayos que considere oportunos, de los recogidos en este Pliego, para comprobar el comportamiento y proporción de estos productos antes de su aceptación.

Según lo dispuesto en el apartado 8 del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008- 2015, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, se fomentará el empleo de polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso siempre que sea técnica y económicamente posible. Para ello las emulsiones bituminosas a emplear podrán ser fabricadas con ligantes modificados o mejorados por adición de polvo de neumáticos usados.

## **b) Áridos**

Los áridos a emplear en los microaglomerados en frío podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado. La combinación de las distintas fracciones en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo se realizará en el propio acopio empleando medios mecánicos que aseguren la homogeneidad de la mezcla resultante. Los áridos combinados se acopiarán por separado tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones hasta el momento de la carga en el equipo de fabricación.

El equivalente de arena, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8, para la fracción 0/4 del árido combinado, según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, y antes de la eventual incorporación del polvo mineral de aportación, no deberá ser inferior a sesenta ( $SE4 > 60$ ). De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según el anexo A de la norma UNE-EN 933-9, para la fracción 0/0,0125 del árido combinado, deberá ser inferior a diez gramos por kilogramo ( $MBF < 10 \text{ g/kg}$ ) y, simultáneamente, su equivalente de arena deberá ser superior a cincuenta ( $SE4 > 50$ ).

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Con objeto de garantizar la durabilidad a largo plazo de los áridos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material.

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

### Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

Ninguna fracción del árido grueso a emplear en capa única o segunda capa para categoría de tráfico pesado T0 podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares, ni de canteras de naturaleza caliza.

Para las categorías de tráfico pesado T1 a T31, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a seis (6) veces el tamaño máximo del árido que se desee obtener.

El árido grueso será preferiblemente de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir por separado las prescripciones establecidas en el apartado 540.2.2.2.

Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción no será nunca superior al cinco por ciento (5%). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá establecer un valor inferior al indicado.

En capas de rodadura de carreteras sometidas durante el invierno a heladas y frecuentes tratamientos de vialidad invernal, si el valor de la absorción según la norma UNE EN 1097-6 es superior al uno por ciento (1%), el valor del ensayo de sulfato de magnesio según la norma UNE EN 1367-2, deberá ser inferior a quince por ciento (MS < 15%).

La proporción mínima de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.2.a. del PG-3.

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-5 deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.2.b. del PG-3.

El índice de lajas (FI) del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.3 del PG-3.

El coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso, según la norma UNE-EN 1097-2, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.4 del PG-3.

El árido grueso deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad del propio árido o del microaglomerado en frío.

## Árido fino

Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz 2 mm, y retenida por el tamiz 0,063 mm, de la UNE-EN 933-2:1996.

En general, el árido fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o grava natural.

Únicamente para categorías de tráfico pesado T3 y T4, se podrá emplear en parte arena natural no triturada, siempre que su proporción en la mezcla sea inferior al diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado y sin que supere, en ningún caso, el porcentaje de árido fino triturado.

En el caso de que se emplee árido fino de distinta procedencia que el grueso, éste corresponderá a una fracción 0/2 con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al diez por ciento (10%) del total, con el fin de evitar la existencia de partículas de tamaño superior a 2 mm que no cumplan las características exigidas en los áridos gruesos.

El árido fino deberá estar exento de todo tipo de materias que puedan afectar a la durabilidad del propio árido o del microaglomerado en frío.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso relativos al coeficiente de Los Angeles y al coeficiente de pulimento acelerado.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá autorizar el empleo de árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la manejabilidad del microaglomerado en frío recién fabricado, pero en cualquier caso, procederá de un árido con coeficiente de Los Angeles inferior a veinticinco ( $LA < 25$ ) y, en el caso de que se trate de microaglomerado para segunda capa o capa única, coeficiente de pulimento acelerado superior a cincuenta ( $PSV > 50$ ) para categorías de tráfico pesado TO a T31 y vías de servicio no agrícolas de autovías o autopistas, y superior a cuarenta y cuatro ( $PSV > 44$ ) para el resto de categorías de tráfico pesado.

#### **c) Polvo mineral**

Se define como polvo mineral a la parte del conjunto de fracciones granulométricas (árido y productos minerales de aportación) cernidas por el tamiz 0,063 mm de acuerdo con la UNE-EN 933-1:2012.

El polvo mineral procederá de los áridos y podrá complementarse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea acelerar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión final.

Las proporciones y características de esta aportación se fijarán en la fórmula de trabajo del microaglomerado en frío, de acuerdo con lo establecido en el PPTP o, en su defecto, con la aceptación del Director de las Obras.

La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la norma UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre cinco y nueve decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>).

#### **d) Aditivos**

Se consideran como aditivos todos aquellos productos que se pueden incorporar al microaglomerado en frío para mejorarlo en su fabricación y puesta en obra, en sus características mecánicas y en sus prestaciones en servicio. A efectos de aplicación de este artículo, se pueden considerar algunos aditivos de uso habitual para acortar el tiempo de curado, para mejorar la cohesión y resistencia mecánica a corto plazo del microaglomerado en frío, así como los reguladores de la rotura de la emulsión.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará o, en su defecto, el Director de las Obras aprobará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como el microaglomerado en frío resultante. La fórmula de trabajo deberá verificar y explicitar la naturaleza, contenido y características que aporta el aditivo a utilizar.

#### **e) Agua**

El agua deberá cumplir las prescripciones del artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 2008 o normativa que la sustituya.

### **8.1.3 Condiciones generales**

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

El microaglomerado en frío se fabricará en mezcladoras móviles autopropulsadas que simultáneamente realizarán la extensión. El equipo dispondrá de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (áridos, emulsión, agua de envuelta, adiciones, etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de cuatrocientos metros (400 m).

El mezclador será de tipo continuo, y los tanques y tolvas de los distintos materiales deberán tener su salida sincronizada con él, con los tarados y contrastes necesarios para lograr la composición correspondiente a la fórmula de trabajo. Del mezclador pasará la lechada bituminosa a la caja repartidora a través de una compuerta regulable, provista del número de salidas necesario para distribuir uniformemente la lechada bituminosa en la caja repartidora.

La extensión del microaglomerado en frío se realizará por medio de una caja repartidora, remolcada sobre la superficie a tratar, generalmente por el equipo que lleva la mezcladora. Dicha caja repartidora será metálica, de anchura regulable, y deberá estar dotada de dispositivos de cierre laterales y de una maestra final de goma, regulable en altura, la cual deberá ser renovada cuantas veces resulte preciso para asegurar un reparto transversal homogéneo y uniforme y de acuerdo con la dotación prescrita. También deberá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la mezcla delante de la maestra.

#### 8.1.4 Condiciones de ejecución

##### Estudio del microaglomerado en frío

La fabricación del microaglomerado en frío no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado, en el laboratorio por el Director de las Obras, la correspondiente fórmula de trabajo, que habrá sido estudiada antes en laboratorio y verificada en el tramo de prueba correspondiente, en el que se deberá alcanzar la macrotextura superficial prescrita.

Dicha fórmula fijará como mínimo las características siguientes:

- a) Granulometría de los áridos combinados, por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico en el apartado 540.3 y, en su caso, los porcentajes de las distintas fracciones a emplear en el microaglomerado en frío.
- b) El tipo de emulsión bituminosa a utilizar.
- c) La dosificación de emulsión bituminosa, referida a la masa total de los áridos, indicando el porcentaje de ligante residual.
- d) Tipo y dotación de los aditivos, referida a la masa total de los áridos.

La fórmula de trabajo se diseñará según lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que salvo justificación en contra cumplirá los criterios de las tablas 540.8 y 540.9. del PG-3.

La fórmula de trabajo del microaglomerado en frío deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 540.7.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá ordenar que se corrija la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente con un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes.

#### **a) Preparación de la superficie existente**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá prever la ejecución de un riego de adherencia, según el artículo 531 del PG-3, o de un microfresado, previamente al tratamiento con el

microaglomerado en frío. Su objeto será permitir una correcta adherencia de la aplicación a la superficie subyacente.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del microaglomerado en frío se limpiará la superficie a tratar de materias sueltas o perjudiciales. Para ello, se utilizarán barredoras mecánicas o aire a presión según sea más adecuado.

Si la superficie estuviese constituida por un pavimento bituminoso, y éste fuese heterogéneo, se deberán eliminar los excesos de ligante hidrocarbonado que pudiera haber mediante microfresado, se sellarán las zonas demasiado permeables y se repararán los deterioros que pudieran impedir una correcta adherencia del microaglomerado en frío, todo ello con la aprobación del Director de las Obras.

En el caso de que la superficie existente tuviera una textura fina y lisa, y no fuera posible, o aconsejable, adecuarla mediante un microfresado para mejorar la adherencia, será preceptiva la aplicación en dos (2) capas, siendo la primera del tipo MICROF 5.

El Director de las Obras podrá autorizar, si lo estima conveniente y las condiciones climáticas lo aconsejan, la humectación del pavimento a tratar inmediatamente antes de la aplicación del microaglomerado en frío, con la dotación de agua previamente ensayada y repartida de manera uniforme.

#### **b) Aprovechamiento de áridos**

Los áridos se suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, suficientemente homogéneas y que se puedan acopiar y manejar sin peligro de segregación.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, debiendo evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores, a no ser que esté pavimentado. Los acopios se construirán por tongadas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación o contaminación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El volumen mínimo de acopio de áridos antes de iniciar la fabricación del microaglomerado en frío vendrá fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al cincuenta por ciento (50%) del total de la obra o al correspondiente a un (1) mes de trabajo.

#### **c) Fabricación y extensión del microaglomerado en frío**

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 12273 para el marcado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales.

Las proporciones de los componentes del microaglomerado en frío serán conformes con la fórmula de trabajo aprobada. La incorporación de los materiales se hará de manera que la envuelta de los áridos por el ligante sea completa y homogénea, mientras el microaglomerado en frío permanezca en la mezcladora.

La mezcla fabricada deberá verter a la caja repartidora de forma continua. El desnivel entre la descarga del mezclador y la superficie deberá regularse, de forma que no se produzcan segregaciones. Toda

mezcla heterogénea o que muestre una envuelta defectuosa de los áridos por la emulsión bituminosa, será rechazada.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, establecerá la anchura de extendido en cada aplicación. El avance de los equipos de extensión se hará paralelamente al eje de la vía, con la velocidad conveniente para obtener la dotación prevista y una textura uniforme.

Cuando se extienda el microaglomerado en frío por franjas longitudinales, entre cada dos (2) contiguas deberá establecerse un solape de diez centímetros (10 cm). En el caso de aplicaciones de segunda capa, los solapes de la primera y la segunda capa no deberán coincidir para evitar una dotación excesiva. Al finalizar la extensión de cada franja se realizará una junta transversal de trabajo, de forma que quede recta y perpendicular al eje de la vía.

#### **d) Compactación del microaglomerado en frío**

Para los tratamientos superficiales con microaglomerado en frío aplicados en carreteras con categorías de tráfico pesado TO y T1, y en autovías con cualquier categoría de tráfico pesado el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la compactación del microaglomerado en frío mediante el empleo de compactadores de neumáticos, una vez rota la emulsión y antes de finalizar el periodo de curado del material extendido.

La compactación tendrá como finalidad acortar el tiempo de curado, aumentando la cohesión inicial del microaglomerado en frío y permitiendo una apertura más rápida al tráfico. Por este motivo, no se permitirá la humectación con agua de la superficie de los neumáticos.

Deberá prestarse especial atención al momento de iniciar la compactación, de manera que no se produzca la adherencia de parte del tratamiento, por baja cohesión, a la superficie del neumático. Tampoco deberá retrasarse tanto que el material tenga un grado de cohesión tal que el compactador no aporte mejora alguna.

El compactador deberá realizar la compactación por franjas sobre el microaglomerado en frío extendido con cada carga del equipo de fabricación y extensión. Se debe empezar por el extremo inicial del extendido y compactar longitudinalmente por un borde con una o dos ruedas como máximo, observando si se produce la adherencia del material al neumático del compactador y continuando o suspendiendo temporalmente la compactación, según el comportamiento observado.

#### **8.1.5 Criterio de medición y abono**

Únicamente cuando la capa a tratar con un microaglomerado en frío no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados.

Asimismo, si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares previera la ejecución de un riego de adherencia, éste se abonará por toneladas (t) realmente empleadas y pesadas en una báscula contrastada, o bien por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el de la aplicación de la emulsión.

La fabricación y extensión del microaglomerado en frío se abonará por toneladas (t), obtenidas como producto de la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, por la dotación media deducida de los ensayos de control, según se especifica en el apartado de control de ejecución de este PPTP. Este abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el eventual del polvo mineral de aportación, de los aditivos y adiciones.

La emulsión bituminosa empleada en el microaglomerado en frío, se abonará por toneladas (t), deducidas aplicando a la medición del microaglomerado en frío abonable, la dotación media de emulsión obtenida en los ensayos de control.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá establecer, también, el abono por unidad de superficie (m<sup>2</sup>), con la fijación de unos umbrales de dotaciones, exceptuando el agua total, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

Para las categorías de tráfico pesado T1 y T2, si el árido grueso empleado, además de cumplir todas y cada una de las prescripciones especificadas anteriormente, tuviera un valor del coeficiente de pulimento acelerado, según la norma UNE-EN 1097-8, superior en cuatro (4) puntos al valor mínimo especificado en este Pliego para la categoría de tráfico pesado que corresponda, se abonará una unidad de obra definida como metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de incremento de calidad de áridos en capa de rodadura y cuyo importe será el diez por ciento (10%) del abono de unidad de superficie de microaglomerado en frío, siendo condición para ello que esta unidad de obra esté incluida en el Presupuesto del Proyecto.

#### 8.1.7 Normas de referencia

UNE 41201 IN	Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Procedimiento para determinar la resistencia al deslizamiento de la superficie de un pavimento a través de la medición del coeficiente de rozamiento transversal (CRTS): SCRIM
UNE-EN 932-1	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.S
UNE-EN 933-1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado
UNE-EN 933-2	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
UNE-EN 933-3	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas
UNE-EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso
UNE-EN 933-8	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
UNE-EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
UNE-EN 1097-2	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
UNE-EN 1097-3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Determinación de la densidad aparente y la porosidad
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
UNE-EN 1097-8	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.

	Parte 2: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado
UNE-EN 1367-2	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio
UNE-EN 12273	Lechadas bituminosas. Especificaciones
UNE-EN 12274-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Toma de muestras para la extracción del ligante
UNE-EN 12274-2	Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del contenido de ligante residual
UNE-EN 12274-3	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Consistencia
UNE-EN 12274-4	Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la cohesión de la mezcla
UNE-EN 12274-5	Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación del desgaste (ensayo de abrasión por vía húmeda)
UNE-EN 12274-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Velocidad de aplicación (Dotación)
UNE-EN 13036-1	Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método volumétrico

## 8.2 Mezclas bituminosas en caliente tipo Hormigón Bituminoso

### 8.2.1 Definición

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente. A efectos de aplicación de este artículo, se define como mezcla bituminosa en caliente de alto módulo para su empleo en capa intermedia o de base bituminosa en espesor entre siete y trece centímetros (7 a 13 cm), aquella que, además de todo lo anterior, el valor de su módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C), según la NLT-349, sea superior a once mil megapascales (11.000 MPa).

Las mezclas bituminosas en caliente de alto módulo deberán además cumplir, excepto en el caso que se mencionen expresamente otras, las especificaciones que se establecen en el PC-3 para las mezclas definidas en el párrafo primero. La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente de las definidas anteriormente incluye las siguientes operaciones:

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

## 8.2.2 Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

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

### a) **Ligante hidrocarbonado**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, que será seleccionado, en función de la capa a que se destine la mezcla bituminosa en caliente, de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado, definidas en la Norma 6.1 -IC sobre secciones de firmes o en la Norma 6.3-IC sobre rehabilitación de firmes, entre los que se indican en la tabla correspondiente del PG-3 y, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos del PG-3. Para mezclas bituminosas en caliente de alto módulo el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será el BM-1 para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 y el B13/22 para las categorías de tráfico pesado T1 y T2.

Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0, en las mezclas bituminosas a emplear en capas de rodadura o rehabilitaciones superficiales se utilizarán exclusivamente betunes asfálticos modificados con polímeros. Para mezclas bituminosas drenantes, además de los betunes modificados indicados en la tabla correspondiente del PG-3, se podrá emplear el tipo BM-3a, para las categorías de tráfico pesado T00 a T1.

En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 211 ó 215 del PG-3, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el método de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en mezcla semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 215 del PG-3.

### b) **Áridos**

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en el artículo correspondiente del PG-3. También podrán emplearse como áridos, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al diez por ciento (10%) de la masa total de mezcla.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Antes de pasar por el secador e la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2012, del árido obtenido

combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:2010, deberá ser inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2012, deberá ser superior a cuarenta (40). Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades se empleará la NLT-326.

El árido procedente del reciclado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa.

En ningún caso se admitirán áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas (roderas). Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la NLT-165, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, debiendo pasar la totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE-EN 933-2. El árido obtenido del reciclado de mezclas bituminosas, cumplirá las especificaciones de los apartados 542.2.2.2, 542.2.2.3 ó 542.2.2.4, en función de su granulometría obtenida según la UNE-EN 12697-2.

### Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

La proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999, deberá cumplir lo fijado en la tabla correspondiente del PG-3.

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3:2012, deberá cumplir lo fijado en la tabla correspondiente del PG-3.

El coeficiente de desgaste Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:2010, deberá cumplir lo fijado en la tabla correspondiente del PG-3.

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de impurezas, según el anexo C de la UNE 146130, del árido grueso deberá ser inferior al cinco por mil (0,5%) en masa; en caso contrario, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados y una nueva comprobación.

### Árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales. La proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla correspondiente del PG-3.

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas.

### **c) Polvo mineral**

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado. La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla correspondiente del PG-3.

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

## **8.2.3 Condiciones generales**

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla correspondiente del PG-3. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1:2012.

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

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

### **a) Central de fabricación**

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla continua o discontinua, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la producción horaria mínima de la central, en función de las características de la obra. El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de forma que se garantice que no se producen sobrecalentamientos localizados y que no se sobrepasan las temperaturas máximas admisibles de dicho producto. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistas de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida.

Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador. Las tolvas para áridos en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no será

inferior a cuatro (4). Estas tolvas deberán asimismo estar provistas de dispositivos ajustables de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación deberá ser ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos; y deberá tener en cuenta la humedad de éstos, para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se atenga a la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente. La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estar protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador deberán estar provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente —de capacidad acorde con su producción— en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlos. Estos silos deberán tener paredes resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones, con un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de dosificación. Un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, deberá avisarle cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado. Cada silo permitirá tomar muestras de su contenido, y su compuerta de descarga deberá ser estanca y de accionamiento rápido. La central deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, con sensores a la salida del secador y, en su caso, en cada silo de áridos en caliente.

Las centrales de mezcla discontinua deberán estar provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5%), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya exactitud sea superior al tres por mil (0,3‰). El ligante hidrocarbonado se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante hidrocarbonado deberá poder calibrarse a la temperatura y presión de trabajo; en centrales de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los áridos y la del polvo mineral.

En centrales de mezcla continua con tambor secador- mezclador, se garantizará la difusión homogénea del ligante hidrocarbonado y que ésta se realice de forma que no exista riesgo de contacto con la llama, ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas. Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con exactitud suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, sus capacidades deberán garantizar el flujo normal de los elementos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la fabricación el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante. Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, la central de fabricación deberá disponer de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones recogidas en el PG-3.

## **b) Elementos de transporte**

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras. La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto. Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa en caliente durante su transporte.

#### **c) Extendedoras**

Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseada y un mínimo de precompactación, que será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las Obras. La capacidad de la tolva, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste, u otras causas. La anchura mínima y máxima de extensión se definirá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras. Si a la extendedora se acoplaran piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

#### **d) Equipo de compactación**

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto, y un (1) compactador de neumáticos; para mezclas bituminosas drenantes este último se sustituirá por un (1) compactador de rodillos metálicos tándem, no vibratorio. Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración, al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación. En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizadas por el Director de las Obras.

### **Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- a) La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- b) La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 40; 25; 20; 12,5; 8; 4; 2; 0,500; 0,250; 0,125 y 0,630 mm de la UNE-EN 933-2:1996.
- c) Tipo y características del ligante hidrocarbonado.
- d) La dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida a la masa del total de áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- e) En su caso, el tipo y dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.
- f) La densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- a) Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- b) Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).
- c) La temperatura de mezclado con betunes asfálticos se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de ciento cincuenta a trescientos centistokes (150-300 cst). Además en el caso de betunes modificados con polímeros en la temperatura de mezclado se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante, de acuerdo con lo indicado en el artículo correspondiente del PG-3.
- d) La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no deberá exceder de ciento ochenta grados Celsius (180 °C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no deberá exceder de ciento sesenta y cinco grados Celsius (165 °C). Para mezclas bituminosas de alto módulo las temperaturas anteriores se aumentarán en diez grados Celsius (10 °C); para las mezclas drenantes dichas temperaturas deberán disminuirse diez grados Celsius (10 °C) para evitar posibles escurrimientos del ligante.
- e) La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte.
- f) La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la dosificación de ligante hidrocarbonado teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios siguientes:
  - En mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo:
    - o El análisis de huecos y la resistencia a la deformación plástica empleando el método Marshall, según la NLT-159, y para capas de rodadura o intermedia mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la NLT-173.
    - o Se aplicarán los criterios indicados en las tablas correspondientes del PG-3, y para mezclas de alto módulo, además, el valor del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C), según la norma NLT-349, no será inferior a once mil megapascuales (11.000 MPa).
  - En mezclas drenantes:
    - o Los huecos de la mezcla, determinados midiendo con un calibre las dimensiones de probetas preparadas según la NLT-352, no deberán ser inferiores al veinte por ciento (20%).

- o La pérdida por desgaste a veinticinco grados Celsius (25 °C), según la NLT-352, no deberá rebasar el veinte por ciento (20%) en masa, para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 y el veinticinco por ciento (25%) en masa en los demás casos.

Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado T00, T0 y T1, se comprobará asimismo la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el PG-3.

En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, en mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, según la NLT-162, no rebasará el veinticinco por ciento (25%); y, en mezclas drenantes, la pérdida por abrasión en el ensayo cántabro, según la NLT-352, tras ser sometidas a un proceso de inmersión en agua durante veinti-cuatro horas (24 h) a sesenta grados Celsius (60 °C) no rebasará el treinta y cinco por ciento (35%) para las categorías de tráfico pesado T00 a T1, y el cuarenta por ciento (40%) para las categorías de tráfico pesado T2 y T3. Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes. En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior a lo indicado en la tabla correspondiente del PG-3. Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa en caliente deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el PG-3. Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en el artículo correspondiente del PG-3.

#### 8.2.4 Condiciones de ejecución

##### a) Fabricación de la mezcla

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Para mezclas densas y semidensas la alimentación del árido fino, aun cuando éste fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas. Los dosificadores de áridos en frío se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo; su caudal se ajustará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, lo que vendrá indicado por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea; la extracción por los colectores deberá regularse de forma que la cantidad y la granulometría del polvo mineral recuperado sean ambas uniformes.

En centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, los áridos calentados y, en su caso, clasificados, se pesarán y se transportarán al mezclador. Si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos y el polvo mineral se agregará automáticamente el ligante hidrocarbonado para cada amasada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo.

Si se utilizasen áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, en centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos, se pesarán e introducirán los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas junto al polvo mineral, y después de un tiempo de disgregación, calentado y mezcla, se agregará el ligante hidrocarbonado, y en su caso los aditivos, para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo. Si la alimentación fuese continua, los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas se incorporarán al resto de los áridos en la zona de pesaje en caliente a la salida del secador.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador se aportarán los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas tras la llama de forma que no exista riesgo de contacto con ella.

En los mezcladores de las centrales que no sean de tambor secador-mezclador, se limitará el volumen del material, en general hasta dos tercios (2/3) de la altura máxima que alcancen las paletas, de forma que para los tiempos de mezclado establecidos en la fórmula de trabajo se alcance una envuelta completa y uniforme.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

#### **b) Transporte de la mezcla**

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

#### **c) Preparación de la superficie existente**

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa en caliente. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas. Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, que deberá cumplir lo indicado en el PG-3, se ejecutará un riego de adherencia, según el artículo correspondiente; si dicho pavimento es heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras. Si la superficie es granular o tratada con conglomerantes hidráulicos, sin pavimento hidrocarbonado, se ejecutará previamente un riego de imprimación según el PG-3. Se comprobará que ha transcurrido el plazo de rotura o de cura de estos riegos, no debiendo quedar restos de fluidificante, ni de agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### **d) Extensin de la mezcla**

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

En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

En capas de rodadura con mezclas bituminosas drenantes se evitarán siempre las juntas longitudinales. Únicamente para las categorías de tráfico pesado T2 y T3 o pavimentación de carreteras en las que no sea posible cortar el tráfico, dichas juntas deberán coincidir en una limesa del pavimento. La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el PG-3.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquélla no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal. Donde resulte imposible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa en caliente se podrá poner en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el PG-3.

#### **e) Compactación de la mezcla**

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada en el PG-3.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior. Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### **f) Juntas transversales y longitudinales**

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

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

Las juntas transversales en capas de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

#### 8.2.5 Control de calidad

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

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

- a) Si es aceptable o no la fórmula del trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extendido, etc.).
- b) Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas, y otros métodos rápidos de control. No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

#### Control de ejecución

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

- a) Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5 °C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius (8 °C). Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- b) Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas. Terminada su compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

#### Criterios de aceptación y rechazo

##### a) Control de los materiales

###### a.1) Áridos

Si con los áridos, a emplear en capas de rodadura o intermedia, se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo o documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del áridos, según lo indicado en el apartado correspondiente de PG-3, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El coeficiente de desgaste Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:2010.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según el anexo D de la UNE 146130.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1:2012.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2012 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:2010.

El Director de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos con nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 146130.

El Director de las Obras comprobará, además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos.
- La exclusión de vetas no utilizables.
- La adecuación de los sistemas de trituración y clasificación

#### **a.2) Control del material de aportación:**

Si con el polvo mineral, a emplear en las mezclas bituminosas en caliente, se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo o documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del polvo mineral, según lo indicado en el apartado correspondiente del PG-3, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del polvo mineral no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicados en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según la NLT-176.

#### **b) Control de fabricación**

Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1:2012.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2012 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:2010, del árido combinado.

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

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

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996  $\pm 3\%$ .
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996  $\pm 2\%$ .
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996  $\pm 1\%$ .

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1:2012, que cumplirá las tolerancias indicadas en el párrafo anterior. Al menos semanalmente, se verificará la exactitud de las básculas de dosificación, y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado. Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- A la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:
  - Control del aspecto de la mezcla, y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquéllas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al uno por ciento ( 1%) en masa, del total. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.
- Al menos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote:
  - Dosificación de ligante, según la UNE-EN-12697-1.
  - Granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2.

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

La tolerancia admisible, en más o en menos, respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ) en masa, del total de áridos (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el apartado correspondiente del PG-3 para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

Se tomarán muestras de la mezcla:

- Al menos una (1) vez al día, y al menos una (1) vez por lote:
  - En mezclas densas, semidensas y gruesas, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-159. En mezclas de alto módulo, además de lo anterior, determinación del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C), según la norma NLT-349.
  - En mezclas drenantes, análisis de huecos (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-168, y la pérdida por desgaste, según la NLT-352.
- Cuando se cambien el suministro o la procedencia:
  - En mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo, inmersión-compresión según la NLT-162.

## **c) Puesta en obra**

### **c.1) Control de extensión**

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado correspondiente del PG-3. Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la

extendedora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura. Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

### **c.2) Control de compactación**

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

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

En mezclas drenantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327. Al terminar la compactación, se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

## **8.2.6 Criterio de medición y abono**

Únicamente cuando la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados. La preparación de la superficie existente no es objeto de abono ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo correspondiente del PG-3. La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los Planos, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, incluido el procedente de reciclado de mezclas bituminosas, si los hubiere, y el del polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición abonable de fabricación y puesta en obra, por la dotación media de ligante deducida de los ensayos de control de cada lote. En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos, así como tampoco el ligante residual del material reciclado de mezclas bituminosas, si lo hubiere.

El polvo mineral de aportación y las adiciones, sólo se abonarán si lo previera explícitamente el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Cuadro de Precios del Proyecto. Su abono se hará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición abonable de fabricación y puesta en obra de cada lote, por la dotación media.

## **8.2.7 Normas de referencia**

NLT-330	Cálculo del índice de regularidad (IRI) en pavimentos de carreteras
PG-3	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes
NLT-336	Determinación de la resistencia al deslizamiento con el equipo de medida del

	rozamiento transversal
UNE-EN 1097-2:2010	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
UNE-EN 932-1:1997	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo
UNE-EN 933-1:2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado
UNE-EN 933-2:1996	Ensayo 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
UNE-EN 933-3:2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas
UNE-EN 933-5:1999	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso
UNE-EN 933-8:2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
UNE-EN 933-9:2010	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
UNE 146130	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas
UNE-EN 933-3	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas
UNE-EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso
UNE-EN 933-8	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
UNE-EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
UNE-EN 933-10	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 10: Evaluación de los finos. Granulometría de los fillers (tamizado en corriente de aire)
UNE-EN 1097-3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 3: Determinación de la densidad aparente y la porosidad
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
UNE-EN 1097-8	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado
UNE-EN 1744-3	Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 3: Preparación de eluatos por lixiviación de áridos
UNE-EN 12591	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación
UNE-EN 12697-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble
UNE-EN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
UNE-EN 12697-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en

	caliente. Parte 8: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático
UNE-EN 12697-8	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas
UNE-EN 12697-12	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa
UNE-EN 12697-22	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura
UNE-EN 12697-24	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 24: Resistencia a la fatiga
UNE-EN 12697-26	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 26: Rigidez
UNE-EN 12697-30	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 30: Preparación de la muestra mediante compactador de impactos
UNE-EN 12697-32	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 32: Compactación en laboratorio de mezclas bituminosas mediante compactador vibratorio
UNE-EN 12697-33	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa
UNE-EN 13036-1	Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método del círculo de arena
UNE-EN 13108-1	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 1: Hormigón asfáltico
UNE-EN 13108-20	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
UNE-EN 13108-21	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica

### **8.3. Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas**

#### **8.3.1 Definición**

Se definen como mezclas bituminosas en caliente para capas de rodadura, drenantes y discontinuas, aquéllas cuyos materiales son la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulométrica en algunos tamices), polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación obliga a calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

Las mezclas bituminosas drenantes son aquellas que por su baja proporción de árido fino, presentan un contenido muy alto de huecos interconectados que le proporcionan características drenantes. A efectos de aplicación de este artículo se emplearán en capas de rodadura de cuatro a cinco centímetros (4 a 5 cm) de espesor.

Las mezclas bituminosas discontinuas son aquéllas cuyos áridos presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamices inferiores del árido grueso. A efectos de aplicación de este artículo, se distinguen dos tipos de mezclas bituminosas discontinuas con dos husos granulométricos con tamaño máximo nominal de ocho y once milímetros (8 y 11 mm) cada uno. Con cada huso granulométrico podrán fabricarse mezclas bituminosas discontinuas en caliente, para capas de rodadura de dos a tres centímetros (2 a 3 cm) de espesor.

La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente de las definidas anteriormente incluye las siguientes operaciones:

- a) Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- b) Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- c) Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- d) Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- e) Extensión y compactación de la mezcla.

### 8.3.2 Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

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

#### a) Ligante hidrocarbonado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, que será seleccionado en función de la categoría de tráfico pesado, definida en la Norma 6.1 IC de Secciones de firme o en la Norma 6.3 IC de Rehabilitación de firmes, entre los que se indican en la tabla correspondiente del PG-3 y, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos de este Pliego o, en su caso, de la orden circular OC 21/2007(1).

Los betunes de penetración indicados en la tabla correspondiente del PG-3, cuyas especificaciones se recogen en su artículo 211, podrán ser sustituidos por betunes de penetración que cumplan con los tipos, las especificaciones y las condiciones nacionales especiales de la norma europea UNE-EN 12591, según se indica:

B60/70 por 50/70

B80/100 por 70/100

Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de la mencionada tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 215 del PG-3. En ese caso, a la denominación del betún se le añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es caucho procedente de neumáticos fuera de uso.

En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 211 ó 215 del PG-3, o en la orden circular 21/2007, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla y para alcanzar una mayoración significativa de alguna característica referida a la resistencia a la fatiga y la fisuración, se determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que, además de proporcionar las propiedades adicionales que se pretendan obtener con dichos productos, se garantice un comportamiento en mezcla mínimo, semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 215 del PG-3.

#### b) Áridos

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas discontinuas y en las drenantes podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en el artículo correspondiente del PG-3.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

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

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir que antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8(2), del árido obtenido combinando las distintas fracciones (incluido el polvo mineral), según las proporciones fijadas por la fórmula de trabajo, sea superior a cincuenta (50), o en su caso, de no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9, sea inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, sea superior a cuarenta (40).

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

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales o artificiales, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

#### Árido grueso

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

Ningún tamaño del árido grueso a emplear en mezclas discontinuas y drenantes para categorías de tráfico pesado T00 y T0 podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

Para las categorías de tráfico pesado T1 a T31, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a seis (6) veces el tamaño máximo del árido final.

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.2.a del PG-3.

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.2.b del PG-3.

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.3 del PG-3.

El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2, deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.4 del PG-3.

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8, deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.5 del PG-3.

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

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

En el caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto a la limpieza del árido grueso, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

## Árido fino

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

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

Únicamente en mezclas tipo BBTM A y para categorías de tráfico pesado T3, T4 y arcenes, podrá emplearse arena natural, no triturada, y en ese caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, deberá señalar la proporción máxima de arena natural, no triturada, a emplear en la mezcla, la cual no será superior al diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado y sin que supere el porcentaje de árido fino triturado empleado en la mezcla.

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

### c) Polvo mineral

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

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por extracción en la central de fabricación, o bien aportarse a la mezcla por separado de aquellos, como un producto comercial o especialmente preparado.

La proporción de polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 543.6 del PG-3.

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

### 8.3.3 Condiciones generales

La granulometría del polvo mineral se determinará según UNE-EN 933-10. El cien por cien (100%) de los resultados de análisis granulométricos deben quedar dentro del huso granulométrico general definido en la tabla 542.8 del PG-3.

La designación de las mezclas bituminosas discontinuas se hará según la nomenclatura establecida en la UNE-EN 13108-2, siguiendo el siguiente esquema:

Donde:

BBTM: indica que la mezcla bituminosa es de tipo discontinuo.

D: es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por cien (90% y 100%) del total del árido.

Clase: indica si la clase es A, B, C o D.

Ligante: se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

Las mezclas bituminosas discontinuas a emplear son las que se indican en la tabla 543.8 del PG-3.

La designación de las mezclas bituminosas drenantes se hará según la nomenclatura establecida en la UNE-EN 13108-7, siguiendo el siguiente esquema:

Donde:

PA: indica que la mezcla bituminosa es drenante.

D: es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por cien (90% y 100%) del total del árido.

Ligante: se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

### Equipo necesario para la ejecución de las obras

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

#### a) Central de fabricación

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las normas UNE-EN 13108-2 y UNE-EN 13108-7 para el mercado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas

Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán mediante centrales capaces de manejar, simultáneamente en frío, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la producción horaria mínima de la central, en función de las características y necesidades mínimas de consumo de la obra.

El número mínimo de tolvas para áridos en frío será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero, en todo caso, no será inferior a tres (3).

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y tendrá en cuenta la humedad de éstos para corregir la dosificación en función de ella; en los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 también será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

La central tendrá sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales serán independientes de los correspondientes al resto de los áridos y estarán protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, estarán provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente -de capacidad acorde con su producción- en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlas.

Las centrales de mezcla discontinua estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al medio por ciento ( $r$  0,5%), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya precisión sea superior al tres por mil ( $r$  0,3%).

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, deberá garantizar que en las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la fabricación, el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

#### **b) Elementos de transporte**

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a éste a través de los rodillos provistos al efecto.

Los camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

#### **c) Extendedoras**

Las extendedoras serán autopropulsadas y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que deberá ser fijado por el Director de las Obras. La capacidad de sus elementos, así como su potencia, serán adecuadas al trabajo a realizar.

La extendidora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste u otras causas.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70 000 m<sup>2</sup>), será preceptivo disponer, delante de la extendidora, de un equipo de transferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

La anchura extendida y compactada será siempre igual o superior a la teórica, y comprenderá las anchuras teóricas de la calzada o arcones más los sobrecanchos mínimos fijados en los Planos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las anchuras máxima y mínima de la extensión y la situación de las juntas longitudinales necesarias. Si a la extendidora se pueden acoplar elementos para aumentar su anchura, éstos deberán quedar perfectamente alineados con los de aquella y conseguir una mezcla continua y uniforme.

#### **d) Equipo de compactación**

Se utilizarán preferentemente compactadores de rodillos metálicos que deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario. Las llantas metálicas de los compactadores no presentarán surcos ni irregularidades en ellas.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y deberán ser las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En zonas poco accesibles para los compactadores se podrán utilizar planchas o rodillos vibrantes de características apropiadas para lograr en dichas zonas una terminación superficial y compacidad semejante al resto de la obra.

#### **Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.

Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 22; 16; 11,2; 8; 5,6; 4; 2; 0,500 y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 que correspondan para cada tipo de mezcla según la tabla 543.9, expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del uno por ciento (1%), con excepción del tamiz 0,063 que se expresará con aproximación del uno por mil (0,1%).

Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (0,1%).

Identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa total de la mezcla, y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.

En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.

Densidad mínima a alcanzar en las mezclas bituminosas tipo BBTM A, y el contenido de huecos en las mezclas bituminosas tipo BBTM B y drenantes.

También se señalarán:

Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.

Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).

La temperatura de mezclado se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de doscientos cincuenta a cuatrocientos cincuenta centistokes (250-450 cSt) en el caso de mezclas bituminosas discontinuas con betunes asfálticos, de cuatrocientos a setecientos centistokes (400-700 cSt) en el caso de mezclas bituminosas drenantes con betunes asfálticos, y dentro del rango recomendado por el fabricante, en el caso de mezclas con betunes modificados con polímeros o con betunes mejorados con caucho.

La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendedora, que en ningún caso será inferior a ciento treinta y cinco grados Celsius (135 °C).

La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.

En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será superior a ciento ochenta grados Celsius (180 °C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no excederá de los ciento sesenta y cinco grados Celsius (165 °C). Para las mezclas discontinuas tipo BBTM B y para las mezclas drenantes, dicha temperatura máxima deberá disminuirse en diez grados Celsius (10 °C) para evitar posibles escurrimientos del ligante. En todos los casos, la temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por el Director de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al mínimo fijado.

Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado T00 a T2, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado 543.9.3 del PG-3.

La fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 543.7.4. del PG-3.

El contenido de huecos en mezcla, determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20, cumplirá los valores mínimos fijados en la tabla 543.11. del PG-3. Para la realización del ensayo se emplearán probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30, aplicando cincuenta (50) golpes por cara.

En mezclas discontinuas, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir que la resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, cumpla lo establecido en la tabla 543.12. del PG-3.

En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a quince grados Celsius (15 °C), según la UNE-EN 12697-12, tendrá un valor mínimo del noventa por ciento (90%) para mezclas discontinuas y del ochenta y cinco por ciento (85%) para mezclas drenantes. Las probetas se compactarán según la UNE-EN 12697-30, aplicando cincuenta (50) golpes por cara.

En mezclas drenantes, la pérdida de partículas a veinticinco grados Celsius (25 °C), según la UNE-EN 12697-17, en probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30 con cincuenta (50) golpes por cara, no deberá rebasar el veinte por ciento (20%) en masa para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 y el veinticinco por ciento (25%) en masa en los demás casos.

Para las mezclas drenantes, deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante, realizando el ensayo según la UNE-EN 12697-18. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir también la comprobación sobre el escurrimiento de ligante para las mezclas discontinuas tipo BBTM B.

#### 8.3.4 Condiciones de ejecución

##### **a) Fabricación de la mezcla**

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las normas UNE-EN 13108-2 y UNE-EN 13108-7 para el marcado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda las características previstas durante todo el proceso de fabricación.

##### **b) Transporte de la mezcla**

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

##### **c) Preparación de la superficie existente**

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa en caliente. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable antes de proceder a la extensión de la mezcla y, en su caso, a reparar las zonas con algún tipo de deterioro.

La superficie existente, deberá cumplir lo indicado en las tablas 542.15 ó 542.16 del PG-3; si está constituida por un pavimento heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras.

Sobre la superficie de asiento se ejecutará un riego de adherencia, según el artículo 531 del PG-3 y las instrucciones adicionales que establezca el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, teniendo especial cuidado de que dicho riego no se degrade antes de la extensión de la mezcla.

Se comprobará especialmente que transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

#### **d) Extensión de la mezcla**

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

En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70 000 m<sup>2</sup>), se realizará la extensión a ancho completo, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendidoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

En capas de rodadura con mezclas bituminosas drenantes se evitarán siempre las juntas longitudinales. Únicamente para las categorías de tráfico pesado T2 y T3 o pavimentación de carreteras en las que no sea posible cortar el tráfico, dichas juntas deberán coincidir en una limatesa del pavimento.

La mezcla bituminosa se extenderá siempre en una sola tongada. La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 543.7.2 del PG-3.

Donde no resulte posible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la puesta en obra de la mezcla bituminosa podrá realizarse por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 543.7.2 del PG-3.

#### **e) Compactación de la mezcla**

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba, aunque el número de pasadas del compactador, sin vibración, será siempre superior a seis (6); se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la temperatura de la mezcla no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se cumpla el plan aprobado.

En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejorados o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el

aumento de viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la temperatura de la mezcla baje de la mínima establecida en la fórmula de trabajo, aunque se hubiera alcanzado previamente la densidad especificada en el apartado 543.7.1 del PG-3.

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

#### **f) Juntas transversales y longitudinales**

Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla en capa de pequeño espesor se ejecute otra capa asfáltica, se procurará que las juntas transversales de la capa superpuesta guarden una separación mínima de cinco metros (5 m), y de quince centímetros (15 cm) para las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, cuando la temperatura de la extendida en primer lugar no sea superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales de la mezcla en capa de pequeño espesor se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo y se distanciarán en más de cinco metros (5 m) las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes.

### **8.3.5 Control de calidad**

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

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y el Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas, y se extraerán testigos. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá:

Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extendido, etc.).

Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros métodos rápidos de control. También se estudiarán el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## Control de ejecución

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

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

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

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

- A la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:
- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura.

Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1 y la granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 543.7.3. del PG-3. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

## Criterios de aceptación y rechazo

### a) Densidad:

En mezclas discontinuas BBTM A, la densidad media obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 543.9.4 del PG-3, no podrá ser inferior a la especificada en el apartado 543.7.1 del Pg-3 y además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia.

Si la densidad media de mezcla obtenida no es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

En mezclas discontinuas BBTM B, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), la media del porcentaje de huecos en mezcla no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los valores establecidos en el apartado 543.7.1 del PG-3; no más de tres (3) individuos

de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los establecidos en más de tres (3) puntos porcentuales.

En mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), la dotación media de mezcla obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 543.9.4, no podrá ser inferior a la especificada en el apartado 543.7.1 del PG-3 y además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia.

Si la dotación media de mezcla obtenida no es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

En mezclas bituminosas drenantes la media de los huecos de la mezcla no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los valores prescritos en el apartado 543.7.1 del PG-3; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los prescritos en más de tres (3) puntos porcentuales.

#### **b) Espesor**

El espesor medio por lote no deberá ser en ningún caso inferior al previsto en los Planos del Proyecto, y, además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor especificado.

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado en el apartado 543.7.2 del PG-3, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla.

#### **c) Regularidad superficial**

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 543.7.3 del PG-3, se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se extenderá una nueva capa por cuenta del Contratista.

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada en tramos uniformes y continuos, con longitudes superiores a dos kilómetros (2 Km), mejoran los límites establecidos en el apartado 543.7.3 del PG-3, y cumplen los valores de la tabla 543.18a ó 543.18b del mismo, según corresponda, se podrá incrementar el abono de mezcla bituminosa según lo indicado en el apartado 543.11 del PG-3.

#### **d) Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento**

El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en la tabla 543.15 del PG-3. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25%) del mismo.

Para los resultados medios de los ensayos de la medida de la macrotextura superficial, se seguirán las tablas correspondientes del PG-3, y se procederá tal y como indica éste.

### **8.3.6 Criterio de medición y abono**

Únicamente cuando la capa de asiento construida no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados.

En el resto de los casos la preparación de la superficie existente no será objeto de abono, ni se incluirá en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 531 del PG-3, riegos de adherencia, de este Pliego.

La fabricación y puesta en obra de una capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua o drenante, con el espesor mínimo previsto en los Planos de Proyecto, se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) obtenidos multiplicando la anchura señalada para la capa en los Planos del Proyecto por la longitud realmente ejecutada. Este abono incluirá los áridos, el polvo mineral, las adiciones y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación. No serán de abono las creces laterales no previstas en los Planos de Proyecto.

Si el árido grueso empleado, además de cumplir todas y cada una de las prescripciones especificadas en el apartado 543.2.2 del PG-3, tuviera un valor del coeficiente de pulimento acelerado, según UNE-EN 1097-8, superior en cuatro (4) puntos al valor mínimo especificado en este Pliego para la categoría de tráfico pesado que corresponda, se abonará una unidad de obra definida como metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de incremento de calidad de áridos en capa de rodadura y cuyo importe será el diez por ciento (10%) del abono de unidad de superficie de mezcla bituminosa, siendo condición para ello que esta unidad de obra esté incluida en el Presupuesto del Proyecto.

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada mejoran los valores especificados en este Pliego, según los criterios del apartado 543.10.3 del PG-3 se abonará una unidad de obra definida como metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura y cuyo importe será el cinco por ciento (5%) del abono de unidad de superficie de mezcla bituminosa, siendo condición para ello que esta unidad de obra esté incluida en el Presupuesto del Proyecto.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de la mezcla se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando, la medición abonable de fabricación y puesta en obra, por la dotación media de ligante deducida de los ensayos de control de cada lote. En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos al ligante.

El polvo mineral de aportación y las adiciones a la mezcla bituminosa, sólo se abonarán si lo prevé explícitamente el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Cuadro de Precios del Proyecto. Su abono se hará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición abonable de fabricación y puesta en obra de cada lote, por la dotación media en la mezcla resultante.

### 8.3.7 Normas de referencia

PG-3	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes
NLT-327	Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes con el permeámetro LCS
NLT-330	Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras
NLT-336	Determinación de la resistencia al deslizamiento con el equipo de medida del rozamiento transversal
UNE 146130	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas
UNE-EN	932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo
UNE-EN 933-1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado
UNE-EN 933-2	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
UNE-EN 933-3	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas
UNE-EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso
UNE-EN 933-8	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
UNE-EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
UNE-EN 933-10	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 10: Evaluación de los finos. Granulometría de los fillers (tamizado en corriente de aire)
UNE-EN 1097-2	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
UNE-EN 1097-3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 3: Determinación de la densidad aparente y la porosidad
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
UNE-EN 1097-8	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado
UNE-EN 1744-3	Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 3: Preparación de eluatos por lixiviación de áridos
UNE-EN 12591	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación
UNE-EN 12697-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble
UNE-EN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
UNE-EN 12697-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático
UNE-EN 12697-8	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas
UNE-EN 12697-12	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa
UNE-EN 12697-17	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 17: Pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante
UNE-EN 12697-18	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 18: Ensayo de escurrimiento de ligante
UNE-EN 12697-22	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura
UNE-EN 12697-30	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 30: Preparación de la muestra mediante compactador de impactos
UNE-EN 12697-33	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa

UNE-EN 13036-1	Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método del círculo de arena
UNE-EN 13108-2	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Mezclas bituminosas para capas delgadas
UNE-EN 13108-7	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
UNE-EN 13108-20	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
UNE-EN 13108-21	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica

## 9 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (ARMADO Y PRETENSADO)

### 9.1 Definición

Definición Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento. Agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición. que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

Como elementos de hormigón pueden considerarse:

- Forjados unidireccionales.
- Placas o losas sobre apoyos aislados.
- Muros de sótanos y muros de carga.
- Pantallas.
- Núcleo.
- Estructuras porticadas.

### 9.2 Materiales

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los artículos de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 que a continuación se señalan:

- cementos artículo 26
- agua artículo 27
- áridos artículo 28
- aditivos artículo 29
- adiciones artículo 30
- armaduras pasivas artículo 33
- armaduras activas artículos 35

### 9.3 Condiciones generales

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los artículos de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 que a continuación se señalan:

#### Resistencias de proyecto y tipificación de los hormigones

El valor mínimo de la resistencia de proyecto deberá cumplir lo especificado en el artículo 31.4 de la Instrucción EHE-08.

En cuanto a la tipificación y resistencia característica especificada se cumplirá lo dispuesto en el artículo 39.2 de la Instrucción EHE-08.

#### Dosificación del hormigón

Se cumplirá lo especificado en el artículo 37.3.1 de la Instrucción EHE-08.

#### Docilidad del hormigón

Se cumplirá lo especificado en el artículo 31.5 de la Instrucción EHE-08.

#### Durabilidad del hormigón y de las armaduras

Se cumplirá lo especificado en el artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

### **9.4 Condiciones de ejecución**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los artículos de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 que a continuación se señalan:

#### Criterios generales para la ejecución de estructuras

Se cumplirá lo especificado en el artículo 66 de la Instrucción EHE-08.

#### Actuaciones previas al comienzo de las obras

Se cumplirá lo especificado en el artículo 67 de la Instrucción EHE-08.

#### Procesos previos a la colocación de armaduras

Se cumplirá lo especificado en el artículo 68 de la Instrucción EHE-08.

#### Procesos de elaboración armado y montaje de las armaduras pasivas

Se cumplirá lo especificado en el artículo 69 de la Instrucción EHE-08.

#### Procesos de colocación de las armaduras activas

Se cumplirá lo especificado en el artículo 70 de la Instrucción EHE-08.

#### Elaboración y puesta en obra de hormigón

Se cumplirá lo especificado en el artículo 71 de la Instrucción EHE-08. entre los que se incluyen los siguientes aspectos:

- Instalaciones de fabricación
- Fabricación
- Transporte y suministro
- Puesta en obra (condiciones climáticas especiales)
- Curado

#### Hormigones especiales

Se cumplirá lo especificado en el artículo 72 de la Instrucción EHE-08.

#### Desencofrado y desmoldeo

Se cumplirá lo especificado en el artículo 73 de la Instrucción EHE-08.

#### Descimbrado

Se cumplirá lo especificado en el artículo 74 de la Instrucción EHE-08.

#### Acabado de superficies

Se cumplirá lo especificado en el artículo 75 de la Instrucción EHE-08.

#### Elementos prefabricados

Se cumplirá lo especificado en el artículo 76 de la Instrucción EHE-08.

#### Aspectos medioambientales básicos y buenas prácticas medioambientales durante la ejecución de la estructura

Se cumplirá lo especificado en el artículo 77 de la Instrucción EHE-08.

### 9.5 Control de calidad

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los artículos de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 que a continuación se señalan:

#### Control de suministros

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 16 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

#### Control de ejecución

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 17 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

#### Criterios de aceptación y rechazo (tolerancias)

Se deberá incluir en el PPTP de las obras un sistema de tolerancias, debiendo quedar establecidas las decisiones y sistemática a seguir en caso de incumplimientos.

Salvo que el PPTP indique otra cosa, las tolerancias establecidas en el Anejo nº 11 de la Instrucción EHE-08 serán aplicables a todas las obras de hormigón.

#### Tratamiento de las no aceptaciones (penalizaciones)

Además de las que pueda incluir el PPTP se fijan las siguientes penalizaciones para la parte de la obra de hormigón aceptada pero con defectos de resistencia o de espesor. Estas penalizaciones se aplicarán en forma de deducción afectando al volumen de obra defectuoso.

a) Por defecto de resistencia:

$$\text{- para } 0.9 f_{ck} \leq f_{est} < f_{ck} \quad P1 = (1.05 - f_{est} / f_{ck}) \cdot P$$

$$\text{- para } 0.7 f_{ck} \leq f_{est} < 0.9 f_{ck} \quad P1 = (1.95 - 2 \cdot f_{est} / f_{ck}) \cdot P$$

b) Por defecto de espesor:

$$\text{- } P2 = (2.05 - 2 \cdot E_m / E_p) \cdot P$$

-siendo:

P1 y P2 = Penalización unitaria en €/m<sup>3</sup>

P = precio unitario del hormigón en €/m<sup>3</sup>

E<sub>m</sub> = espesor medio real

E<sub>p</sub> = espesor de proyecto

## 9.6 Criterio de medición y abono

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá definir otras unidades, tales como metro (m) de viga, metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de losa, etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades completamente terminadas.

- Metro cuadrado de forjado unidireccional.
- Metro cuadrado de losa o forjado reticular.
- Metro cuadrado de núcleos y pantallas de hormigón armado
- Metro lineal de soporte de hormigón armado
- Metro cúbico de hormigón armado para pilares, vigas y zunchos.

Se especificará para cada unidad de obra, la resistencia, la dosificación, la calidad del acero y su cuantía, interejos, material de las bovedillas y tipo de viguetas. Así mismo, se especificará si se incluye encofrado y desencofrado en las unidades e obra.

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

El abono de las adiciones no previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y que hayan sido autorizadas por el Director, se hará por kilogramos (kg) utilizados en la fabricación del hormigón, pedidos antes de su empleo.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

## 9.7 Normas de referencia

EHE-08                      Instrucción de Hormigón Estructural

## **10 ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **10.1 Definición**

Se define por estructura de acero lo especificado en el artículo 640.1 del PG3.

### **10.2 Materiales**

- Clases de acero. Cumplirán con lo especificado en los artículos 250 a 254 del PG3.
- Electrodo a emplear en soldadura eléctrica al arco. Cumplirán con lo especificado en el artículo 624 del PG3 y en la norma UNE-EN ISO 2560:2010.
- Roblones y tornillos. Cumplirán lo especificado en los artículos 621 a 623 del PG3 y en el capítulo 4 del DB CTE SE-A.
- Chapas y perfiles. Cumplirán con lo especificado en el capítulo 4 del DB CTE SE-A.

### **10.3 Condiciones generales**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el artículo 640.4 del PG3, en los capítulos 2, 3 y 4 del DB CTE SE-A y los títulos 3 y 6 de la EAE.

### **10.4 Condiciones de ejecución**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 10 del DB CTE SE-A y, además, las especificadas en los artículos del PG3 que a continuación se señalan.

#### **Uniones**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 5 del PG3.

El PPTP indicará que tipos e uniones de perfiles o barras de prolongación se permitirán.

En el PP se indicarán las características exigidas para electrodos especiales, así como las varillas, fundentes y gases destinados a la operación de soldeo automático o semiautomático, con arco sumergido o en atmósfera inerte.

El PPTP fijará el tipo de revestimiento del electrodo, y deberá contemplar los procedimientos para el tratamiento térmico de los componentes soldados.

#### **Deformaciones y tensiones residuales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 6 del PG3.

#### **Planos de taller**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 7 del PG3.

#### **Ejecución de taller**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 8 del PG3.

El PPTP definirá las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas.

## Montaje

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 10 del PG3.

El proceso de montaje estará previsto en el PPTP.

## Protección

Se cumplirá lo especificado en el artículo 640. 11 del PG3.

Los requisitos para los tratamientos de protección deben incluirse en el PPTP.

## 10.5 Control de calidad

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los capítulos del DB CTE SE-A, de la EAE y en los artículos del PG3 que a continuación se señalan.

### Control de suministros

Cumplirá las condiciones especificadas en el capítulo 12 del DB CTE SE-A, a no ser que, el PPTP imponga otras condiciones más exigentes.

### Control de ejecución

Cumplirá las condiciones especificadas en los capítulos 10 y 12 del DB CTE SE-A.

### Criterios de aceptación y rechazo

Se deberá incluir en el PPTP un sistema de tolerancias, debiendo quedar establecidas las decisiones y sistemática a seguir en caso de incumplimientos.

Salvo que el PPTP indique otra cosa se deberá cumplir con las tolerancias especificadas en los capítulos 10 y 12 del DB CTE SE-A y en los artículos 620.4, 621.4, 622.4, 623.5, 640.5 y 640.12 del PG3.

El control de calidad de las estructuras de acero tendrá por objeto la verificación del cumplimiento de las especificaciones de los materiales, la ejecución de uniones y protección.

## 10.6 Criterio de medición y abono

La medición y abono de los materiales se realizará de acuerdo a la unidad de obra de la que formen parte. En acopios se medirán por kg realmente acopiados en obra.

Las estructuras de acero se abonarán conforme a lo indicado en el artículo 640.13 del PG3.

## 10.7 Normas de referencia

UNE-EN ISO 2560:2010	Consumibles para soldeo. Electrodo recubierto para el soldeo manual al arco de aceros no aleados y de grano fino. Clasificación. (ISO 2560:2009)
CTE-SE-A	Código Técnico de la edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural: Acero.
EAE	Instrucción de acero estructural. 2011



## **11 FABRICAS**

### **11.1 Definición**

Se entiende por fábrica estructuras resistentes realizadas a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón, de cerámica aligerada y fábricas de piedra.

### **11.2 Materiales**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 4 del DB CTE SE-F.

### **11.3 Condiciones generales**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en los capítulos 2, 3 y 4 del DB CTE SE-F.

### **11.4 Condiciones de ejecución**

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 7 del DB CTE SE-F.

### **11.5 Control de calidad**

#### Control de suministros

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el artículo 8.1 del DB CTE SE-F.

#### Control de ejecución

Cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 8 del DB CTE SE-F.

#### Control de recepción

El control de recepción de la unidad de obra se realizará de acuerdo con lo establecido en el PPTP, o en su defecto por el Director de la obra.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Los resultados de los ensayos de control de suministros y de ejecución cumplirán, como mínimo, lo especificado en los artículos de este Pliego que les sean de aplicación. En cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones aquí establecidas dará lugar al rechazo de la obra ejecutada.

Se realizará de acuerdo con lo establecido en el PPTP, o en planos.

#### Tolerancias en la ejecución

Se realizará de acuerdo con lo establecido en el PPTP, o en planos. En cualquier caso los valores máximos admisibles serán los de la tabla 8.2 del DB CTE SE-F.

### **11.6 Criterio de medición y abono**

Las fábricas de ladrillo se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos para fábricas mayores de 1 pie. Podrán ser abonadas por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados si su espesor es constante y se indica así en el PPTP y cuando su espesor sea inferior a 1 pie.

### **11.7 Normas de referencia**

DB CTE SE - F Documento Básico Código Técnico de la Edificación – Seguridad estructural. Fábricas

## **12 INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR**

### **12.1 Definición**

Instalaciones de la red de distribución de energía eléctrica para tensiones de 230/400 ± 7% Voltios, desde el final de la acometida de la Compañía Suministradora, en la caja general de protección, o cuadro de BT en Centros de transformación particulares, hasta cada punto de utilización.

Todas estas instalaciones se ajustaran al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) así como las Normas UNE que se citan actualizadas a cada momento.

### **12.2 Materiales**

Serán de los tipos exigidos en el articulado del Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

### **12.3 Condiciones generales**

Serán las indicadas en el Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias siguientes:

- ITC-BT-09 .-Instalaciones de Alumbrado Exterior

Y el RD 1890/2008 de 14 de noviembre Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior e instrucciones técnicas complementarias ITC siguientes:

- ITC-EA-01 a ITC-EA-07. Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de eficiencia energética.

### **12.4 Condiciones de ejecución**

Serán las indicadas en el Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias siguientes:

- ITC-BT-09 .-Instalaciones de Alumbrado Exterior

Y el RD 1890/2008 de 14 de noviembre Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior e instrucciones técnicas complementarias ITC siguientes:

- ITC-EA-01 a ITC-EA-07. Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de eficiencia energética.

### **12.5 Control de calidad**

#### **Control de suministros**

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Defensa y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

#### **Control de ejecución**

Se comprobarán los elementos integrantes de la instalación, de acuerdo con la documentación técnica del proyecto, así como la calidad del montaje, comprobando la disposición de los elementos de protección y luminarias, lámparas, nivelación, cableado, conexiones, etc.

Como elementos importantes a controlar se destacan los siguientes:

- a) sección de conductores: a la salida de los cuadros generales y parciales;
- b) sección de tubos: igual que las secciones de conductores;
- c) identificación de tubos: comprobar que su grado de protección es el indicado en la documentación de proyecto o en el REBT;
- d) cuadros de distribución: comprobar las características y fijación de todos y cada uno de los elementos de protección que contienen;
- e) cajas de derivación: calidad de conexiones y fijación de la caja;
- f) mecanismos: colocación y comprobación de las conexiones;
- g) red de puesta a tierra: comprobar las protecciones y conexionado en los puntos fijados.
- h) Báculos, fustes, luminarias.

#### Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento

Se entienden como tales las que se realizarán una vez terminada la instalación, antes de ser entregada para su uso normal.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

#### Medida de la resistencia de puesta a tierra

Se comprobará que la resistencia de puesta a tierra es inferior al máximo admitido por el REBT y siempre con un máximo de 20 Ohmios. Las medidas se realizarán por el método de comprobación de resistencias, mediante el Telurómetro.

Se tomarán medidas en las distintas tomas de tierra de la instalación y de las tomas de tierra de las luminarias con un mínimo del 10 % de las mismas.

#### Medida de la resistencia de aislamiento

Se comprobará la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y tierra. Las medidas se realizarán mediante el aparato apropiado a una tensión continua de 250 V como mínimo y los valores obtenidos serán superiores a  $1\,000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de doscientos cincuenta mil (250 000)

#### Comprobación del interruptor diferencial

Se comprobará su correcto funcionamiento realizando una derivación a tierra, a través de una resistencia determinada en función de la sensibilidad del aparato.

La derivación a tierra tendrá lugar sobre la propia tierra del mecanismo en el que se provoca, a fin de comprobar la continuidad del circuito de protección.

Para los valores de resistencia establecidos el interruptor diferencial debe dispararse en un tiempo suficientemente corto.

#### Comprobación del interruptor magnetotérmico

Se comprobará su correcto funcionamiento abriendo el interruptor a comprobar y se provocando un cortocircuito en la luminaria más alejada del cuadro de distribución. Al cerrar el interruptor automático, éste deberá actuar en un espacio de tiempo inferior a dos (2) segundos.

### Medida de la caída de tensión

Se medirá la caída de tensión en los circuitos más desfavorables. Los resultados obtenidos deberán ser inferiores a los máximos fijados en el REBT, es decir, un tres (3) por ciento en alumbrado.

### Medida del nivel de iluminación

Mediante un aparato apropiado (luxómetro) se tomarán medidas de la iluminancia en varios puntos de los distintos espacios. Los valores obtenidos, corregidos por el factor de conservación, deberán ser superiores a los exigidos en la documentación técnica del proyecto.

## Control de recepción

Se comprobará que las instalaciones de alumbrado público y baja tensión, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPT y en particular las especificaciones de proyecto.

## Criterios de aceptación o rechazo (tolerancias)

### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en el PPT y, en particular, las siguientes:

Los elementos y equipos de cualquier tipo que sean, estarán homologados por la Norma UNE que se citan en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Eficiencia Energética AE y de B.T. o, alternativamente, aprobados por un laboratorio de reconocido prestigio.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en el Apartado 4 ó los elementos y equipos no homologados, de acuerdo con los apartados anteriores según su caso, serán rechazados.

### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el proyecto y la instalación han sido realizados por una empresa autorizada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología como Empresa instaladora de B.T. y por el Ministerio de Defensa, según lo establecido en la ITC-BT-03 del REBT .

Se comprobará que la instalación satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en e PPT y, en particular, en el Apartado 4

Se comprobará que la instalación y el conjunto de sistemas que la forman, responden a la filosofía del proyecto.

Si la instalación no satisface las condiciones establecidas en todos o algunos de los puntos anteriores, será motivo de rechazo total o parcial, hasta que se subsanen y modifiquen las anomalías detectadas.

## Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

## **12.6 Criterio de medición y abono**

Las mediciones se efectuarán en obra, sobre las unidades realmente instaladas, pues en las diversas unidades del presupuesto se incluirá:

- a) totalidad de los materiales con sus recortes y despuntes;
- b) todas las piezas auxiliares y pequeño material necesario para el correcto funcionamiento de cada unidad, si estas piezas y material no están definidos de forma específica en el Presupuesto;
- c) todas las piezas especiales o materiales de cualquier tipo necesario para su ejecución, si estas no están definidas de forma específica en el Presupuesto;
- d) cualquier equipo auxiliar preciso para realizar la instalación;
- e) mano de obra de ejecución y pruebas;
- f) el transporte a obra de todos los materiales y equipo auxiliar, así como carga, descarga y movimiento dentro de la obra.

### **Caja General de protección**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen fusibles, accesorios, soportes, repasos, etc.

### **Centro de Mando y control de flujo**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen accesorios, soportes, conexiones, etc.

### **Canalizaciones**

Se abonarán por metro lineal de canalización totalmente colocada, en la que se incluye la parte proporcional de soportes y uniones. La medición corresponderá a la longitud de canalización de igual diámetro, sin descontar paso por cajas. Para bandejas portacables la medición será la longitud de bandeja de iguales características y dimensiones.

### **Conductores**

Se abonarán por metro lineal de conductor completamente colocado, en el que se incluye la parte proporcional de conectores, clemas, etc.. La medición será igual a la longitud de conductor de igual sección y aislamiento, sin descontar paso por cajas.

### **Caja de derivación**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen conectores y soportes de tubos y conductores.

### **Cuadros de protección**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen los elementos de protección como interruptores automáticos, diferenciales, térmicos, aparatos de medida, aparatos de señalización, etc., incluso conexión de dichos elementos, accesorios, soportes, pintura, repasos, etc.

### **Aparatos de alumbrado**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluye la parte proporcional de soportes, conexiones, etc., luminaria y lámpara. La medición corresponderá a los aparatos de similares características.

### **Mecanismos**

Se abonarán por unidad colocada, en la que se incluyen soportes, conexión de conductores, etc.. La medición corresponderá a los mecanismos de similares características.

### **Conductor de puesta a tierra**

Se abonará por metro lineal de conductor colocado, en el que se incluyen conexiones, registro, puente de medida, etc.

#### **Picas y/o placas de puesta a tierra**

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluye arqueta de puesta a tierra, conexiones, etc.

### **12.7 Normas de referencia**

Las normas de aplicación serán las que figuran en los reglamentos REBT e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT y Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnica Complementarias ITC-EA antes citados así como las actualizaciones que AENOR realicen de las mismas periódicamente.

## 13 RED DE RIEGO E HIDRANTES

### 13.1 Definición

#### Red de riego

Instalación conectada a la distribución de agua cuyo objeto es permitir la limpieza y el riego de los espacios públicos.

#### Hidrante

Pieza especial en la instalación de abastecimiento de agua cuya misión fundamental es servir de conexión para la toma de agua en caso de incendio.

#### Piezas especiales

Son elementos o piezas distintos de los tubos que, formando parte de la tubería, sirven para realizar en ella los cambios de sección ó de alineación, derivaciones, uniones con otros elementos o para fines determinados. Las más usuales se describen a continuación.

#### Bocas de riego

Son piezas que permiten la toma de agua para el riego.

#### Tes

Son piezas para derivaciones. Normalmente serán de enchufes en los dos extremos con salida de brida.

#### Terminales

Son piezas para la unión de la tubería con elementos de bridas: tes, llaves, carretes de anclaje y de desmontaje, etc. Son de brida en un extremo y de enchufe ó de cordón en el otro.

#### Manguitos

Son elementos para unir trozos de dos cordones y se emplean con frecuencia en las reparaciones.

#### Codos

Son piezas utilizadas para los cambios de alineación de 1/4, 1/8, 1/6 y 1/32 de circunferencia. Estas piezas tienen enchufes o bridas en los dos extremos. En las conexiones a la boca de riego serán de brida por ambas partes.

#### Conos de reducción

Son elementos para el cambio de diámetro. Serán de enchufe en los dos extremos.

#### Carretes de anclaje

Son piezas con bridas en sus dos extremos, con estrías transversales para facilitar el anclaje de las válvulas a las que van adosados.

## Carretes de desmontaje

Son piezas telescópicas, que una vez instalado el conjunto tubería, válvula y carrete, permita sacar o introducir las válvulas sin ningún impedimento.

## Bridas ciegas

Son tapones o finales de las tuberías, unidos a las tuberías por medio de bridas.

## Llaves de paso ó válvulas

Son piezas que permiten o cierran el flujo del agua a través de la tubería.

## 13.2 Materiales

### 13.3 Condiciones generales

#### Tuberías

A los efectos del presente capítulo se considerará únicamente la tubería de fundición dúctil, siendo de aplicación lo establecido en el apartado 10.3 de la *Parte 2: "Condiciones que deben cumplir los materiales"*.

Los tubos para la red de riego e hidrantes tendrán un diámetro de ochenta milímetros (80 mm) y cien milímetros (100 mm) respectivamente y su espesor será suficiente para soportar una presión hidráulica en fábrica (presión normalizada) igual o superior a 3,2 MPa (32 kp/cm<sup>2</sup>).

Los tubos irán revestidos interiormente con una capa de mortero de cemento rico en silicoaluminatos, mediante centrifugación a alta velocidad. Exteriormente se embetunarán de acuerdo con las características señaladas en el apartado 10 de la *Parte 2: "Condiciones que deben cumplir los materiales"*.

El corte de los tubos, cuando sea necesario se hará con discos abrasivos, no permitiéndose hacerlo con autógena o electrodos. Este corte bastará hacerlo en la parte metálica, hasta alcanzar el revestimiento interior del mortero de cemento, que se romperá con un golpe.

#### Juntas

Los tipos de juntas utilizados en tubería para red de riego e hidrantes son los siguientes:

##### Junta automática flexible

Esta junta une dos tubos terminados respectivamente por un enchufe y un extremo liso. La estanqueidad se consigue por la compresión de un anillo de goma, de forma que la presión interior del agua favorezca la unión tubo-anillo-tubo. El enchufe debe tener en su interior una ranura profunda con topes circulares para el anillo de goma y un espacio libre para permitir los desplazamientos angulares y longitudinales de los tubos unidos. El extremo liso debe estar achaflanado.

El montaje se realizará siguiendo los siguientes pasos:

- a) se limpiará cuidadosamente, con un cepillo metálico y un trapo, el interior del enchufe, la ranura de la junta de goma y la espiga del tubo a alojar en el interior del enchufe;
- b) se recubrirá con lubricante el alojamiento de la arandela;

- c) se introducirá la arandela de goma en su alojamiento, con los labios dirigidos hacia el fondo del enchufe. Se comprobará que la arandela se encuentra correctamente colocada en todo el contorno;
- d) se recubrirá con grasa la superficie exterior de la arandela y de la espiga;
- e) se trazará sobre el cuerpo del extremo liso del tubo una señal a una distancia igual a la profundidad del enchufe, disminuida en un centímetro. (1 cm.);
- f) se centrará el extremo de unión en el enchufe y se mantendrá el tubo en posición, apoyado sobre tierra apisonada o sobre dados provisionales;
- g) se introducirá la espiga en el enchufe, comprobando la alineación de los tubos a unir, hasta que la señal trazada en el extremo liso del tubo llegue a la vertical del extremo exterior del enchufe. Esta posición no podrá ser excedida para evitar el contacto de metal contra metal en los tubos y asegurar la movilidad de la junta;
- h) se comprobará que la arandela de goma ha quedado correctamente colocada en su alojamiento, para lo cual se pasará una regla metálica en el espacio comprendido entre la espiga y el enchufe, que habrá de tropezar con la arandela de goma;
- i) inmediatamente después, rellenar con materiales de terraplén la parte inferior del tubo que se acaba de colocar, o ejecutar los apoyos definitivos, para mantener centrado el enchufe.

#### Junta mecánica

Esta junta une dos tubos terminados respectivamente por un enchufe y un extremo liso. La estanqueidad se consigue por la compresión de un anillo de goma, alojado en el enchufe, por medio de una contrabrida apretada por pernos que se apoyan sobre la abrazadera del enchufe. Este tipo de junta debe emplearse en las uniones especiales.

El montaje se realizará siguiendo los siguientes pasos:

- a) se limpiará cuidadosamente, con un cepillo metálico y un trapo, el interior del enchufe, la ranura de la junta de goma y la espiga del tubo a alojar en el interior del enchufe;
- b) se instalará en la espiga la contrabrida y luego la arandela de goma con el extremo delgado de esta arandela hacia el interior del enchufe;
- c) se introducirá la espiga a fondo en el enchufe, comprobando la alineación de los tubos ó piezas a unir y después se desenchufará un centímetro aproximadamente, para permitir el juego y la dilatación de los tubos;
- d) se hará resbalar la arandela de goma, introduciéndola en su alojamiento y se colocará la contrabrida en contacto con la arandela;
- e) se colocarán los pernos y se atornillaran las tuercas con la mano hasta el contacto con la contrabrida, comprobando la posición correcta de ésta y por último se apretarán las tuercas con una llave dinamométrica, progresivamente, por fases sucesivas, no sobrepasando el par de torsión para tornillos de veintidós milímetros de diámetro (22 mm), de 200 newton por metro (N x m) (20 kp x m).

#### Junta de bridas

Esta junta se empleará en las piezas terminales, para unir válvulas, carretes de anclaje y de desmontaje etc. La arandela de plomo que garantiza la estanqueidad deberá tener un espesor mínimo de tres milímetros.

El montaje se realizará siguiendo los siguientes pasos:

- a) se procederá a una limpieza minuciosa, al centrado de los tubos y de los agujeros de las bridas, presentando en éstos algunos tornillos y ayudándose de barras para el centrado;
- b) se interpondrá entre las dos coronas de las bridas una arandela de plomo de 3 milímetros (3 mm) de espesor, como mínimo que deberá quedar perfectamente centrada;
- c) se colocarán todos los tornillos y sus tuercas que se apretarán progresivamente y alternativamente para producir una presión uniforme en la arandela de plomo, hasta que quede fuertemente comprimida.

## Bocas de riego

Las bocas de riego deberán fabricarse en fundición y estarán compuestas por los elementos que se especifican a continuación. Para conocer el emplazamiento de la llave deberán colocarse con la tapa de la boca de riego en dirección al registro.

Los elementos de que se compone la boca de riego son:

### Carcasa de boca de riego

La carcasa de boca de riego deberá fabricarse en fundición gris perlítica, según las normas UNE-EN 1559-1:2011, UNE-EN 1559-3:2012 y UNE-EN 1561:2012. La composición química será tal que el contenido en fósforo y azufre no supere quince centésimas por ciento y catorce centésimas por ciento respectivamente ( $P < 0.15\%$ ,  $S < 0.14\%$ ). Asimismo, deberán conseguirse las siguientes especificaciones para las características mecánicas:

- a) resistencia a la tracción  $\geq 300$  MPa;
- b) dureza: 210-260 HB

La microestructura será perlítica, no admitiéndose porcentajes de ferrita superior al cinco por ciento (5%). La distribución de la composición del grafito estará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 945:1996 .

El fabricante deberá cumplir las condiciones de fabricación expuestas en las normas UNE-EN 1559-1:2011, UNE-EN 1559-3:2012 y UNE-EN 1561:2012. Se procederá a la limpieza y desbarbado de la pieza, quedando esta libre de arena suelta o calcinada, y de rebabas de mazarrotas, bebederos, etc. No existirán defectos del tipo de poros, rechupes y fundamentalmente "uniones frías".

Deberán recubrirse por completo mediante una capa homogénea de alquitranado.

### Tapa de boca

La tapa de boca deberá fabricarse en fundición con grafito esferoidal según la norma UNE-EN 1563:2012. En la composición química aparecerá grafito esferoidal al menos en un 85%, pudiendo ser el resto nodular. No son admisibles otras formas de grafito según se define en las normas UNE-EN 1559-1:2011, UNE-EN 1559-3:2012 y UNE-EN 1561:2012. Además del grafito podrán existir como constituyente ferrita y perlita en cantidades no definidas. Las características de resistencia a tracción mínimas exigibles serán superiores a  $50 \text{ kp/mm}^2$  y el límite elástico estará comprendido entre 35 y  $40 \text{ kp/mm}^2$ . La dureza estará comprendida en el intervalo 170-280 HB.

El fabricante deberá cumplir las condiciones de fabricación expuestas en las normas UNE-EN 1563:2012. Se procederá a la limpieza y desbarbado de la pieza, quedando ésta libre de arena suelta o calcinada, rebabas, mazarrotas, bebederos, etc. No existirán defectos del tipo "uniones frías".

Deberán recubrirse por completo mediante una capa homogénea de alquitranado.

#### Capuchina, tapa del cuerpo de boca, válvula, tuerca de válvula y boquilla

Deberá fabricarse en fundición gris perlítica según las normas UNE-EN 1559-1:2011, UNE-EN 1559-3:2012 y UNE-EN 1561:2012. La composición química será tal que el contenido en fósforo y azufre no supere veinte centésimas por ciento y dieciocho centésimas por ciento respectivamente ( $P < 0.20\%$ ,  $S < 0.18\%$ ). Asimismo, deberán conseguirse las siguientes especificaciones para las características mecánicas:

- a) resistencia a la tracción  $\geq 200$  MPa;
- b) dureza: 175-235 HB

La microestructura será perlítica, con distribución laminar del grafito, no admitiéndose porcentajes de ferrita superiores al diez por ciento (10%).

El fabricante deberá cumplir las condiciones de fabricación expuestas en las normas UNE-EN 1559-1:2011, UNE-EN 1559-3:2012 y UNE-EN 1561:2012. Se procederá a la limpieza y desbarbado de la pieza, quedando esta libre de arena suelta o calcinada, rebabas, mazarrotas, bebederos, etc. No existirán defectos del tipo de poros, rechupes y fundamentalmente "uniones frías".

Parte de estas piezas pueden fabricarse en latón.

#### Pasador

Deberá fabricarse con acero F-6200, según la norma UNE-EN 10025-2:2006 y UNE-EN 10025-1:2006. Se exigirán las siguientes características mecánicas:

- a) resistencia a la tracción entre 320 y 520 MPa;
- b) límite elástico  $\geq 180$  MPa;
- c) alargamiento  $\geq 13\%$ .

La microestructura será ferrítica con algo de cementita o perlita.

El fabricante utilizará este acero común, suministrado en forma efervescente, obteniéndolo de algunas de las formas de productos laminados en caliente y deberá cumplir las especificaciones expuestas en la norma UNE-EN 10025-1:2006.

#### Desagüe

Deberá fabricarse mediante tubo sin soldadura, roscable según la norma UNE 19046:1993 en acero común A-33 según UNE-EN 10025-2:2006 y UNE-EN 10025-1:2006. Se exigirán las siguientes características mecánicas:

- a) resistencia a la tracción: 350 MPa;
- b) alargamiento: 15%;
- c) contenido en fósforo (P):  $\leq 0.06\%$ ;
- d) contenido en azufre (S):  $\leq 0.06\%$ .

El fabricante obtendrá el tubo por estirado en caliente o en frío, si bien en este último caso será preceptivo realizar un recocido contra la acritud. Se suministrará en estado galvanizado.

#### Tapón de desagüe

Deberá fabricarse con acero moldeado, no aleado tipo F-8310 según la norma UNE-EN 10293:2006. Sus características mecánicas en estado normalizado serán:

- a) resistencia a la tracción  $\geq 540$  MPa;
- b) alargamiento  $\geq 17\%$ ;
- c) límite elástico  $\geq 300$  MPa.

El proceso de fabricación queda a criterio del fundidor, siempre que se consigan las características propias de este material fijadas para un estado normalizado. No obstante, sería preferible si la pieza fuese templada y revenida.

#### Eje

Se fabricará con un acero tipo F-1110 según las normas UNE-EN 10083-1:2008 y UNE-EN 10083-2:2008. Sus características mecánicas en estado normalizado serán:

- a) resistencia a la tracción  $\geq 400$  MPa;
- b) alargamiento  $\geq 24\%$ ;
- c) límite elástico  $\geq 230$  MPa.

#### Husillo, prensaestopas y vástago de la válvula

Se fabricará con latón para forja del tipo C-6440 según la norma UNE-EN 12165:2011. Su microestructura será bifásica  $\alpha+\beta$  y su dureza estará comprendida en el intervalo 120-170 HB.

#### Rosca interior de la válvula en el cuerpo de rosca y rosca inferior de la boquilla

Se fabricará con latón moldeado del tipo C-2410 según la norma UNE-EN 12165:2011. Su microestructura será monofásica  $\alpha$  y no se aceptará la presencia de rechupes. Su dureza estará comprendida en el intervalo 40-80 HB.

#### Juntas

Se deberán fabricar con caucho, y las juntas de la boquilla y la del cuerpo de boca serán tóricas.

#### Llaves de paso

Las válvulas de paso serán de tipo compuerta, modelo normal plano, con husillo fijo, estando constituidas por cuerpo, tapa y obturador ó lenteja, de acero moldeado o fundición de grafito esferoidal tipo FGE 38-17, según la Norma UNE-EN 1563:1998. Se utilizará el diámetro de ochenta milímetros (80 mm) para red de riego y el de cien milímetros (100 mm.) para hidrantes.

En el interior del cuerpo y tapa del obturador se moverá con movimiento de traslación, accionado por un mecanismo formado por el volante, el husillo y la tuerca.

El obturador estará formado por dos discos fundidos en una sola pieza, con doble cara, ambas guarnecidas en todo su contorno, con aros de bronce fundidos, teniendo una acentuada conicidad. Los cuerpos irán provistos también de aros de bronce, que se corresponderán con los del obturador en su posición de cierre. Se podrán aceptar estos obturadores con junta de cierre elástico.

El movimiento de traslación estará guiado por fuertes nervios y guías de fundición. El ajuste y la mecanización deben ajustarse con la mayor exactitud, para el cierre estanco de la válvula.

Los husillos serán rígidos de acero inoxidable, roscados en máquinas de fresar, lo mismo que las tuercas de bronce fundido, con rosca trapecial o a un solo filete. El husillo se prolongará por fuera del prensa para acoplarle la capuchina y con ésta realizar las maniobras de apertura y cierre. Entre la tapa y el prensa se colocará el tejuelo, para impedir el movimiento longitudinal del husillo.

Los cuerpos de las válvulas dispondrán de bridas (DIN 2533 para las de fundición y UNE-EN 1092-1:2008 para las de acero), para tres con veinte megapascales (3,20 MPa) de prueba de fábrica, no debiéndose observar anomalía o deformación apreciable.

Las uniones de las válvulas, a base de bridas, con la tubería, se efectuarán intercalando un carrete por un lado y un carrete de desmontaje por el otro. El cierre de estas válvulas se obtendrá girando la capuchina adosada al husillo en sentido contrario a las agujas del reloj.

Todo el material de fundición dúctil o acero será protegido con capas de imprimación intermedias y acabado a base de alquitrán.

La estanqueidad de las válvulas, actuando sobre las dos caras del obturador se comprobará en fábrica, no debiendo dar paso de agua en absoluto y no observándose ninguna anomalía a la presión hidráulica de 2 megapascales (2 MPa).

Se realizará así mismo una comprobación geométrica de las dimensiones y pruebas mecánicas de apertura y cierre un número significativo de veces.

### Otras piezas especiales

Estas piezas especiales son las siguientes: Boquillas para hidrantes, tes, terminales, manguitos, codos, conos de reducción, carretes y bridas ciegas o tapones.

Las boquillas para hidrantes serán de bronce.

El resto de las piezas especiales se probarán a una presión de tres con veinte megapascales (3,2 MPa) y se fabricarán en fundición gris esferoidal tipo FGE-37-17, según la norma UNE-EN 1563:2012, y deberá tener las siguientes características mecánicas:

- a) resistencia a tracción  $\geq 380$  MPa;
- b) límite elástico  $\geq 240$  MPa;
- c) alargamiento  $\geq 17\%$ ;
- d) dureza: 140-180 HB.

El grafito deberá ser esferoidal al menos en un 85%, pudiendo ser de forma nodular el resto. La estructura presentará también una matriz ferrítica siendo aceptable un contenido de perlita inferior al 5%.

Para las tes, codos y llaves de paso deberán disponerse los necesarios macizos de anclaje, que contrarresten los esfuerzos producidos por la presión del agua.

### Zanjas y arquetas

Las zanjas y arquetas se ajustarán a lo establecido en el apartado 2.7: Excavación en zanjas y pozos de la Parte 3: Condiciones que deben cumplir las unidades de obra.

En los cruces de calzada el relleno situado entre la cara superior de los tubos y la cara inferior de la base del pavimento se ejecutará con arena de miga, a la que se exigirán las mismas condiciones de compactación que a la subbase granular del firme adyacente a la zanja.

## 13.4 Condiciones de ejecución

## 13.5 Control de calidad

### Control de recepción

Las partidas de piezas y tubos se recepcionarán en la obra si éstas van acompañadas de los correspondientes certificados en el que se haga constar el nombre del fabricante, el número de colada y las características mecánicas exigidas en este capítulo.

### Criterios de aceptación y rechazo

Se realizará una inspección visual de las bocas de riego comprobando su acabado superficial y en especial la ausencia de “uniones frías”. Sobre el dos por ciento (2%) de las piezas y nunca en menos de dos unidades se comprobarán las características mecánicas, la microestructura del material, y las características geométricas de los elementos componentes de los mecanismos de apertura, cierre y salida de agua.

De cada partida de tubos y del resto de las piezas especiales se seleccionará una muestra sobre la cual se realizarán los siguientes ensayos:

- a) resistencia a tracción;
- b) microestructura;
- c) dureza.

Si los resultados obtenidos de los ensayos cumplen las características exigidas, se aceptará la partida y de no ser así la Dirección de la obra la rechazará.

La tubería deberá ser sometida a una prueba de presión interior y estanqueidad, de acuerdo con lo señalado en el apartado 10: Tuberías, de la Parte 2: Condiciones que deben cumplir los materiales.

## 13.6 Criterio de medición y abono

La tubería se medirá y abonará por metros lineales (m) instalados, incluyéndose la parte proporcional de junta automática flexible.

Las piezas especiales se medirán y abonarán por unidades.

Los hidrantes se medirán y abonarán por unidades en la parte correspondiente a la arqueta y los elementos del interior de la misma, excepto la acometida y las piezas de unión, así como el injerto a la tubería de abastecimiento de agua, se abonarán de acuerdo con las unidades ejecutadas.

## 13.7 Normas de referencia

NTE-IFR/1974	Norma Tecnológica de la Edificación, “Instalaciones de Fontanería: Riego”, aprobada por Orden de 23 de agosto de 1974 (B.O.E. n. 209 de 31/8/74).
UNE 19046:1993	Tubos de acero sin soldadura roscables. Tolerancias y características.
UNE-EN 10025-1:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10025-2:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.

UNE-EN 10083-1:2008	Aceros para temple y revenido. Parte 1: condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10083-2:2008	Aceros para temple y revenido. Parte 2: condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados.
UNE-EN 10293:2006	Aceros moldeados para usos generales en ingeniería.
UNE-EN 1092-1:2008	Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, gritería, accesorios y piezas especiales, designación pn. Parte 1: bridas de acero.
UNE-EN 12165:2011	Cobre y aleaciones de cobre. Productos y semiproductos para forja.
UNE-EN 1559-1:2011	Fundición. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: generalidades.
UNE-EN 1559-3:2012	Fundición. Condiciones técnicas generales de suministro. Parte 3: requisitos adicionales para las piezas moldeadas de fundición de hierro.
UNE-EN 1561:2012	Fundición. Fundición gris.
UNE-EN 1563:2012	Fundición. Fundición de grafito esférico.
UNE-EN ISO 945-1:2012	Designación de la microestructura de la fundición de hierro. Parte 1: clasificación del grafito por análisis visual. (ISO 945-1:2008)

## 14 EDIFICACIÓN – CERRAMIENTOS

### 14.1 Cerramientos de fábrica

#### 14.1.1 Definición

Cerramiento de ladrillo de arcilla cocida o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero compuesto por cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos, que constituye fachadas compuestas de varias hojas, con/sin cámara de aire, pudiendo ser sin revestir (cara vista) o con revestimiento, de tipo continuo o aplacado.

Remates de alféizares de ventana, antepechos de azoteas, etc., formados por piezas de material pétreo, arcilla cocida, hormigón o metálico, recibidos con mortero u otros sistemas de fijación.

#### 14.1.2 Materiales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme a las condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

#### 14.1.3 Condiciones generales

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, riostra, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado, y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. En caso de utilizar dinteles metálicos, serán resistentes a la corrosión o estarán protegidos contra ella antes de su colocación.

#### Revestimiento exterior (ver capítulo 19. revestimientos)

Si el aislante se coloca en la parte exterior de la hoja principal de ladrillo, el revestimiento podrá ser de adhesivo cementoso mejorado armado con malla de fibra de vidrio acabado con revestimiento plástico delgado, etc. Mortero para revoco y enlucido: según CTE DB SI 2, apartado 1, la clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior será B-s3 d2 en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, así como en toda fachada cuya altura exceda de 18 m. Según CTE DB SE F, apartado 3. Si se utiliza un acabado exterior impermeable al agua de lluvia, éste deber ser permeable al vapor, para evitar condensaciones en la masa del muro, en los términos establecidos en el DB HE.

#### Hoja principal

Podrá ser un cerramiento de ladrillo de arcilla cocida, silicocalcáreo o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero compuesto por cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos.

Mortero de albañilería. Clases especificadas de morteros para albañilería para las siguientes propiedades: resistencia al hielo y contenido en sales solubles en las condiciones de servicio. Para elegir el tipo de mortero apropiado se debe considerar el grado de exposición, incluyendo la protección prevista contra la saturación de agua. Según CTE DB SE F, apartado 4.2. El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

### Sellantes para juntas

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1, los materiales de relleno y sellantes tendrán una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y serán impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos.

### Armaduras de tendel

Según CTE DB SE F, apartado 3.3. En la clase de exposición I, pueden utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. En las clases IIa y IIb, se utilizarán armaduras de acero al carbono protegidas mediante galvanizado fuerte o protección equivalente, a menos que la fábrica esté terminada mediante un enfoscado de sus caras expuestas, el mortero de la fábrica sea superior a M5 y el recubrimiento lateral mínimo de la armadura sea superior a 30 mm, en cuyo caso podrán utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. Para las clases III, IV, H, F y Q, en todas las subclases las armaduras de tendel serán de acero inoxidable austenítico o equivalente.

### Revestimiento intermedio

Podrá ser enfoscado de mortero mixto, mortero de cemento con aditivos hidrofugantes, etc. El revestimiento intermedio será siempre necesario cuando la hoja exterior sea cara vista. Según CTE DB HS 1 apartado 2.3.2. En caso de exigirse en proyecto que sea de resistencia alta a la filtración, el mortero tendrá aditivos hidrofugantes.

### Cámara de aire

En su caso, tendrá un espesor mínimo de 3 cm y contará con separadores de la longitud y material adecuados (plástico, acero galvanizado, etc.), siendo recomendable que dispongan de goterón. Podrá ser ventilada (en grados muy ventilada o ligeramente ventilada) o sin ventilar. En caso de revestimiento con aplacado, la ventilación se producirá a través de los elementos del mismo. Según CTE DB SI 2, apartado 1. La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de las superficies interiores de las cámaras ventiladas será B-s3 d2 en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, así como en toda fachada cuya altura exceda de 18 m.

### Aislante térmico

Podrá ser paneles de lana mineral (MW), de poliestireno expandido (EPS), de poliestireno extruído (XPS), de poliuretano (PUR), etc. Según CTE DB HS 1 Apéndice A, en caso de exigirse en proyecto que el aislante sea no hidrófilo, se comprobará que tiene una succión o absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial menor que  $1\text{kg/m}^2$  según ensayo UNE-EN 1609:1997/A1:2008 o una absorción de agua a largo plazo por inmersión total menor que el 5% según ensayo UNE-EN 12087:1997/A1:2008.

## Hoja interior

Podrá ser de hoja de ladrillo arcilla cocida, placa de yeso laminado sobre estructura portante de perfiles de acero galvanizado, panel de yeso laminado con aislamiento térmico incluido, fijado con mortero, etc.

Ladrillos de arcilla cocida (ver parte correspondiente).

Mortero de albañilería (ver parte correspondiente).

Placas de yeso laminado (ver parte correspondiente).

Perfiles de acero galvanizado (ver correspondiente).

## Revestimiento interior (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos)

Podrá ser guarnecido y enlucido de yeso y cumplirá lo especificado en el capítulo Guarnecidos y enlucidos. Yeso (ver parte correspondiente).

## Remates

Podrán ser de material pétreo natural o artificial, arcilla cocida o de hormigón, o metálico, en cuyo caso estará protegido contra la corrosión. Las piezas no se presentarán piezas agrietadas, rotas, desportilladas ni manchadas, tendrán un color y una textura uniformes.

### 14.1.4 Condiciones de ejecución

Las fábricas se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 ° C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada. Durante la ejecución de las fábricas, se adoptarán las siguientes protecciones:

Contra la lluvia: las partes recientemente ejecutadas se protegerán con plásticos para evitar el lavado de los morteros, la erosión de las juntas y la acumulación de agua en el interior del muro. Se procurará colocar lo antes posible elementos de protección, como alfeizares, albardillas, etc.

Contra el calor y los efectos de secado por el viento: se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar una evaporación del agua del mortero demasiado rápida, hasta que alcance la resistencia adecuada.

Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se inspeccionarán las fábricas ejecutadas, debiendo demoler las zonas afectadas que no garanticen la resistencia y durabilidad establecidas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá, protegiendo lo construido con mantas de aislante térmico o plásticos.

Frente a posibles daños mecánicos debidos a otros trabajos a desarrollar en obra (vertido de hormigón, andamiajes, tráfico de obra, etc.), se protegerán los elementos vulnerables de las fábricas (aristas, huecos, zócalos, etc.).

Las fábricas deberán ser estables durante su construcción, por lo que se elevarán a la vez que sus correspondientes arriostamientos. En los casos donde no se pueda garantizar su estabilidad frente a acciones horizontales, se arriostarán a elementos suficientemente sólidos. Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas realizadas.

## Hoja principal

Se replanteará la situación de la fachada, comprobando las desviaciones entre forjados. Será necesaria la verificación del replanteo por la dirección facultativa.

Se colocarán miras rectas y aplomadas en la cara interior de la fachada en todas las esquinas, huecos, quiebros, juntas de movimiento, y en tramos ciegos a distancias no mayores que 4 m. Se marcará un nivel general de planta en los pilares con un nivel de agua. Se realizará el replanteo horizontal de la fábrica señalando en el forjado la situación de los huecos, juntas de dilatación y otros puntos de inicio de la fábrica, según el plano de replanteo del proyecto, de forma que se evite colocar piezas menores de medio ladrillo.

Las juntas de dilatación de la fábrica sustentada se dispondrán de forma que cada junta estructural coincida con una de ellas.

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1. Se cumplirán las distancias máximas entre juntas de dilatación, en función del material componente: 12 m en caso de piezas de arcilla cocida, y 6 m en caso de bloques de hormigón.

El replanteo vertical se realizará de forjado a forjado, marcando en las reglas las alturas de las hiladas, del alféizar y del dintel. Se ajustará el número de hiladas para no tener que cortar las piezas. En el caso de bloques, se calculará el espesor del tendel (1 cm + 2 mm, generalmente) para encajar un número entero de bloques. (Considerando la dimensión nominal de altura del bloque), entre referencias de nivel sucesivas según las alturas libres entre forjados que se hayan establecido en proyecto es conveniente.

Se dispondrán los precercos en obra.

La primera hilada en cada planta se recibirá sobre capa de mortero de 1 cm de espesor, extendida en toda la superficie de asiento de la fábrica. Las hiladas se ejecutarán niveladas, guiándose de las lienzas que marcan su altura.

Se comprobará que la hilada que se está ejecutando no se desploma sobre la anterior. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando dos partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dispondrán enjarjes. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas. En el caso de fábrica armada, ver capítulo de Fábrica estructural.

#### En caso de ladrillos de arcilla cocida

Los ladrillos se humedecerán antes de su colocación para que no absorban el agua del mortero. Los ladrillos se colocarán a restregón, utilizando suficiente mortero para que penetre en los huecos del ladrillo y las juntas queden rellenas. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante en cada hilada. En el caso de fábricas cara vista, a medida que se vaya levantando la fábrica se irá limpiando y realizando las llagas (primero las llagas verticales para obtener las horizontales más limpias). Asimismo, se comprobará mediante el uso de plomadas la verticalidad de todo el muro y también el plomo de las juntas verticales correspondientes a hiladas alternas. Dichas juntas seguirán la ley de traba empleada según el tipo de aparejo.

#### En caso de bloques de arcilla aligerada

Los bloques se humedecerán antes de su colocación. Las juntas de mortero de asiento se realizarán de 1 cm de espesor como mínimo en una banda única. Los bloques se colocarán sin mortero en la junta vertical. Se asentarán verticalmente, no a restregón, haciendo tope con el machihembrado, y golpeando con una maza de goma para que el mortero penetre en las perforaciones. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. Se comprobará que el espesor del tendel una vez asentados los bloques esté

comprendido entre 1 y 1,5 cm. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas deberá ser igual o mayor a 7 cm. Para ajustar la modulación vertical se podrán variar los espesores de las juntas de mortero (entre 1 y 1,5 cm), o se utilizarán piezas especiales de ajuste vertical o piezas cortadas en obra con cortadora de mesa.

### En caso de bloques de hormigón

Debido a la conicidad de los alvéolos de los bloques huecos, la cara que tiene más superficie de hormigón se colocará en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta. Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie del bloque en contacto con el mortero, si el fabricante lo recomienda. Para la formación de la junta horizontal, en los bloques ciegos el mortero se extenderá sobre la cara superior de manera completa; en los bloques huecos, se colocará sobre las paredes y tabiquillos, salvo cuando se pretenda interrumpir el puente térmico y la transmisión de agua a través de la junta, en cuyo caso sólo se colocará sobre las paredes, quedando el mortero en dos bandas separadas. Para la formación de la junta vertical, se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo. Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero esté aún blando y plástico. Se quitará el mortero sobrante evitando caídas de mortero, tanto en el interior de los bloques como en la cámara de trasdosado, y sin ensuciar ni rayar el bloque. No se utilizarán piezas menores de medio bloque. Cuando se precise cortar los bloques se realizará el corte con maquinaria adecuada. Mientras se ejecute la fábrica, se conservarán los plomos y niveles de forma que el paramento resulte con todas las llagas alineadas y los tendeles a nivel. Las hiladas intermedias se colocarán con sus juntas verticales alternadas. Si se realiza el llagueado de las juntas, previamente se rellenarán con mortero fresco los agujeros o pequeñas zonas que no hayan quedado completamente ocupadas, comprobando que el mortero esté todavía fresco y plástico. El llagueado no se realizará inmediatamente después de la colocación, sino después del inicio del fraguado del mortero, pero antes de su endurecimiento. Si hay que reparar una junta después de que el mortero haya endurecido se eliminará el mortero de la junta en una profundidad al menos de 15 mm y no mayor del 15% del espesor del mismo, se mojará con agua y se repasará con mortero fresco. No se realizarán juntas matadas inferiormente, porque favorecen la entrada de agua en la fábrica. Los enfoscados interiores o exteriores se realizarán transcurridos 45 días después de terminar la fábrica para evitar fisuración por retracción del mortero de las juntas.

### Elementos singulares

Juntas de dilatación:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1. Se colocará un sellante sobre un relleno introducido en la junta. La profundidad del sellante será mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura estará comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas el sellante quedará enrasado con el paramento de la hoja principal sin enfoscar.

Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, se dispondrán de forma que cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa se fijará mecánicamente en dicha banda y se sellará su extremo correspondiente.

Arranque de la fábrica desde cimentación:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.2. En el arranque de la fábrica desde cimentación se dispondrá una barrera impermeable a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior que cubra todo el espesor de la fachada. Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, se dispondrá un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, u otra

solución que proteja la fachada de salpicaduras hasta una altura mínima de 30 cm, y que cubra la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada. La unión del zócalo con la fachada en su parte superior deberá sellarse o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Encuentros de la fachada con los forjados:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados, se dispondrá de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos, dejando una holgura de 2 cm, disponer refuerzos locales (ver CTE). Esta holgura se rellenará después de la retracción de la hoja principal, con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado, y se protegerá de la filtración con un goterón. Cuando el paramento exterior de la hoja principal sobresalga del borde del forjado, el vuelo será menor que 1/3 del espesor de dicha hoja. Cuando el forjado sobresalga del plano exterior de la fachada tendrá una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua del 10% como mínimo y se dispondrá un goterón en el borde del mismo.

Encuentros de la fachada con los pilares:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, se dispondrá una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles, en su caso:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.5. Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, se dispondrá un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma. Como sistema de recogida de agua se utilizará un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación. Cuando se disponga una lámina, ésta se introducirá en la hoja interior en todo su espesor. Para la evacuación se dispondrá el sistema indicado en proyecto: tubos de material estanco, llagas de la primera hilada desprovistas de mortero en caso de fábrica cara vista, etc., que, en cualquier caso, estarán separados 1,5 m como máximo. Para poder comprobar la limpieza del fondo de la cámara tras la construcción del paño completo, se dejarán sin colocar uno de cada 4 ladrillos de la primera hilada.

Encuentro de la fachada con la carpintería:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.6. La junta entre el cerco y el muro se sellará con un cordón que se introducirá en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos. Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, se rematará el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia y se dispondrá un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o se adoptarán soluciones que produzcan los mismos efectos. Cuando el grado de impermeabilidad exigido sea igual a 5, si las carpinterías están retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada, se dispondrá precerco y una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior, será impermeable o se dispondrá sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas. El vierteaguas dispondrá de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de

la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba será de 2 cm como mínimo. La junta de las piezas con goterón tendrá la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

Antepechos y remates superiores de las fachadas:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.7. Los antepechos se rematarán con la solución indicada en proyecto para evacuar el agua de lluvia. Las albardillas y vierteaguas tendrán una inclinación, dispondrán de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y serán impermeables o se dispondrán sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente. Se dispondrán juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean de arcilla cocida. Las juntas entre las piezas se realizarán de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado. Se replantearán las piezas de remate. Los paramentos de aplicación estarán saneados, limpios y húmedos. Si es preciso se repicarán previamente. En caso de recibirse los vierteaguas o albardillas con mortero, se humedecerá la superficie del soporte para que no absorba el agua del mismo; no se apoyarán elementos sobre ellos, al menos hasta tres días después de su ejecución.

Anclajes a la fachada:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.8. Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada se realizará de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella, mediante el sistema indicado en proyecto: sellado, elemento de goma, pieza metálica, etc.

Aleros y cornisas:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.9. Los aleros y las cornisas de constitución continua tendrán una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada cumplirán las siguientes condiciones: serán impermeables o tendrán la cara superior protegida por una barrera impermeable; dispondrán en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma que evite que el agua se filtre en el encuentro y en el remate; dispondrán de un goterón en el borde exterior de la cara inferior. La junta de las piezas con goterón tendrá la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

Dinteles:

Se adoptará la solución de proyecto (armado de los tendeles, viguetas pretensadas, perfiles metálicos, cargadero de piezas de arcilla cocida / hormigón y hormigón armado, etc.). Se consultará a la dirección facultativa el correspondiente apoyo de los cargaderos, los anclajes de perfiles al forjado, etc.

Revestimiento intermedio: (ver capítulo 7.1.4. Enfoscados, guarnecidos y enlucidos)

Aislante térmico:

Según CTE DB HE 1, apartado 5.2.1. Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares. En caso de colocación de paneles por fijación mecánica, el número de fijaciones dependerá de la rigidez de los paneles, y deberá ser el recomendado por el fabricante, aumentándose el número en los puntos singulares. En caso de fijación por adhesión, se colocarán los paneles de abajo hacia arriba. Si la adherencia de los paneles a la hoja principal se realiza mediante un adhesivo interpuesto, no se sobrepasará el tiempo de utilización del adhesivo; si la adherencia se realiza mediante

el revestimiento intermedio, los paneles se colocarán recién aplicado el revestimiento, cuando esté todavía fresco. Los paneles deberán quedar estables en posición vertical, y continuos, evitando puentes térmicos. No se interrumpirá el aislante en la junta de dilatación de la fachada.

Barrera de vapor:

Si es necesaria ésta se colocará en la cara caliente del cerramiento y se controlará que durante su ejecución no se produzcan roturas o deterioros en la misma (CTE DB HE 1, apartado 5.2.2).

#### 14.1.5 Control de calidad

##### Control de ejecución

Puntos de observación

Replanteo:

Replanteo de las hojas del cerramiento. Desviaciones respecto a proyecto.

En zonas de circulación, vuelos con altura mínima de 2,20 m, elementos salientes y protecciones de elementos volados cuya altura sea menor que 2,00 m.

Huecos para el servicio de extinción de incendios: altura máxima del alféizar: 1,20 m; dimensiones mínimas del hueco: 0,80 m horizontal y 1,20 m vertical; distancia máxima entre ejes de huecos consecutivos: 25 m, etc.

Distancia máxima entre juntas verticales de la hoja.

Ejecución:

Composición del cerramiento según proyecto: espesor y características.

Si la fachada arranca desde la cimentación, existencia de barrera impermeable, y de zócalo si el cerramiento es de material poroso.

Enjarjes en los encuentros y esquinas de muros.

Colocación de piezas: existencia de miras aplomadas, limpieza de ejecución, solapes de piezas (traba).

Aparejo y espesor de juntas en fábrica cara vista.

Holgura del cerramiento en el encuentro con el forjado superior (de 2 cm y relleno a las 24 horas).

Arriostramiento durante la construcción.

Encuentros con los forjados: en caso de hoja exterior enrasada: existencia de junta de desolidarización; en caso de vuelo de la hoja exterior respecto al forjado: menor que 1/3 del espesor de la hoja.

Encuentros con los pilares: si existen piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, existencia de armadura.

Encuentro de la fachada con la carpintería: en caso de grado de impermeabilidad 5 y carpintería retranqueada, colocación de barrera impermeable.

Albardillas y vierteaguas: pendiente mínima, impermeables o colocación sobre barrera impermeable y, con goterón con separación mínima de la fachada de 2 cm.

Anclajes horizontales en la fachada: junta impermeabilizada: sellado, elemento de goma, pieza metálica, etc.

Aleros y cornisas: pendiente mínima. Si sobresalen más de 20 cm: impermeabilizados, encuentro con el paramento vertical con protección hacia arriba mínima de 15 cm y goterón.

Dinteles: dimensión y entrega.

Juntas de dilatación: aplomadas y limpias.

Revestimiento intermedio: (ver capítulo 7.1.4. Enfoscados, guarnecidos y enlucidos).

Cámara de aire: espesor. Limpieza. En caso de cámara ventilada, disposición de un sistema de recogida y evacuación del agua.

Aislamiento térmico: espesor y tipo. Continuidad. Correcta colocación: cuando no rellene la totalidad de la cámara, en contacto con la hoja interior y existencia separadores.

Ejecución de los puentes térmicos (capialzados, frentes de forjados, soportes) y aquellos integrados en los cerramientos según detalles constructivos correspondientes.

Barrera de vapor: existencia, en su caso. Colocación en la cara caliente del cerramiento y no deterioro durante su ejecución.

Revestimiento exterior: (ver capítulo 7.1.4. Enfoscados, guarnecidos y enlucidos)

Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm por planta, ni mayor de 30 mm en todo el edificio.

## Ensayos y pruebas

Prueba de servicio: estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía. Muestreo: una prueba por cada tipo de fachada y superficie de 1000 m<sup>2</sup> o fracción.

### 14.1.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de cerramiento de ladrillo de arcilla cocida o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero de cemento y/o cal, de una o varias hojas, con o sin cámara de aire, con o sin enfoscado de la cara interior de la hoja exterior con mortero de cemento, incluyendo o no aislamiento térmico, con o sin revestimiento interior y exterior, con o sin trasdosado interior, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos o bloques y limpieza, incluso ejecución de encuentros y elementos especiales, medida deduciendo huecos superiores a 1 m<sup>2</sup>.

Metro lineal de elemento de remate de alféizar o antepecho colocado, incluso rejuntado o sellado de juntas, eliminación de restos y limpieza.

### 14.1.7 Normas de referencia

CTE DB HE	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Ahorro Energético
CTE DB SI	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad en caso de incendios
CTE DB SE F	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad

	Estructural. Fábricas.
CTE DB HS	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Salubridad
UNE-EN 1609:1997/A1:2008	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a corto plazo. Ensayo por inmersión parcial.
UNE-EN 12087:1997/A1:2008	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión.

## 14.2 Cerramientos de fábrica de vidrio

### 14.2.1 Definición

Fábrica formada por piezas de vidrio translúcido, sencillas o dobles, tomadas con nervios de mortero armado o bien mediante juntas y bastidor de PVC, etc.

### 14.2.2 Materiales

Piezas de vidrio translúcido o moldeados: tipo; sencillas (un solo elemento macizo), dobles (dos elementos independientes soldados entre sí y con cámara de aire). Dimensiones máximas según aplicación (tabiques huecos, macizos o lucernarios pisables). Propiedades físicas (acústicas, térmicas y de resistencia al fuego). Según el CTE DB HE 1, apartado. 3.3.2.2.: transmitancia (UHV en  $W/m^2K$ ). Factor solar (g, adimensional).

- a) Separador elástico.
- b) Productos de sellado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9): de naturaleza imputrescible e impermeable.
- c) Bastidor.
- d) Cuñas: de madera, sección rectangular de espesores variables de 5 a 10 mm.
- e) Armaduras: tipo de acero.
- f) Productos para impermeabilización.
- g) Morteros para albañilería.
- h) Cementos de albañilería.
- i) Áridos para morteros.
- j) Aditivos para morteros para albañilería.
- k) Cal.
- l) Agua. Procedencia. Calidad.

### 14.2.3 Condiciones generales

Se comprobará el nivel del forjado, fábrica o solado terminado y si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- Se evitará el contacto entre el vidrio y las armaduras: éstas estarán totalmente recubiertas de mortero; si la compacidad del mortero no asegura una total protección a la armadura, ésta irá galvanizada.
- La fábrica de vidrio será independiente de la obra mediante una junta de dilatación perimetral.

#### 14.2.4 Condiciones de ejecución

Preparación del hueco de la obra a las medidas previstas para recibir el bastidor de PVC.

Se realizará una barrera impermeable en el apoyo inferior antes de comenzar la ejecución del panel.

El espesor de los nervios en el caso de moldeados sencillos será como mínimo de 1 cm; en caso de nervio perimetral, de 5 cm en superficies  $\leq 1 \text{ m}^2$ ; de 6 cm en superficies  $> 1 \text{ m}^2$ .

En caso de moldeados dobles, el espesor de los nervios entre moldeados será de 1 cm como mínimo y en caso de nervio perimetral de 3,50 cm como mínimo.

El tabique será estanco y su colocación eliminará la posibilidad de que pueda llegar a someterse a alguna tensión estructural; será independiente del resto, mediante una junta de dilatación perimetral. Las juntas de dilatación y de estanquidad estarán selladas y rellenas de material elástico.

Se trabajará a una temperatura ambiente que oscilará entre los 5 °C y los 40 °C y protegiendo la obra que se ejecuta de la acción de las lluvias y de los vientos superiores a 50 km/h.

En caso de que las piezas de vidrio vayan tomadas con bastidor:

El bastidor se fijará a obra de forma que quede aplomado y nivelado.

Se colocará un material separador elástico entre el moldeado de vidrio y el bastidor.

Los moldeados de la última fila irán acuñados en su parte superior.

El último moldeado se acuñará en la parte superior y en la vertical.

El solape de las armaduras horizontales en la junta de dilatación y estanquidad será siempre mayor e igual que 3 cm.

Las dimensiones máximas de utilización para tabiques verticales sencillos son: 6 m<sup>2</sup> con una dimensión máxima de 3 m.

En tabiques verticales dobles, las dimensiones máximas de utilización son 20 m<sup>2</sup> con una dimensión máxima de 5 m.

#### 14.2.5 Control de calidad

##### Control de ejecución

Puntos de observación

- a) Replanteo del hueco y espesores de las hojas.

- b) Juntas de dilatación en cerramientos exteriores: limpias, aplomadas, respetando las estructurales.
- c) Espesor de los nervios.
- d) Estanqueidad e independencia del tabique.
- e) Bastidor: fijación a obra. Acuñado de las piezas.
- f) Planeidad. Medida con regla de 2 m.
- g) Desplome. No mayor de 10 mm por planta, ni mayor de 30 mm en todo el edificio.

#### Ensayos y pruebas

En caso de cerramientos exteriores, estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

#### Tolerancias

Esesor de los nervios perimetrales en el caso de moldeados sencillos: 5 cm en superficies  $\leq 1 \text{ m}^2$ ; de 6 cm en superficies  $> 1 \text{ m}^2$ .

#### 14.2.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de cerramiento de ladrillo fabrica de vidrio, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, y limpieza, incluso ejecución de encuentros y elementos especiales, medida deduciendo huecos superiores a  $1 \text{ m}^2$ .

#### 14.2.7 Normas de referencia

CTE DB HE Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Ahorro Energético

### 14.3 Fachadas de paneles ligeros

#### 14.3.1 Definición

Cerramiento de edificios constituido por elementos ligeros opacos o transparentes fijados a una estructura auxiliar anclada a la estructura del edificio, donde la carpintería puede quedar vista u oculta.

#### 14.3.2 Materiales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la parte correspondiente, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del mercado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

#### Bases de fijación en los forjados

Estarán constituidas por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 4 micras. Asimismo llevarán soldadas un mínimo de dos patillas de anclaje y se dispondrán uniformemente repartidas. Irán provistas de los elementos necesarios para el acoplamiento con el anclaje.

#### Anclajes

Estarán constituidos por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 40 micras. Asimismo irán provistos de los elementos necesarios para el acoplamiento con la base de fijación, de forma que permita el reglaje de los elementos del muro cortina en sus dos direcciones laterales, y otra normal al mismo. Absorberán los movimientos de dilatación del edificio.

### Estructura auxiliar

Existen dos sistemas: montantes verticales y travesaños horizontales, o únicamente montantes verticales. Los montantes y travesaños no presentarán deformaciones ni alabeos, su aspecto superficial estará exento de rayas, golpes o abolladuras y sus cortes serán homogéneos. Irá provisto de los elementos necesarios para el acoplamiento con los anclajes, travesaños o paneles completos y con los montantes superior e inferior. Los montantes llevarán en los extremos los elementos necesarios para el acoplamiento con los paneles y vendrán protegidos superficialmente contra los agentes corrosivos.

Los travesaños y montantes podrán ser de:

- a) Aluminio, de espesor mínimo 2 mm.
- b) Acero conformado, de espesor mínimo 0,80 mm.
- c) Acero inoxidable, de espesor mínimo 1,50 mm.
- d) PVC, etc.

La perfilería será con/sin rotura de puente térmico.

Las bases de fijación, el anclaje y la estructura auxiliar deberán tener la resistencia suficiente para soportar el peso de los elementos del muro cortina separadamente, planta por planta.

### Sistema de fijación del vidrio

La fijación del vidrio a la estructura portante se podrá conseguir por dos técnicas diferentes:

Fijación mecánica mediante piezas metálicas y taladros practicados al vidrio.

Acristalamiento estructural: fijación elástica con adhesivos, generalmente siliconas de alto módulo.

### Acristalamiento

En caso de que la fijación a la estructura portante sea mecánica, el vidrio deberá ser obligatoriamente templado. En caso de acristalamiento estructural, el vidrio podrá ser monolítico o con cámara de aire, recocido, templado, laminar, incoloro, de color y con capas selectivas ya sean reflectantes o bajo emisivas. En antepechos siempre serán vidrios templados. El acristalamiento siempre llevará un tratamiento de bordes, como mínimo canto arenado.

### Elementos opacos de cerramiento

A su vez estarán constituidos por una placa exterior y otra interior (de acero, aluminio, cobre, madera, vidrio, zinc, etc.), con un material aislante intermedio (lana mineral, poliestireno expandido, etc.).

Los elementos opacos serán resistentes a la abrasión y a los agentes atmosféricos.

Junta preformada de estanquidad: podrá ser de policloropropeno, de PVC, etc.

Producto de sellado: podrá ser de tipo Thiokol, siliconas, etc.

## Paneles

El panel se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como su resistencia a las solicitaciones previstas.

El panel podrá ser de un material homogéneo, (plástico, metálico, etc.), o bien compuesto de capa exterior de tipo plástico o metálico (acero, aluminio, acero inoxidable, madera, material sintético etc.), capa intermedia de material aislante y una lámina interior de material plástico, metálico, madera, etc.

Los cantos del panel presentarán la forma adecuada y/o se suministrará con los elementos accesorios necesarios para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de éstos con los elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

El material que constituya el aislamiento térmico podrá ser fibra de vidrio, espuma rígida de poliestireno extruída, espuma de poliuretano, etc.

En caso de paneles de acero éste llevará algún tipo de tratamiento como prelacado, galvanizado, etc.

En caso de paneles de aluminio, el espesor mínimo del anodizado será de 20 micras en exteriores y 25 micras en ambiente marino. En caso de ir lacados, el espesor mínimo del lacado será de 80 micras.

## Sistema de sujeción

Cuando la rigidez del panel no permita un sistema de sujeción directo a la estructura del edificio, el sistema incluirá elementos auxiliares como correas en Z o C, perfiles intermedios de acero, etc., a través de los cuales se realizará la fijación.

Se indicarán las tolerancias que permite el sistema de fijación, de aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro y de distancia entre planos horizontales de fijación.

Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedarán protegidos contra la corrosión.

El sistema de fijación del panel a la estructura secundaria podrá ser visto u oculto mediante clips, tornillos autorroscantes, etc.

## Juntas:

Las juntas entre paneles podrán ser a tope, o mediante perfiles, etc.

## Productos de sellado:

Podrá ser mediante productos pastosos o bien perfiles preformados.

## 14.3.3 Condiciones generales

Durante la ejecución de los forjados se recibirán en su cara superior, inferior o en el canto un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas.

Antes de colocar el anclaje, se comprobará que los desniveles máximos de los forjados son menores de 25 mm y que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor de 10 mm.

En el borde del forjado inferior se marcarán los ejes de modulación pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

## Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando la estructura auxiliar del muro cortina no esté preparada para recibir directamente el elemento de cerramiento, éste se colocará con carpintería.

Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:

Silicona para unión vidrio - vidrio en la fabricación del doble acristalamiento.

Silicona para la unión vidrio - metal en la fijación del vidrio al marco soporte.

Silicona de estanquidad para el sellado de las juntas entre vidrios.

Los elementos auxiliares (calzos, obturadores, etc.) que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.

Se tendrá en cuenta las características particulares de cada producto vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. En el caso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio armado.

#### 14.3.4 Condiciones de ejecución

Los anclajes se fijarán a las bases de fijación de manera que permita el reglaje del montante una vez colocado. Se colocarán los montantes en la fachada uniéndolos a los anclajes por su parte superior permitiendo la regulación en sus tres direcciones, para lograr la modulación, aplomado y nivelación. En el extremo superior del montante se acoplará un casquillo que permita el apoyo con el montante superior. Entre los montantes quedará una junta de dilatación de 2 mm/m, mínima.

Los travesaños se unirán a los montantes por medio de casquillos y otros sistemas. Entre el montante y travesaño, quedará una junta de dilatación de 2 mm/m.

Se colocará el elemento opaco o transparente de cerramiento sobre el módulo del cerramiento fijándose a él mediante junquillos a presión u otros sistemas.

Se colocará la junta preformada de estanquidad a lo largo de los encuentros del cerramiento con los elementos de obra gruesa, así como en la unión con los elementos opacos, transparentes y carpinterías, de forma que asegure la estanquidad al aire y al agua permitiendo los movimientos de dilatación.

El panel completo se unirá a los montantes por casquillos a presión y angulares atornillados que permitan la dilatación, haciendo coincidir esta unión con los perfiles horizontales del panel.

En su caso, el elemento de carpintería se unirá por tornillos con juntas de expansión u otros sistemas flotantes a la estructura auxiliar del cerramiento.

En caso de acristalamiento estructural, el encolado de los vidrios a los bastidores metálicos se hará siempre en taller climatizado, nunca en obra, para evitar riesgo de suciedad u condensaciones.

El producto de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas a temperatura superior a 0 °C, comprobando antes de extenderlo que no existen óxidos, polvo, grasa o humedad.

### 14.3.5 Control de calidad

#### Control de ejecución. Tolerancias

Puntos de observación, condiciones de no aceptación:

- a) Base de fijación: El desplome presente variaciones superiores a  $\pm 1$  cm, o desniveles de  $\pm 2,5$  cm en 1 m.
- b) Montantes y travesaños: No existan casquillos de unión entre montantes. El desplome o desnivel presente variaciones superiores a  $\pm 2\%$ .
- c) Cerramiento: No permita movimientos de dilatación.
- d) La colocación discontinua o incompleta de la junta preformada.
- e) En el producto de sellado exista discontinuidad.
- f) El ancho de la junta no quede cubierta por el sellador.
- g) Fijación deficiente del elemento de cerramiento.

#### Ensayos y prueba

Prueba de servicio:

- a) Estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.
- b) Resistencia de montante y travesaño: aparecen deformaciones o degradaciones.
- c) Resistencia de la cara interior de los elementos opacos: se agrieta o degrada el revestimiento o se ocasionan deterioros en su estructura.
- d) Resistencia de la cara exterior de los elementos opacos: existen deformaciones, degradaciones, grietas, deterioros o defectos apreciables.

#### Instrucciones de conservación y mantenimiento

Se evitarán golpes y rozaduras. No se apoyarán sobre el cerramiento elementos de elevación de cargas o muebles, ni cables de instalación de rótulos, así como mecanismos de limpieza exterior o cualesquiera otros objetos que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

### 14.3.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de superficie de muro ejecutado (estructura, paneles, acristalamiento), incluyendo o no la estructura auxiliar incluso piezas especiales de anclaje, sellado y posterior limpieza.

## 14.4 Fachadas de Paneles pesados

### 14.4.1 Definición

Cerramiento de edificios, sin función estructural, constituido por elementos prefabricados pesados anclados a la estructura del edificio.

## 14.4.2 Materiales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la parte correspondiente, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

### Panel

El panel de hormigón podrá ser de tipo:

- a) Macizo, con diferentes acabados superficiales.
- b) Aligerado con bloques aligerantes.
- c) Compuesto, formado por dos capas de hormigón y una intermedia de material aislante.
- d) De bloques de hormigón o cerámicos.

El panel presentará sus aristas definidas y estará exento de fisuras y coqueras que puedan afectar a sus condiciones de funcionalidad.

Los cantos del panel presentarán la forma adecuada para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de éstos con los elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas, sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

Será capaz de resistir las solicitaciones derivadas del desmoldeo y levantamiento para transporte, del propio transporte, y del izado y montaje en obra.

Se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como su resistencia a las solicitaciones previstas.

Se indicarán los coeficientes de dilatación térmica y de hinchamiento, así como las tolerancias de fabricación y resistencia térmica del panel.

### Sistema de sujeción

Garantizará la fijación del panel a la estructura del edificio, así como su resistencia a las solicitaciones de viento y variaciones de temperatura.

Para el sistema de sujeción se indicarán las tolerancias que permite, de aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro de distancia entre planos horizontales de fijación.

Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedarán protegidos contra la corrosión.

### Juntas

Cuando el panel constituya sólo la hoja exterior del cerramiento, podrán adoptarse cantos planos que den lugar a juntas horizontales y verticales a tope.

Cuando el panel constituya el cerramiento completo, se adoptará preferentemente entre paneles:

En cantos horizontales, formas que den lugar a juntas con resalto y rebajo complementarios.

En cantos verticales, formas que den lugar a juntas con cámara de descompresión.

### Productos de sellado

Podrán ser de productos pastosos (morteros elásticos, morteros de resinas, etc.) o bien perfiles preformados y gomas.

#### 14.4.3 Condiciones generales

Durante la ejecución de los forjados se recibirán en su cara, superior, inferior o en el canto un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas.

Antes de colocar el anclaje, se comprobará que los desniveles máximos de los forjados son menores de 25 mm y que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor de 1 cm.

En el borde del forjado inferior se marcarán los ejes de modulación pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos:

- a) Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:
- b) Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- c) Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- d) Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- e) Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:
- f) Silicona para unión vidrio - vidrio en la fabricación del doble acristalamiento.
- g) Silicona para la unión vidrio - metal en la fijación del vidrio al marco soporte.
- h) Silicona de estanquidad para el sellado de las juntas entre vidrios.
- i) Los elementos auxiliares (calzos, obturadores, etc.) que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.
- j) Se tendrá en cuenta las características particulares de cada producto vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. En el caso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio armado.

#### 14.4.4 Condiciones de ejecución

Se elevará y situará el panel en fachada. Una vez presentados todos los paneles de una planta o aquellos que en ella vayan a quedar comprendidos entre elementos fijos de la fachada, se sujetará el panel, se alineará, nivelará y aplomará.

Se medirá el ancho de la junta en todo su perímetro, comprobando que corresponde con la indicada en proyecto, y que esta es continua.

Se sujetará definitivamente el panel a los elementos de fijación que se habrán previsto anclados a la estructura del edificio.

Cuando la solución de junta vertical sea con cámara de descompresión, se impermeabilizará el canto superior del panel en una longitud no menor de 10 cm a cada lado de la junta, previo a la colocación de los paneles superiores.

En el caso de existir remates de obra no industrializados, ver capítulo Fachadas de piezas de arcilla cocida y de hormigón.

El producto de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas para garantizar su estanquidad y acabado exterior, comprobando antes que éstas estarán limpias de polvo, aceites o grasas.

#### 14.4.5 Control de calidad

##### Control de ejecución

Puntos de observación.

- a) Las condiciones de no aceptación podrán ser:
- b) La alineación y aplomado de paneles medida en los cantos de los paneles presente variaciones superiores a la tolerancia de fabricación más 2 mm.
- c) Se comprobará que la sujeción es la misma que la especificada por la dirección facultativa.
- d) El ancho de la junta vertical sea inferior al ancho mínimo.
- e) El ancho de la junta horizontal sea inferior al ancho mínimo.
- f) Presencia de elementos metálicos no protegidos contra la oxidación.
- g) El ancho de la junta no quede totalmente cerrado por el sellador. La presencia de rebabas o desprendimientos.
- h) En juntas con cámara de descompresión el sellador se ha introducido en la cámara y/o se ha sellado la zona de comunicación de esta con el exterior.

##### Ensayos y pruebas

Estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

##### Instrucciones de conservación y mantenimiento

Se evitarán golpes y rozaduras.

No se apoyarán sobre el cerramiento elementos de elevación de cargas o muebles, ni cables de instalación de rótulos, así como mecanismos de limpieza exterior o cualesquiera otros objetos que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

#### 14.4.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de superficie de muro ejecutado (estructura, paneles) incluso piezas especiales de anclaje, sellado y posterior limpieza.

## 15 EDIFICACIÓN - DIVISIONES INTERIORES

### 15.1 Tabiques de ladrillo o bloque

#### 15.1.1 Definición

Se definen así las divisiones fijas interiores, sin función estructural, fabricadas con ladrillos de arcilla cocida, bloque de arcilla aligerada u hormigón tomado con mortero de cemento y/o yeso, para la separación de locales interiores.

#### 15.1.2 Materiales

Ladrillos o bloques cumplirán las especificaciones del correspondiente artículo del presente Pliego.

Material de agarre: El PPTP indicará el tipo a utilizar, pasta de yeso, mortero de cemento, mortero de cal, etc. En cualquier caso, el material cumplirá las especificaciones del correspondiente artículo del presente Pliego.

#### 15.1.3 Condiciones generales

Según el CTE DB HE 1, apartado 4. Se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados de las particiones interiores que componen la envolvente térmica, se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ . La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. Se dispondrá de los precercos en obra.

#### 15.1.4 Condiciones de ejecución

##### Replanteo

Se realizará el replanteo horizontal de la fábrica, según el plano de replanteo del proyecto, respetando en el tabique las juntas estructurales del edificio. Los tabiques con conducciones de diámetro mayor o igual que 2 cm serán de hueco doble.

Se colocarán miras rectas y aplomadas a distancias no mayores que 4 m, y se marcarán las alturas de las hiladas.

##### Colocación de piezas

La primera hilada en cada planta se recibirá sobre capa de mortero de 1 cm de espesor, extendida en toda la superficie de asiento de la fábrica. Las hiladas se ejecutarán niveladas, guiándose de las lienzas que marcan su altura.

Se comprobará que la hilada que se está ejecutando no se desploma sobre la anterior. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando dos partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dispondrán enjarjes. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas.

#### Ladrillos

Los ladrillos se humedecerán antes de su colocación, para que no absorban el agua del mortero. Se colocarán a restregón, utilizando suficiente mortero para que penetre en los huecos del ladrillo y las juntas queden rellenas. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante en cada hilada. Las fábricas de arcilla cocida quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

#### Bloques de arcilla aligerada

Los bloques se humedecerán antes de su colocación. Se colocarán sin mortero en la junta vertical. Se asentarán verticalmente, no a restregón, haciendo tope con el machihembrado, y golpeando con una maza de goma para que el mortero penetre en las perforaciones. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. Se comprobará que el espesor del tendel una vez asentados los bloques esté comprendido entre 1 y 1,5 cm. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas deberá ser igual o mayor a 7 cm. Para ajustar la modulación vertical se podrán variar los espesores de las juntas de mortero (entre 1 y 1,5 cm), o se utilizarán piezas especiales de ajuste vertical o piezas cortadas en obra con cortadora de mesa.

#### Bloques de hormigón

Debido a la conicidad de los alvéolos de los bloques huecos, la cara que tiene más superficie de hormigón se colocará en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta. Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie del bloque en contacto con el mortero, si el fabricante lo recomienda. Para la formación de la junta horizontal, en los bloques ciegos el mortero se extenderá sobre la cara superior de manera completa; en los bloques huecos, se colocará sobre las paredes y tabiquillos. Para la formación de la junta vertical, se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo para evitar que se caiga al transportarlo para su colocación en la hilada. Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero esté aún blando y plástico. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. No se utilizarán piezas menores de medio bloque. Cuando se precise cortar los bloques se realizará el corte con maquinaria adecuada. La fábrica se ejecutará con las llagas alineadas y los tendeles nivel. Las hiladas intermedias se colocarán con sus juntas verticales alternadas. Los enfoscados se realizarán transcurridos 45 días después de terminar la fábrica para evitar fisuración por retracción del mortero de las juntas.

#### Durante la ejecución

Las fábricas se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 ° C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada. Durante la ejecución de las fábricas, se adoptarán protecciones:

Contra la lluvia, las partes recién ejecutadas se protegerán con plásticos para evitar el lavado de los morteros.

Contra el calor y los efectos de secado por el viento, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar una evaporación del agua del mortero demasiado rápida, hasta que alcance la resistencia adecuada.

Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se inspeccionarán las fábricas ejecutadas, debiendo demoler las zonas afectadas que no garanticen la resistencia y durabilidad establecidas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá, protegiendo lo recién construido con mantas de aislante térmico o plásticos.

Frente a posibles daños mecánicos debidos a otros trabajos a desarrollar en obra (vertido de hormigón, andamiajes, tráfico de obra, etc.), se protegerán los elementos vulnerables (aristas, huecos, zócalos, etc.)

Las fábricas deberán ser estables durante su construcción, por lo que se elevarán a la vez que sus correspondientes arrostros. En los casos donde no se pueda garantizar su estabilidad frente a acciones horizontales, se arriostrarán a elementos suficientemente sólidos. Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas de ladrillo realizadas.

Los dinteles se realizarán según la solución de proyecto (armado de tendeles, viguetas pretensadas, perfiles metálicos, cargadero de piezas de arcilla cocida /hormigón y hormigón armado, etc.). Se consultará a la dirección facultativa el correspondiente apoyo de los cargaderos, los anclajes de perfiles al forjado, etc.

En el encuentro con el forjado se dejará una holgura en la parte superior de la partición de 2 cm de espesor, que se rellenará transcurridas un mínimo de 24 horas con pasta de yeso.

El encuentro de tabiques con elementos estructurales se hará de forma que no sean solidarios.

Las rozas para instalaciones tendrán una profundidad no mayor que 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre ladrillo hueco; el ancho no será superior a dos veces su profundidad, se realizarán con maza y cincel o con máquina rozadora. Se distanciarán de los cercos al menos 15 cm.

#### 15.1.5 Control de calidad

El control de calidad de los materiales se realizará de acuerdo con lo especificado en los capítulos del presente Pliego que les sean de aplicación, con lo establecido en el PPTP, o en su defecto con las condiciones fijadas por el Director de la obra.

El control de ejecución se realizará en base a las siguientes especificaciones:

Tipo de control	Intensidad	Rechazo automático
Replanteo	100 %	Error mayor de 2 cm
Planeidad (con regla de 2 m.)	Uno cada 50 m <sup>2</sup>	Variación mayor de 1 cm
Desplome	Uno cada 50 m <sup>2</sup>	Desplome mayor de 1 cm en tres metros
Unión de tabiques	Uno por planta	Enjarje menor al fijado

Zonas de circulación: según el CTE DB SU 2, apartado 1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1,00 m y 2,20 m medida a partir del suelo.

Los resultados de los ensayos de control de los materiales y de la ejecución cumplirán, como mínimo, las condiciones anteriores y lo especificado en los artículos de este Pliego que les sean aplicables.

El incumplimiento de las especificaciones aquí establecidas dará lugar, en cualquier caso, al rechazo de la obra ejecutada.

### 15.1.6 Criterio de medición y abono

La medición y abono de esta unidad se efectuará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de tabiques realmente ejecutados, deduciendo huecos superiores a 1 m<sup>2</sup>. El precio de esta unidad comprende todas las operaciones necesarias para la correcta terminación del tabique (replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, ejecución de encuentros y elementos especiales).

### 15.1.7 Normas de referencia

DB CTE HE Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Ahorro Energético

CTE DB SU Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad en la utilización

## 15.2 Tabiques prefabricados

### 15.2.1 Definición

Se definen así las divisiones fijas, sin función estructural, realizadas con placas y paneles, para separación de locales interiores.

También serán admisibles los tabiques y divisiones interiores avalados por Documento de Idoneidad Técnica.

### 15.2.2 Materiales

Las características físicas, mecánicas, y geométricas de las placas y paneles, se indicarán en el PPTP.

Para los tabiques y divisiones interiores avalados por Documento de Idoneidad Técnica se indicarán sus características en el PPTP.

### 15.2.3 Condiciones generales

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra.

Las fachadas, cubiertas y otros muros en contacto con las unidades de tabiquería estarán totalmente terminados e impermeabilizados, y con los vierteaguas colocados. La carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas estarán colocadas.

Todos los tabiques que no sean de escayola, por ejemplo, de hormigón, de arcilla cocida, etc., estarán ejecutados y acabados. También los enfoscados estarán ejecutados.

En caso de solado pesado (mármol, terrazo, etc.), deberá estar colocado antes de comenzar el tabique.

El tabicado de los edificios se efectuará de forma descendente, empezando por la última planta y acabando por la primera para evitar que las flechas del forjado afecten a la tabiquería.

Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales. Cuando la estructura pueda tener deformaciones excepcionales, se estudiará el caso de tal forma que se compruebe que las flechas no sean superiores al margen proporcionado por las juntas.

Los cercos interiores y otros elementos a incorporar en el tabique por los instaladores de la tabiquería estarán en obra.

#### 15.2.4 Condiciones de ejecución

##### Replanteo

Se realizará el replanteo según proyecto, marcando las dos caras de los tabiques, y otros elementos a colocar, tales como cercos, rigidizadores, etc.

Se respetarán en el tabique las juntas estructurales del edificio.

Se colocarán miras rectas y aplomadas en esquinas, encuentros y a distancias aproximadas de 2 m. Se realizará el replanteo vertical según la distancia de suelo a techo y la altura de los paneles, para calcular el corte de los paneles de la primera hilada del tabique, de forma que la holgura final con el techo sea de 2 a 3 cm.

##### Arranque del tabique de escayola

En general, sobre el soporte sin colocación de solado, se realizará una maestra de mortero de cemento o ladrillo cerámico de 2 cm de espesor sobre el nivel del solado acabado, como base de la banda elástica, y se colocará la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados.

En caso de arranque del tabique sobre el solado ya colocado, la primera hilada del tabique se podrá colocar directamente sobre la banda elástica, excepto si el suelo presenta grandes irregularidades, en cuyo caso se realizará previamente una maestra de mortero de cemento.

En el caso de sótanos y plantas a bajo nivel, y que puedan tener humedades por capilaridad, los paneles serán hidrofugados en su totalidad. En zonas húmedas (cocinas y baños) además de colocarse la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados, será recomendable que todos los paneles lo sean.

En los bordes de forjados (huecos de escalera, espacios a distinto nivel, etc.), se seguirán las instrucciones del fabricante para garantizar la seguridad y la estabilidad al choque, en relación al espesor mínimo de los paneles y refuerzos necesarios.

##### Colocación de los paneles

Los paneles se colocarán de forma que el lado más largo esté en posición horizontal, con la hembra en la parte superior y el macho en la inferior, para asegurar el relleno correcto de la junta de unión.

Las juntas verticales serán alternas de una hilada con respecto a la otra, solapando al menos tres veces el espesor de los paneles. La última hilada, de forma excepcional, se podrá colocar en vertical si ésta es compatible con el machihembrado.

Se cortarán los paneles de la primera hilada del tabique, por su parte inferior, para que la última hilada sea de paneles completos. También podrá admitirse que el corte de ajuste sea en la última hilada. Los cortes de los paneles se harán con serrucho para madera, o con cizalla. Es recomendable utilizar el serrucho lo más paralelo a la superficie del tabique, y no en perpendicular.

Antes de aplicar el adhesivo, se limpiará toda la suciedad y las impurezas depositadas en los cantos. El adhesivo se aplicará en cantidad tal que rebose de la junta una vez colocado y presionado fuertemente el siguiente panel de escayola. Se eliminará el adhesivo sobrante que haya rebosado de cada junta, cortándolo después del inicio del fraguado y antes de su endurecimiento. Las juntas entre los paneles de escayola tendrán un espesor comprendido entre 1 mm y 3 mm.

## Elementos singulares

Encuentros entre tabiques: se resolverán según instrucciones del fabricante: mediante traba pasante en hiladas alternas, traba no pasante en hiladas alternas o a testa sin trabas. En este último caso, se emplearán garras de anclaje entre los paños. Los encuentros en línea de paredes de espesores distintos se realizarán mediante una junta vertical. En los extremos de los tabiques se colocarán rigidizadores, que se anclarán de suelo a techo.

Encuentros de los tabiques con muros: los encuentros de las particiones con muros (de hormigón o fábrica de ladrillo, por ejemplo) se harán mediante juntas elásticas verticales, pegadas con adhesivo. Se cortarán los paneles ajustados, para conseguir que la holgura de la unión sea lo más pequeña posible. Colocados los paneles, se rellenará con el adhesivo adecuado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Encuentros de los tabiques con pilares: en caso de pilares de hormigón las uniones centrales tendrán el mismo tratamiento que las uniones con muros. Cuando el encuentro entre el pilar de hormigón y el tabique de escayola sea en prolongación de una de sus caras, que irá después revestida, se resolverá mediante el uso de junta con malla o banda de papel, que unirá el tabique de escayola con el guarnecido del pilar, y éste se hará preferentemente con adhesivo o mezcla de adhesivo y escayola. En el caso de pilares metálicos, se rodearán con tabique de escayola, sin atestar a tope.

Encuentros de los tabiques con otros cerramientos: los encuentros de las particiones con otros cerramientos se harán mediante roza suficiente en los mismos para recibir los paneles, y juntas elásticas verticales.

Encuentros de los tabiques con los forjados: la holgura total entre el panel y el forjado será de 2 a 3 cm. Se colocará una junta elástica de anchura igual al espesor del tabique y grosor comprendido entre 10 y 20 mm, que se pegará con adhesivo. Si el forjado está enlucido con yeso, se picará la superficie para que el agarre quede garantizado. El espacio restante se rellenará con adhesivo o con mezcla de adhesivo y escayola. Si para cerrar este encuentro se emplea espuma de poliuretano, se seguirán las instrucciones del fabricante. Posteriormente, se rematará con un cubrejuntas de papel pegado con adhesivo.

Borde libre superior de tabiques: si el tabique tiene un espesor menor o igual a 10 cm y su longitud es mayor de 2 m se colocará un rigidizador horizontal que sea resistente a los esfuerzos, según instrucciones del fabricante, que podrá ser un perfil metálico o de madera, anclado verticalmente a la obra o a rigidizadores verticales y horizontalmente a la parte superior del tabique de escayola, mediante garras, tornillos u otros medios, con una separación máxima de 2 m. Los tabiques que acaben con un borde libre, ya sea vertical u horizontal, siempre llevarán un rigidizador en el extremo libre.

Juntas de dilatación: se podrán hacer con espuma de poliuretano, poliestireno expandido, o lana mineral, y rematadas con un cubrejuntas de madera, plástico o metal.

Puertas interiores: la unión entre bastidores de madera y el tabique de escayola, se reforzará según instrucciones del fabricante, y como mínimo con tres garras por montante, dispuestas preferentemente a la altura de las bisagras y en las juntas entre hiladas. En el caso de bastidores metálicos, el tabique se empotrará en ellos, pegándolos con adhesivo, y colocando unas pletinas de anclaje. En todas las hiladas se rellenará el hueco entre el perfil y el tabique, con una lechada de escayola, adhesivo o mezcla de las dos.

Los bastidores deberán estar siempre separados de la obra transversal más de 10 cm para que pueda colocarse un trozo de tabique de escayola (salvo especificación de proyecto, en cuyo caso se dará la solución adecuada). Se crearán las juntas verticales hasta el techo indicadas por el fabricante (en el tercio central del dintel o en la prolongación del montante opuesto a las bisagras; en caso de cercos de gran altura, dos juntas elásticas verticales en la prolongación de los montantes, etc.)

Carpintería exterior: la carpintería exterior será fijada a la hoja principal de la fachada, nunca irá sujeta solamente a la hoja interior de trasdosado del tabique.

## Rozas

Las rozas para fontanería y electricidad no serán superiores a un tercio del espesor de la partición.

Las rozas se efectuarán cuando las juntas propias del tabique de escayola estén suficientemente endurecidas, siendo recomendable dejar pasar por lo menos dos días. Se realizarán mediante un medio mecánico (rozadoras, taladros, cortadoras, etc.), no se emplearán herramientas que trabajen a percusión. Las dimensiones de la rozas se ajustarán a las dimensiones del elemento o del conducto a empotrar.

## Acabado

De forma general, se rematará el tabique de escayola a la obra lo más tarde posible. El sellado de los tabiques de escayola se efectuará posteriormente a las rozas y al enyesado del techo. El tabique quedará plano y aplomado. El enlucido superficial del tabique se realizará al final de todo, previa comprobación de que las juntas del tabique estén secas. Si en el proyecto figura la colocación de radiadores tipo panel, se deberá colocar entre el radiador y el tabique de escayola un panel aislante que evite el exceso de calor sobre la pared.

Cuando se utilicen divisiones o tabiques que posean Documento de Idoneidad Técnica, se ejecutarán de acuerdo con lo especificado en dicho Documento.

### 15.2.5 Control de calidad

El control de calidad de los materiales se realizará de acuerdo con lo especificado en los capítulos del presente Pliego que les sean de aplicación, con lo establecido en el PPTP, o en su defecto con las condiciones fijadas por el Director de la obra.

El control de ejecución se realizará en base a las siguientes especificaciones:

Tipo de control	Intensidad	Rechazo automático
Replanteo	Uno por planta	Error mayor de 2 cm
Planeidad (con regla de 2 m)	Uno cada 50 m <sup>2</sup>	Variación mayor de 5 mm
Desplome	Uno cada 50 m <sup>2</sup>	Desplome mayor de 5 mm en tres metros
Unión a otro elemento	Uno por planta	Unión deficiente o distinta a la especificada

Zonas de circulación: según el CTE DB SU 2, apartado 1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1,00 m y 2,20 m medida a partir del suelo.

Los resultados de los ensayos de control de los materiales y de la ejecución cumplirán, como mínimo, las condiciones anteriores y lo especificado en los artículos de este Pliego que les sean aplicables. El incumplimiento de las especificaciones aquí establecidas dará lugar, en cualquier caso, al rechazo de la obra ejecutada.

### 15.2.6 Criterio de medición y abono

La medición y abono de esta unidad se efectuará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de tabique realmente ejecutados, descontándose los huecos correspondientes. El precio de esta unidad comprende todas las

operaciones necesarias para la correcta terminación del tabique (incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas o paneles, nivelación y aplomado, formación de premarcas, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza) listo para pintar.

#### 15.2.7 Normas de referencia

CTE DB SU Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad en la utilización

## 16 CUBIERTAS

### 16.1 Cubiertas inclinadas

#### 16.1.1 Definición

Aquellas en las que la pendiente de la cubierta es superior al 5% (ver DB HS1, apartado 2.4.3.1, tabla 2.10)

**Cubierta inclinada no ventilada, invertida sobre forjado inclinado.**

Resuelto con tejas planas o mixtas con fijación sobre rastreles dispuestos normales a la línea de máxima pendiente y fijados al soporte resistente, entre los cuales se coloca el aislante térmico.

Tejas planas o mixtas fijadas sobre tablero aglomerado fenólico clavado sobre rastreles, fijados a su vez al soporte resistente, entre los que se ubica el aislante térmico.

En condiciones favorables para su estabilidad, con pendiente por debajo del 57 %, también podrá recibirse la teja directamente sobre paneles de poliestireno extruido con la superficie acanalada fijados mecánicamente al soporte resistente, en cuyo caso, la función de los rastreles queda reducida a remates perimetrales y puntos singulares.

**Cubierta inclinada ventilada, con forjado inclinado.**

Resuelto con tejas planas o mixtas con tacones que permitan su enganche y fijación sobre listones dispuestos normales a la línea de máxima pendiente, clavados a su vez sobre rastreles fijados al soporte resistente en el sentido de la máxima pendiente; de manera que entre éstos últimos se ubica el material aislante y queda establecida la aireación, que se producirá naturalmente de alero a cumbre.

Tablero aglomerado fenólico como soporte de las tejas planas o mixtas y/o placas, clavado sobre rastreles dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente. A estos rastreles se encomienda la ubicación del material aislante y sobre el mismo la formación de la capa de aireación que se producirá naturalmente de alero a cumbre.

Aireación de alero a cumbre resuelta con la disposición de chapas onduladas en sus distintos formatos (que a su vez prestan condiciones de soporte y bajo teja) sobre rastreles fijados al soporte entre los que se ubica el material aislante.

**Cubierta inclinada ventilada con forjado horizontal.**

Sistema de formación de pendientes constituida por tablero a base de piezas aligeradas con capa de regularización, sobre tabiques palomeros que se asientan en forjado horizontal.

Sistema de formación de pendientes constituido por chapas onduladas en sus distintos formatos, bien sobre correas que se asientan en los muros piñón o muretes sobre forjado horizontal, o bien sobre estructura ligera.

#### 16.1.2 Materiales

**Sistema de formación de pendientes**

Será necesario cuando el soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

En cubierta sobre forjado horizontal el sistema de formación de pendientes podrá ser:

- Mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero a base de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.
- Mediante estructura metálica ligera en función de la luz y de la pendiente.
- Mediante placas onduladas o nervadas de fibrocemento (ver relación de productos con marcado CE,) fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

### Aislante térmico

Generalmente se utilizarán mantas de lana mineral, paneles rígidos o paneles semirrígidos. Según el CTE DB HE 1, el material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

En cubierta sobre forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

### Capa de impermeabilización (ver relación de productos con marcado CE)

Los materiales que se pueden utilizar son los siguientes, o aquellos que tengan similares características:

- a) Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- b) Impermeabilización con policloruro de vinilo plastificado.
- c) Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero.
- d) Impermeabilización con poliolefinas.
- e) Impermeabilización con un sistema de placas.

Para tejas clavadas se puede usar lámina monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previamente imprimado con emulsión asfáltica.

Para tejas recibidas con mortero se puede usar lámina monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, previamente imprimado con emulsión asfáltica.

Lamina monocapa, constituida por una lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 Kg./m<sup>2</sup> (como tipo mínimo).

En el caso de que no haya tejado, se puede usar lámina monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G-FP y armadura de fieltro de poliéster. Puede ser recomendable su utilización en cubiertas con baja pendiente o cuando el solapo de las tejas sea escaso, y en cubiertas expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Para esta función se utilizarán láminas asfálticas u otras láminas que no planteen dificultades de fijación al sistema de formación de pendientes, ni presenten problemas de adherencia para las tejas.

Resulta innecesaria su utilización cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad.

La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

### 16.1.3 Condiciones generales

#### Tejado

- Para cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:
  - Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.
  - Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.
  - Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.
- Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:
  - Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente.
  - Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm
  - Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.
- Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:
  - Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.
  - Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

- Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

Para el recibido de las tejas sobre soportes continuos se podrá utilizar mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros másticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

Sobre paneles de poliestireno extruido, podrán recibirse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

#### Sistema de evacuación de aguas

Puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos. El dimensionado se realizará según el cálculo descrito en el CTE DB HS 5. Puede ser recomendable su utilización en función del emplazamiento del faldón. El sistema podrá ser visto u oculto.

- Materiales auxiliares: morteros, rastreles de madera o metálicos, fijaciones, etc.
- Accesorios prefabricados (ver relación de productos con marcado CE): pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos. Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

#### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No se utilizará el acero galvanizado en aquellas cubiertas en las que puedan existir contactos con productos ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos. Se evitará, por lo tanto, el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento); si el cobre se encuentra situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

Se evitará la recepción de tejas con morteros ricos en cemento.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme a las condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

#### 16.1.4 Condiciones de ejecución

La superficie del forjado debe ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños para la correcta recepción de la impermeabilización. El forjado garantizará la estabilidad, con flecha mínima. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales.

### Sistema de formación de pendientes

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Además, según el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante

a él. El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

### Cubierta de teja sobre forjado horizontal

En caso de realizar la pendiente con tabiques palomeros, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación necesarias a fin de evitar tensiones de contracción-dilatación, tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura. Para el sistema de formación de la pendiente y constitución de la cámara de aireación se contemplan dos sistemas distintos:

A base de tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

Utilización de paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cárteras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas prefabricadas, onduladas o grecadas, que se utilicen para el cerramiento de la cámara de aireación, irán fijadas mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento necesario para evitar las tensiones de origen térmico.

La capa de regularización del tablero, para fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltos que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones. Para el recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

Cuando el soporte del tejado esté constituido por placas onduladas o nervadas, se tendrá en cuenta lo siguiente. El solape frontal entre placas será de 15 cm y el solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Los rastreles metálicos para el cuelgue de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o en su caso el solape necesario de las tejas. Para tejas curvas o mixtas recibidas con mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas que hayan de utilizarse. Cuando las placas y tejas correspondan a un mismo sistema se seguirán las instrucciones del fabricante.

### Aislante térmico

Deberá colocarse de forma continua y estable.

### Cubierta de teja sobre forjado horizontal

Podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos dispuestos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

### Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada

En el caso de emplear rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Si los paneles rígidos son de superficie acanalada, estarán dispuestos con los canales paralelos a la dirección del alero y fijados mecánicamente al soporte resistente.

### Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada

En el caso de emplear rastreles, se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles estará en función del ancho de los paneles, siempre que el mismo no exceda de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La altura mínima de la cámara de aireación será de 3 cm y siempre quedará comunicada con el exterior.

### Capa de impermeabilización

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada. Excepcionalmente podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o cuando el solapo de las tejas sea escaso, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15 % deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos, según el apartado 5.1.4.4, deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

Las láminas de impermeabilización se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas. Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, según el material del que se trate tendremos distintas prescripciones:

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre el 5 y el 15%, deberán utilizarse sistemas adheridos. Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deberán utilizarse sistemas no adheridos.

- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: cuando la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.
- Impermeabilización con poliolefinas: deberán utilizarse láminas de alta flexibilidad.
- Impermeabilización con un sistema de placas: cuando se utilice un sistema de placas como impermeabilización, el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

### Cámara de aire

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

La altura mínima de la cámara de aireación será de 3 cm y quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbre.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara de aireación se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada. En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara debe permitir la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Las aberturas irán protegidas para evitar el acceso de insectos, aves y roedores. Cuando se trate de limitar el efecto de las condensaciones ante condiciones climáticas adversas, al margen del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico necesario.

### Tejado

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

No se admite para uso de vivienda, la colocación a teja vana u otro sistema en que la estabilidad del tejado se fíe exclusivamente al propio peso de la teja. En caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para evitar la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. En el caso de piezas cobija, éstas se recibirán siempre en aleros, cumbres y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. Con pendientes de cubierta mayores del 70 % y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. El solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación, será el indicado por el fabricante. Las piezas canales se colocarán todas con torta de mortero

o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje necesario para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento. Las cobijas dejarán una separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm.

En caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49 %; existirá la necesaria correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbreras, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, según especificaciones del fabricante del sistema.

En caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consigue con una pellada de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda en el caso de chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. Como adhesivo también puede aplicarse adhesivo cementoso.

Cuando la fijación sea sobre chapas onduladas mediante rastreles metálicos, éstos serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 0'60 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las fijaciones de las tejas a los rastreles metálicos se harán con tornillos rosca chapa y se realizarán del mismo modo que en el caso de rastreles de madera. Todo ello se realizará según especificaciones del fabricante del sistema. En caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, los rastreles y listones de madera serán de la escuadría que se determine para cada caso, y se fijarán al soporte con la frecuencia necesaria tanto para asegurar su estabilidad como para evitar su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para evitar alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se dispondrán con juntas de 1 cm, fijando ambos extremos a un lado y otro de la junta. Los rastreles se interrumpirán en las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para evitar su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, en caso de no disponer estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero zincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se evitará la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Cuando la naturaleza del soporte no permita la fijación mecánica de los rastreles de madera, en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también la holguras entre rastrel y soporte.

Disposición de los listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se dispondrán con su cara mayor apoyada sobre el

soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja, y fijados mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los rastreles de madera, que tienen como función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados mecánicamente al soporte cada 50 cm con tirafondos. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos (los paneles se cortarían cuando su ancho exija una separación entre listones mayor de 60 cm). Para la determinación de la escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes (fijados por puntos al soporte con adhesivo compatible), se dispondrán listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, a la distancia que exija la dimensión de la teja y fijados en cada cruce.

Entablado sobre rastreles. Entablado a base de tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles contarán con un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, pero su ancho no será inferior a 7 cm, a fin de que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se dispondrán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de espesor 2 cm. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia precisa que exija la dimensión de la teja, a fin de que los encajes coincidan debidamente. Los empalmes entre rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas pueden colocarse: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente. Para este último supuesto las tejas presentarán las necesarias perforaciones. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero zincado (electrolítico). La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se evitará la utilización de acero sin tratamiento anticorrosivo.

## Sistema de evacuación de aguas

### - Canales

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1 % como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior. Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las

que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:

- a) Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.
- b) Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.
- c) Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo y la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo. Cada bajante servirá a un máximo de 20 m de canalón.

#### - **Canaletas de recogida**

Según el CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos debe ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deben ser los que se indican en la tabla 3.3.

#### Puntos singulares, según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4

- a) Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.
- b) Alero: las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.
- c) Borde lateral: en el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

- d) Limahoyas: deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm como mínimo.
- e) Cumbres y limatesas: deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbre y la limatesa deben fijarse. Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbre en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbres este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.
- f) Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.
- g) Lucernarios: deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ. En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por debajo de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por encima y prolongarse 10 cm como mínimo.
- h) Anclaje de elementos: los anclajes no deben disponerse en las limahoyas. Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.
- i) Juntas de dilatación: en el caso de faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la oportunidad de formar juntas de cubierta, en función del subtipo de tejado y de las condiciones climáticas del lugar.

### 16.1.5 Control de calidad

#### Control de ejecución

##### **Puntos de observación:**

- Formación de faldones:
  - Pendientes.
  - Forjados inclinados: controlar como estructura.
  - Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.
  - Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques.
  - Tableros, independizados de los tabiquillos.
  - Ventilación de las cámaras.
- Aislante térmico:
  - Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.
- Limas, canalones y puntos singulares:
  - Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto.

Juntas para dilatación.

Comprobación en encuentros entre faldones y paramentos.

- Canalones

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

- Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana

- Base de la cobertura

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas

Comprobación de la planeidad con regla de 2 m.

- Piezas de cobertura

Pendiente mínima, según el CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de protección, cuando no haya capa de impermeabilización.

- Tejas curvas

Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente. Paso entre cobijas. Recibido de las tejas. Cumbre y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm. Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

- Otras tejas

Replanteo previo de las pendientes. Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo. Cumbres, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

## Ensayos y pruebas

La prueba de servicio consistirá en un riego continuo de la cubierta durante 48 horas para comprobar su estanquidad.

## Criterios de aceptación y rechazo (tolerancias)

Los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

### **Motivos para la no aceptación**

- Chapa conformada:

Sentido de colocación de las chapas contrario al especificado.

Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbre con errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud.

Vuelo del alero distinto al especificado con errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado con errores superiores a 2 mm.

- Pizarra

Clavado de las piezas deficiente.

Paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/ó  $\pm 50$  mm/total.

Planeidad de la capa de yeso con errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

Colocación de las pizarras con solapes laterales inferiores a 10 cm; falta de paralelismo de hiladas respecto a la línea de alero con errores superiores a 10 mm/m o mayores que 50 mm/total.

- Teja

Paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento).

Paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento).

Solape con presente errores superiores a  $\pm 5$  mm.

#### 16.1.6 Criterio de medición y abono

La medición se realizará en metros cuadrados de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapes, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras

El resto de los elementos constitutivos, excepto las cazoletas que se medirán por unidades, se medirán por metros lineales de longitud total terminada, aplicándoles los precios correspondientes del cuadro de precios, incluyendo estos: los cortes, preparación y colocación de la plancha de plomo, así como el relleno de junta; en las limahoyas y limatesas así como en los encuentros con paramentos y cazoletas, la colocación del refuerzo de la membrana impermeabilizante; en los canalones, los cortes, preparación y colocación del canalón, etcétera.

#### 16.1.7 Normas referenciadas

CTE DB HS Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Salubridad

CTE DB HE Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Ahorro Energético

## 16.2 Cubiertas Planas

### 16.2.1 Definición

Aquellas en las que la pendiente de la cubierta está comprendida entre el 1 y el 5% (ver DB HS1 apartado 2.4.3.1 tabla 2.9)

Tipos de cubiertas planas

- Cubierta transitable no ventilada, convencional o invertida según la disposición de sus componentes. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 15%, según el uso al que esté destinada, tránsito peatonal o tránsito de vehículos.
- Cubierta ajardinada, cuya protección pesada está formada por una capa de tierra de plantación y la propia vegetación, siendo no ventilada.
- Cubierta no transitable no ventilada, convencional o invertida, según la disposición de sus componentes, con protección de grava o de lámina autoprottegida. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 5%. Cubierta transitable, ventilada y con solado fijo. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 3%, recomendándose el 3% en cubiertas destinadas al tránsito peatonal.

### 16.2.2 Materiales

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, "Condiciones que deben cumplir los materiales". Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

### 16.2.3 Condiciones generales

Condiciones previas:

- El forjado garantizará la estabilidad con flecha mínima, compatibilidad física con los movimientos del sistema y química con los componentes de la cubierta.
- Los paramentos verticales
- estarán terminados.
- Ambos soportes serán uniformes, estarán limpios y no tendrán cuerpos extraños.

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

#### Sistema de formación de pendientes

Podrá realizarse con hormigones aligerados u hormigones de áridos ligeros con capa de regularización de espesor comprendido entre 2 y 3 cm. de mortero de cemento, con acabado fratasado; con arcilla expandida estabilizada superficialmente con lechada de cemento; con mortero de cemento).

En cubierta transitable ventilada el sistema de formación de pendientes podrá realizarse a partir de tabiques constituidos por piezas prefabricadas o ladrillos (tabiques palomeros), superpuestos de placas de arcilla cocida machihembradas o de ladrillos huecos. Debe tener una cohesión y estabilidad suficientes, y una constitución adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. La superficie será lisa, uniforme y sin irregularidades que puedan punzonar la lámina impermeabilizante. Se comprobará la dosificación y densidad

#### Barrera contra el vapor, en su caso

Pueden establecerse dos tipos:

- Las de bajas prestaciones: film de polietileno.

- Las de altas prestaciones: lámina de oxiasfalto o de betún modificado con armadura de aluminio, lámina de PVC, lámina de EPDM. También pueden emplearse otras recomendadas por el fabricante de la lámina impermeable. El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

### Aislante térmico

Puede ser de lanas minerales como fibra de vidrio y lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, perlita de celulosa, corcho aglomerado, etc. El aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a solicitaciones mecánicas. Las principales condiciones que se le exigen son: estabilidad dimensional, resistencia al aplastamiento, imputrescibilidad, baja higroscopicidad.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Su espesor se determinará según las exigencias del CTE DB HE 1.

### Capa de impermeabilización

La impermeabilización puede ser de material bituminoso y bituminosos modificados; de poli (cloruro de vinilo) plastificado; de etileno propileno dieno monómero, etc.

Deberá soportar temperaturas extremas, no será alterable por la acción de microorganismos y prestará la resistencia al punzonamiento exigible.

### Capa separadora

Deberán utilizarse cuando existan incompatibilidades entre el aislamiento y las láminas impermeabilizantes o alteraciones de los primeros al instalar los segundos. Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster, o films de polietileno.

Capa separadora antiadherente: puede ser de fieltro de fibra de vidrio, o de fieltro orgánico saturado. Cuando exista riesgo de especial punzonamiento estático o dinámico, ésta deberá ser también antipunzonante. Cuando tenga función antiadherente y antipunzonante podrá ser de geotextil de poliéster, de geotextil de polipropileno, etc.

Cuando se pretendan las dos funciones (desolidarización y resistencia a punzonamiento) se utilizarán fieltros antipunzonantes no permeables, o bien dos capas superpuestas, la superior de desolidarización y la inferior antipunzonante (fieltro de poliéster o polipropileno tratado con impregnación impermeable).

### Capa de protección

#### Cubiertas ajardinadas

Producto antirraíces: constituidos por alquitrán de hulla, derivados del alquitrán como brea o productos químicos con efectos repelentes de las raíces. Capa drenante: grava y arena de río. La grava estará exenta de sustancias extrañas y arena de río con granulometría continua, seca y limpia y tamaño máximo del grano 5 mm. Tierra de plantación: mezcla formada por partes iguales en volumen de tierra franca de jardín, mantillo, arena de río, brezo y turba pudiendo adicionarse para reducir peso hasta un 10% de aligerantes como poliestireno expandido en bolas o vermiculita.

#### Cubiertas con protección de grava

La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero. Se podrán utilizar gravas procedentes de machaqueo. La capa de grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas, y su tamaño, comprendido entre 16 y 32 mm. En pasillos y zonas de trabajo, se colocarán losas mixtas prefabricadas compuestas por una capa superficial de mortero, terrazo, árido lavado u otros, con trasdosado de poliestireno extrusionado.

Cubiertas sin capa de protección: la lámina impermeable será autoprotegida

Cubiertas con solado fijo

Baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.

Cubiertas con solado flotante

Piezas apoyadas sobre soportes, baldosas sueltas con aislante térmico incorporado u otros materiales de características análogas. Puede realizarse con baldosas autoportantes sobre soportes telescópicos concebidos y fabricados expresamente para este fin. Los soportes dispondrán de una plataforma de apoyo que reparta la carga y sobrecarga sobre la lámina impermeable sin riesgo de punzonamiento.

Cubiertas con capa de rodadura

Aglomerado asfáltico, capa de hormigón, adoquinado u otros materiales de características análogas. El material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas.

Sistema de evacuación de aguas: canalones, sumideros, bajantes, rebosaderos, etc.

El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de Impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior. Deben estar provistos de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante.

Otros elementos: morteros, ladrillos, piezas especiales de remate, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos. Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Barrera contra el vapor

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

Incompatibilidades de las capas de impermeabilización

Se evitará el contacto de las láminas impermeabilizantes bituminosas, de plástico o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

No se utilizarán en la misma lámina materiales a base de betunes asfálticos y másticos de alquitrán modificado.

No se utilizará en la misma lámina oxiasfalto con láminas de betún plastómero (APP) que no sean específicamente compatibles con ellas.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y betunes asfálticos, salvo que el PVC esté especialmente formulado para ser compatible con el asfalto.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno o las espumas rígidas de poliuretano.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, el sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice.

#### Capa separadora

Para la función de desolidarización se utilizarán productos no permeables a la lechada de morteros y hormigones. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, las cubiertas deben disponer de capa separadora en las siguientes situaciones: bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles; bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

#### 16.2.4 Condiciones de ejecución

En general, se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas. Con temperaturas inferiores a 5 °C se comprobará si pueden llevarse a cabo los trabajos de acuerdo con el material a aplicar. Se protegerán los materiales de cubierta en la interrupción en los trabajos. Las bajantes se protegerán con paragravillas para impedir su obstrucción durante la ejecución del sistema de pendientes.

#### Sistema de formación de pendientes

La pendiente de la cubierta se ajustará a la establecida en proyecto (CTE DB HS 1, apartado 2.4.2).

En el caso de cubiertas con pavimento flotante, la inclinación de la formación de pendientes quedará condicionada a la capacidad de regulación de los apoyos de las baldosas (resistencia y estabilidad); se rebajará alrededor de los sumideros.

El espesor de la capa de formación de pendientes estará comprendido entre 30 cm y 2 cm; en caso de exceder el máximo, se recurrirá a una capa de difusión de vapor y a chimeneas de ventilación. Este espesor se rebajará alrededor de los sumideros.

En el caso de cubiertas transitables ventiladas el espesor del sistema de formación de pendientes será como mínimo de 2 cm. La cámara de aire permitirá la difusión del vapor de agua a través de las

aberturas al exterior, dispuestas de forma que se garantice la ventilación cruzada. Para ello se situarán las salidas de aire 30 cm por encima de las entradas, disponiéndose unas y otras enfrentadas.

El sistema de formación de pendientes quedará interrumpido por las juntas estructurales del edificio y por las juntas de dilatación.

### Barrera contra el vapor

En caso de que se contemple en proyecto, la barrera de vapor se colocará inmediatamente encima del sistema de formación de pendientes, ascenderá por los laterales y se adherirá mediante soldadura a la lámina impermeabilizante. Cuando se empleen láminas de bajas prestaciones, no será necesaria soldadura de solapos entre piezas ni con la lámina impermeable. Si se emplean láminas de altas prestaciones, será necesaria soldadura entre piezas y con la lámina impermeable.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, la barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.

Se aplicará en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

### Capa separadora

Deberá intercalarse una capa separadora para evitar el riesgo de punzonamiento de la lámina impermeable.

En cubiertas invertidas, cuando se emplee fieltro de fibra de vidrio o de poliéster, se dispondrán piezas simplemente solapadas sobre la lámina impermeabilizante. Cuando se emplee fieltro de poliéster o polipropileno para la función antiadherente y antipunzonante, este irá tratado con impregnación impermeable.

En el caso en que se emplee la capa separadora para aireación, ésta quedará abierta al exterior en el perímetro de la cubierta, de tal manera que se asegure la ventilación cruzada (con aberturas en el peto o por interrupción del propio pavimento fijo y de la capa de aireación).

### Aislante térmico

Se colocará de forma continua y estable, según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.3.

### Capa de impermeabilización

Antes de recibir la capa de impermeabilización, el soporte cumplirá las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, compatibilidad con los elementos que se van a colocar sobre él, superficie lisa y de formas suaves, pendiente adecuada y humedad limitada (seco en superficie y masa). Los paramentos a los que ha de entregarse la impermeabilización deben prepararse con enfoscado maestreado y fratasado para asegurar la adherencia y estanqueidad de la junta.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, las láminas se colocarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante. Se interrumpirá la ejecución de la capa de impermeabilización en cubiertas mojadas o con viento fuerte. La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapos quedarán a favor de la corriente de agua y no quedarán alineados con los de las hileras contiguas.

Cuando la impermeabilización sea de material bituminoso o bituminoso modificado y la pendiente sea mayor de 15%, se utilizarán sistemas fijados mecánicamente. Si la pendiente está comprendida entre el 5 y el 15%, se usarán sistemas adheridos.

Si se quiere independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte, se usarán sistemas no adheridos. Cuando se utilicen sistemas no adheridos se empleará una capa de protección pesada.

Cuando la impermeabilización sea con poli (cloruro de vinilo) plastificado, si la cubierta no tiene protección, se usarán sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Se reforzará la impermeabilización siempre que se rompa la continuidad del recubrimiento. Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas.

La capa de impermeabilización quedará desolidarizada del soporte y de la capa de protección, sólo en el perímetro y en los puntos singulares.

La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante.

## Capa de protección

### Cubiertas ajardinadas

Producto antirraíces: se colocará llegando hasta la parte superior de la capa de tierra.

Capa drenante: la grava tendrá un espesor mínimo de 5 cm, servirá como primera base de la capa filtrante; ésta será a base de arena de río, tendrá un espesor mínimo de 3 cm y se extenderá uniformemente sobre la capa de grava.

Las instalaciones que deban discurrir por la azotea (líneas fijas de suministro de agua para riego, etc.) deberán tenderse preferentemente por las zonas perimetrales, evitando su paso por los faldones. En los riegos por aspersión las conducciones hasta los rociadores se tenderán por la capa drenante.

Tierra de plantación: la profundidad de tierra vegetal estará comprendida entre 20 y 50 cm. Las especies vegetales que precisen mayor profundidad se situarán en zonas de superficie aproximadamente igual a la ocupada por la proyección de su copa y próximas a los ejes de los soportes de la estructura. Se elegirán preferentemente especies de crecimiento lento y con portes que no excedan los 6 m. Los caminos peatonales dispuestos en las superficies ajardinadas pueden realizarse con arena en una profundidad igual a la de la tierra vegetal separándola de ésta por elementos como muretes de piedra ladrillo o lajas de pizarra.

### Cubiertas con protección de grava

La capa de grava será en cualquier punto de la cubierta de un espesor tal que garantice la protección permanente del sistema de impermeabilización frente a la insolación y demás agentes climáticos y ambientales. Los espesores no podrán ser menores de 5 cm y estarán en función del tipo de cubierta y la altura del edificio, teniendo en cuenta que las esquinas irán más lastradas que las zonas de borde y éstas más que la zona central. Cuando la lámina vaya fijada en su perímetro y en sus zonas centrales de ventilaciones, antepechos, rincones, etc., se podrá admitir que el lastrado perimetral sea igual que el central. En cuanto a las condiciones como lastre, peso de la grava y en consecuencia su espesor, estarán en función de la forma de la cubierta y de las instalaciones en ella ubicadas. Se dispondrán pasillos y zonas de trabajo que permitan el tránsito sin alteraciones del sistema.

### Cubiertas con solado fijo

Se establecerán las juntas de dilatación necesarias para prevenir las tensiones de origen térmico. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán disponerse coincidiendo con las juntas de la cubierta; en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes; en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas, y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5. Las piezas irán colocadas sobre solera de 2,5 cm, como mínimo, extendida sobre la capa separadora. Para la realización de las juntas entre piezas se empleará material de agarre, evitando la colocación a hueso.

#### Cubiertas con solado flotante

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.5.3, las piezas apoyadas sobre soportes en solado flotante deberán disponerse horizontalmente. Las piezas o baldosas deberán colocarse con junta abierta. Las baldosas permitirán, mediante una estructura porosa o por las juntas abiertas, el flujo de agua de lluvia hacia el plano inclinado de escorrentía, de manera que no se produzcan encharcamientos. Entre el zócalo de protección de la lámina en los petos perimetrales u otros paramentos verticales, y las baldosas se dejará un hueco de al menos 15 mm.

#### Cubiertas con capa de rodadura

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.5.4, cuando el aglomerado asfáltico se vierta en caliente directamente sobre la impermeabilización, el espesor mínimo de la capa de aglomerado deberá ser 8 cm. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, deberá interponerse una capa separadora para evitar la adherencia de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración.

### Sistema de evacuación de aguas

Los sumideros se situarán preferentemente centrados entre las vertientes o faldones para evitar pendientes excesivas; en todo caso, separados al menos 50 cm de los elementos sobresalientes y 1 m de los rincones o esquinas.

El encuentro entre la lámina impermeabilizante y la bajante se resolverá con pieza especialmente concebida y fabricada para este uso, y compatible con el tipo de impermeabilización de que se trate. Los sumideros estarán dotados de un dispositivo de retención de los sólidos y tendrán elementos que sobresalgan del nivel de la capa de formación de pendientes a fin de aminorar el riesgo de obturación.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.4, el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización deberá rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones. La impermeabilización deberá prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas del sumidero. La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón deberá ser estanca. El borde superior del sumidero deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, deberá tener sección rectangular. Cuando se disponga un canalón su borde superior deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Se realizarán pozos de registro para facilitar la limpieza y mantenimiento de los desagües.

### Elementos singulares de la cubierta

#### Accesos y aberturas

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.9, los que estén situados en un paramento vertical deberán realizarse de una de las formas siguientes:

Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.

Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo.

Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deberán realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho impermeabilizado de una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

#### Juntas de dilatación

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas deberán ser romos, con un ángulo de 45° y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

La distancia entre las juntas de cubierta deberá ser como máximo 15 m.

La disposición y el ancho de las juntas estará en función de la zona climática; el ancho será mayor de 15 mm. La junta se establecerá también alrededor de los elementos sobresalientes. Las juntas de dilatación del pavimento se sellarán con un mástico plástico no contaminante, habiéndose realizado previamente la limpieza o lijado si fuera preciso de los cantos de las baldosas.

En las juntas deberá colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado deberá quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

#### Encuentro de la cubierta con un paramento vertical y puntos singulares emergentes

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2, la impermeabilización deberá prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta. El encuentro debe realizarse redondeándose o achaflanándose. Los elementos pasantes deberán separarse 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Para que el agua de las precipitaciones no se filtre por el remate superior de la impermeabilización debe realizarse de alguna de las formas siguientes:

Mediante roza de 3 x 3 cm como mínimo, en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel.

Mediante un retranqueo con una profundidad mayor que 5 cm, y cuya altura por encima de la protección de la cubierta sea mayor que 20 cm.

Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior.

Cuando se trate de cubiertas transitables, además de lo dicho anteriormente, la lámina quedará protegida de la intemperie en su entrega a los paramentos o puntos singulares, (con banda de terminación autoprottegida), y del tránsito por un zócalo.

#### Encuentro de la cubierta con el borde lateral

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.3, deberá realizarse prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento o disponiendo un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm.

## Rebosaderos

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.5, en las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, se dispondrán rebosaderos cuando exista una sola bajante en la cubierta, cuando se prevea que si se obtura una bajante, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes o cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad.

El rebosadero deberá disponerse a una altura intermedia entre el punto mas bajo y el más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical. El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

## Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.6, el anclaje de elementos deberá realizarse de una de las formas siguientes:

Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización.

Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

## Rincones y esquinas

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.8, deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de cubierta.

## 16.2.5 Control de calidad

### Control de ejecución

- **Puntos de observación**

- Sistema de formación de pendientes: adecuación a proyecto.
- Juntas de dilatación: respetan las del edificio.
- Juntas de cubierta: distanciadas menos de 15 m.
- Preparación del encuentro de la impermeabilización con paramento vertical, según proyecto (roza, retranqueo, etc.), con el mismo tratamiento que el faldón.
- Soporte de la capa de impermeabilización y su preparación.
- Colocación de cazoletas y preparación de juntas de dilatación.
- Barrera de vapor, en su caso: continuidad
- Aislante térmico  
Correcta colocación del aislante, según especificaciones del proyecto. Espesor. Continuidad.
- Ventilación de la cámara, en su caso.
- Impermeabilización  
Replanteo, según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.

Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante.

- o Protección de grava

Espesor de la capa. Tipo de grava. Exenta de finos. Tamaño, entre 16 y 32 mm.

- o Protección de baldosas

Baldosas recibidas con mortero, comprobación de la humedad del soporte y de la baldosa y dosificación del mortero.

Baldosas cerámicas recibidas con adhesivos, comprobación de que estén secos el soporte y la baldosa e idoneidad del adhesivo.

Anchura de juntas entre baldosas según material de agarre. Cejas. Nivelación. Planeidad con regla de 2 m. Rejuntado. Junta perimetral.

## Ensayos y pruebas

La prueba de servicio para comprobar su estanquidad, consistirá en una inundación de la cubierta.

### 16.2.6 Criterio de medición y abono

La medición se realizará en metros cuadrados de cubierta, totalmente terminada, medida en proyección horizontal, incluyendo sistema de formación de pendientes, barrera contra el vapor, aislante térmico, capas separadoras, capas de impermeabilización, capa de protección y puntos singulares (evacuación de aguas, juntas de dilatación), incluyendo los solapes, parte proporcional de mermas y limpieza final. En cubierta ajardinada también se incluye capa drenante, producto antirraíces, tierra de plantación y vegetación; no incluye sistema de riego.

El resto de los elementos constitutivos, excepto las cazoletas que se medirán por unidades, se medirán por metros lineales de longitud total terminada, aplicándoles los precios correspondientes del cuadro de precios, incluyendo estos: para juntas de dilatación, los cortes, preparación y colocación de la plancha de plomo, así como el relleno de junta; en las limahoyas y en los encuentros con paramentos y cazoletas, la colocación del refuerzo de la membrana impermeabilizante; en los canalones, los cortes, preparación y colocación del canalón, etcétera.

### 16.2.7 Normas de referencia

UNE-EN 1053:1996	Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalizaciones termoplásticas para aplicaciones sin presión. Método de ensayo de estanquidad al agua
UNE-EN 1054:1996	Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalizaciones termoplásticas para la evacuación de aguas residuales. Método de ensayo de estanquidad al aire de las uniones
UNE-EN 12095:1997	Sistemas de canalización en materiales plásticos. Abrazaderas para sistemas de evacuación de aguas pluviales. Método de ensayo de resistencia de la abrazadera
UNE-EN 607:2006	Canalones y accesorios de PVC-U. Definiciones, requisitos y ensayos.
UNE-EN 612:2006	Canalones de alero con frentes rígidos con reborde y bajantes de aguas pluviales con juntas soldadas de chapa metálica.

UNE-EN 877:2000

Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad

## 17 EDIFICACIÓN. REVESTIMIENTOS

### 17.1 Enfoscados, guarnecidos y enlucidos

#### 17.1.1 Definición

Revestimiento continuo: que se aplica en forma de pasta fluida directamente sobre la superficie que se reviste, puede ser:

- a) Enfoscado: para acabado de paramentos interiores o exteriores con morteros de cemento, cal, o mixtos, de 2 cm de espesor, maestreados o no, aplicado directamente sobre las superficies a revestir, pudiendo servir de base para un revoco u otro tipo de acabado.
- b) Guarnecido: para acabado de paramentos interiores, maestreados o no, a base de yeso, pudiendo ser monocapa, con una terminación final similar al enlucido, o bicapa, a base de un guarnecido de 1 a 2 cm de espesor realizado con pasta de yeso grueso (YG) y una capa de acabado o enlucido de menos de 2 mm de espesor realizado con yeso fino (YF); ambos tipos podrán aplicarse manualmente o mediante proyectado.
- c) Revoco: para acabado de paramentos interiores o exteriores con morteros de cemento, cal, mejorados con resinas sintéticas, humo de sílice, etc., hechos en obra o no, de espesor entre 6 y 15 mm, aplicados mediante tendido o proyectado en una o varias capas, sobre enfoscados o paramentos sin revestir, pudiendo tener distintos tipos de acabado.

#### 17.1.2 Materiales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la parte correspondiente a las condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- a) Agua. Procedencia. Calidad.
- b) Cemento común (ver la parte correspondiente).
- c) Cal (ver parte correspondiente).
- d) Pigmentos para la coloración (ver parte correspondiente).
- e) Aditivos: plastificante, hidrofugante, etc. (ver parte correspondiente).
- f) Enlucido y esquineras: podrán ser metálicas para enlucido exterior (ver parte correspondiente), interior (ver parte correspondiente), etc.
- g) Malla de refuerzo: material (de tela metálica, armadura de fibra de vidrio etc.). Paso de retícula. Espesor.
- h) Morteros para revoco y enlucido (ver parte correspondiente).
- i) Yeso para la construcción (ver parte correspondiente).
- j) Aditivos de los morteros monocapa: retenedores de agua (mejoran las condiciones de curado), hidrofugantes (evitan que el revestimiento absorba un exceso de agua), aireantes (contribuyen a la obtención de una masa de producto más manejable, con menor cantidad de agua), cargas ligeras (reducen el peso del producto y su módulo elástico, aumentan su deformabilidad), fibras, de origen

natural o artificial, (permiten mejorar la cohesión de la masa y mejorar su comportamiento frente a las deformaciones) y pigmentos (dan lugar a una extensa gama cromática).

- k) Junquillos para juntas de trabajo o para despieces decorativos: material (madera, plástico, aluminio lacado o anodinado). Dimensiones. Sección.

### 17.1.3 Condiciones generales

#### Enfoscados:

Compatibilidad con los componentes del mortero, tanto de sus características físicas como mecánicas: evitar reacciones entre el yeso del soporte y el cemento de componente de mortero. Las resistencias mecánicas del mortero, o sus coeficientes de dilatación, no serán superiores a los del soporte.

Estabilidad (haber experimentado la mayoría de las retracciones). No degradable. Resistencia a la deformación. Porosidad y acciones capilares suficientes para conseguir la adhesión del mortero.

Capacidad limitada de absorción de agua.

Grado de humedad: si es bajo, según las condiciones ambientales, se mojará y se esperará a que absorba el agua; si es excesivo, no estará saturado para evitar falta de adherencia y producción de eflorescencias superficiales.

Limpieza. Exento de polvo, trazas de aceite, etc. que perjudiquen la adherencia del mortero.

Rugosidad. Si no la tiene, se creará mediante picado o colocación con anclajes de malla metálica o plástico.

Regularidad. Si carece de ella, se aplicará una capa niveladora de mortero con rugosidad suficiente para conseguir adherencia; asimismo habrá endurecido y se humedecerá previamente a la ejecución del enfoscado

Libre de sales solubles en agua (sulfatos, portlandita, etc.).

La fábrica soporte se dejará a junta degollada, barriéndose y regándose previamente a la aplicación del mortero.

Si se trata de un paramento antiguo, se rasará hasta descascarillarlo.

Se admitirán los siguientes soportes para el mortero: fábricas de ladrillos cerámicos o sílico-calcáreos, bloques o paneles de hormigón, bloques cerámicos.

No se admitirán como soportes del mortero: los hidrofugados superficialmente o con superficies vitrificadas, pinturas, revestimientos plásticos o a base de yeso.

#### Guarnecidos:

La superficie a revestir con el guarnecido estará limpia y humedecida. El guarnecido sobre el que se aplique el enlucido estará fraguado y tener consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar éste. La superficie del guarnecido estará, además, rayada y limpia.

#### Revocos:

Revoco con mortero hecho en obra de cemento o de cal: la superficie del enfoscado sobre el que se va a revocar estará limpia y humedecida y el mortero del enfoscado habrá fraguado.

Revoco con mortero preparado: en caso de realizarse sobre enfoscado, éste se limpiará y humedecerá. Si se trata de revoco monocapa sobre paramento sin revestir, el soporte será rugoso para facilitar la adherencia; asimismo garantizará resistencia, estabilidad, planeidad y limpieza. Si la superficie del soporte fuera excesivamente lisa se procederá a un "repicado" o a la aplicación de una imprimación adecuada (sintética o a base de cemento). Los soportes que mezclen elementos de distinto acabado se tratarán para regularizar su distinta absorción. Cuando el soporte sea muy absorbente se tratará con una imprimación previa que puede ser una emulsión añadida al agua de amasado.

### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### Enfoscados:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en fachadas, cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, será químicamente compatible con el aislante

No son aptas para enfoscar las superficies de yeso, ni las realizadas con resistencia análoga o inferior al yeso. Tampoco lo son las superficies metálicas que no hayan sido forradas previamente con piezas de arcilla cocida.

En ambientes con ciclos hielo-deshielo, se controlará la porosidad del mortero, (tipo de conglomerante, aditivos, cantidad de agua de amasado, grado de hidratación, sistema de preparación, etc.), para evitar que el agua acceda a su interior.

Será recomendable el empleo de cementos resistentes a los sulfatos, de bajo contenido de aluminato tricálcico, para disminuir el riesgo de reacción con los iones sulfato procedentes de sales solubles en el agua (su existencia es posible dentro de la obra de fábrica), que daría lugar al compuesto expansivo "ettringita", lo que alteraría la estabilidad del mortero. Asimismo, dichas sales solubles pueden cristalizar en los poros del mortero dando lugar a fisuraciones.

En caso de que el mortero incorpore armaduras, el contenido de iones cloruro en el mortero fresco no excederá del 0,1% de la masa de cemento seco, pues pueden influir en la corrosión de las armaduras.

Para evitar la aparición de eflorescencias (manchas en la superficie del mortero por la precipitación y posterior cristalización de sales disueltas en agua, cuando esta se evapora): se controlará el contenido de nitratos, sulfatos, cloruros alcalinos y de magnesio, carbonatos alcalinos, e hidróxido de calcio carbonatado (portlandita), todos ellos solubles en el agua de la obra de fábrica o su entorno. Asimismo, se controlarán los factores que permitan la presencia de agua en la fábrica (humectación excesiva, protección inadecuada).

No se emplearán áridos que contengan sulfuros oxidables, en caso de utilizar escorias siderúrgicas, se comprobará que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

En caso de colocar armaduras en el mortero, se utilizarán aditivos anticongelantes no agresivos para las mismas, en especial los que contienen cloruros. El agua utilizada para el riego y curado del mortero no contendrá sustancias nocivas para el mismo.

#### Guarnecidos:

No se revestirán con yeso los paramentos de locales en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, los locales que frecuentemente hayan de ser salpicados por agua, como consecuencia de la actividad desarrollada, las superficies metálicas, sin previamente revestirlas con una superficie de arcilla cocida ni las superficies de hormigón realizadas con encofrado metálico si previamente no se han dejado rugosas mediante rayado o salpicado con mortero.

Según el CTE DB SE A, apartado 3, durabilidad, ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto y especialmente, los detalles, evitando el contacto directo con yesos, etc.

#### Revocos:

El revoco con mortero preparado monocapa no se colocará sobre soportes incompatibles con el material (por ejemplo de yeso), ni sobre soportes no adherentes, como amianto - cemento o metálicos. Los puntos singulares de la fachada (estructura, dinteles, cajas de persiana) requieren un refuerzo o malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica.

#### 17.1.4 Condiciones de ejecución

##### En general:

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.1, las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.2, en muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.2, en fachadas, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirán las siguientes condiciones:

Para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm, (salvo los acabados con una capa plástica delgada), adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro (como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal) y adaptación a los movimientos del soporte. Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, se dispondrá una armadura (malla de fibra de vidrio o de poliéster) para mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración de la barrera contra la penetración del agua, se dispondrá un revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal, con las siguientes características: estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia media a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal, el enfoscado de mortero tendrá un espesor mínimo de 10 mm; para conseguir una resistencia alta a la filtración, el enfoscado de mortero llevará aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con armaduras dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. En fachadas con revestimiento continuo, si la hoja principal está interrumpida por los pilares, se reforzará el revestimiento con armaduras colocadas a lo largo del pilar de forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.3. Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. No se aplicará el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0°C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.

En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.2. Condiciones del revestimiento intermedio: se dispondrá adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 5.1.3.5. Condiciones del revestimiento exterior. Se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

Según el CTE DB HS 1 apartado 2.1.2. Si el muro en contacto con el terreno, para conseguir una impermeabilización tipo I1 y se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas, la capa protectora podrá ser un mortero reforzado con una armadura. Cuando el muro sea de fábrica para conseguir una impermeabilización tipo I3, se recubrirá por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, como una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, sobre la barrera impermeable colocada en los arranques de fachada, se dispondrá una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.6. Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado podrán sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5. En cubiertas, cuando se disponga una capa de protección, y la cubierta no sea transitable, se podrá utilizar mortero que conforme una capa resistente a la intemperie

en función de las condiciones ambientales previstas y con peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.2 Solado fijo. Podrá ser de capa de mortero o mortero filtrante.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.4 Capa de rodadura. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, se colocará entre estas dos capas una capa separadora de mortero para evitar la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero se aplicará sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que estén impermeabilizados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste podrá realizarse con mortero en bisel con un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.

### Enfoscados:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos. Para enfoscados exteriores estará terminada la cubierta.

Se humedecerá el soporte, previamente limpio. Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir.

En caso de haber discontinuidades en el soporte, se colocará un refuerzo de tela metálica en la junta, tensa y fijada con un solape mínimo de 10 cm a cada lado.

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5°C o superior a 40 °C.

Se emplearán aditivos anticongelantes si así lo requiere el clima. Se amasará exclusivamente la cantidad que se vaya a necesitar.

En caso de enfoscados maestreados: se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco de paramentos verticales y en todo el perímetro del techo con separación no superior a 1 m en cada paño. Se aplicará el mortero entre maestras hasta conseguir un espesor de 15 mm; cuando sea se realizará por capas sucesivas. Si una capa de enfoscado se forma a base de varias pasadas de un mismo mortero fresco sobre fresco, cada pasada se aplicará después de comenzar a endurecer la anterior.

En caso de enfoscados sin maestrear, se dispondrán en paramentos donde el enfoscado vaya a quedar oculto o donde la planeidad final se obtenga con un revoco, estuco o plaqueado.

En enfoscados exteriores vistos se hará un llagueado, en recuadros de lado no mayor que 3 m, para evitar agrietamientos. Se respetarán las juntas estructurales.

Se suspenderá la ejecución en tiempo de heladas (comprobando el enfoscado al reiniciar el trabajo), en tiempo de lluvias si no está protegido y en tiempo seco o ventoso.

### Guarnecidos:

Previamente al revestido, se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas y repasado la pared, tapando los desperfectos que pudiera haber; asimismo se habrán recibido los ganchos y repasado el techo. Los muros exteriores estarán terminados, incluso el revestimiento exterior si lo lleva, así como la cubierta del edificio o al menos tres forjados sobre la planta en que se va a realizar el guarnecido.

No se realizará el guarnecido cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C.

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos, aplomándolos y punteándolos con pasta de yeso en su parte perforada. Una vez colocado se realizará una maestra a cada uno de sus lados.

En caso de guarnecido maestreado, se ejecutarán maestras de yeso a base de bandas de al menos 12 mm de espesor, en rincones, esquinas y guarniciones de huecos de paredes, en todo el perímetro del techo y en un mismo paño cada 3 m como mínimo.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin adición posterior de agua. Se aplicará la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas. El espesor del guarnecido será de 12 mm y se cortará en las juntas estructurales del edificio. Cuando el espesor del guarnecido sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas de este espesor máximo, previo fraguado de la anterior, terminada rayada para mejorar la adherencia. Se evitarán los golpes y vibraciones que puedan afectar a la pasta durante su fraguado.

#### Revocos:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos.

En caso de revoco tendido con mortero de cemento: el mortero de revoco se aplicará con llana, comenzando por la parte superior del paramento; el espesor total del revoco no será inferior a 8 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero de cemento: una vez aplicada una primera capa de mortero con el fratás de espesor no inferior a 3 mm, se proyectarán dos capas más, (manualmente con escobilla o mecánicamente) hasta conseguir un espesor total no inferior a 7 mm, continuando con sucesivas capas hasta conseguir la rugosidad deseada.

En caso de revoco tendido con mortero de cal o estuco: se aplicará con fratás una primera capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con grano grueso, debiéndose comenzar por la parte superior del paramento; una vez endurecida, se aplicará con el fratás otra capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con el tipo de grano especificado. El espesor total del revoco no será inferior a 10 mm.

En caso de revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: se iniciará el tendido por la parte superior del paramento. El mortero se aplicará con llana y la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor del revoco no será inferior a 1 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero preparado de resinas sintéticas: se aplicará el mortero manual o mecánicamente en sucesivas capas evitando las acumulaciones; la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor total del revoco no será inferior a 3 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa: si se ha aplicado una capa regularizadora para mejorar la planeidad del soporte, se esperará al menos 7 días para su endurecimiento. Se replantearán y realizarán juntas de despiece con junquillos adheridos a la fachada con el propio mortero de base del monocapa antes de empezar a aplicar el revestimiento. Las juntas de despiece horizontales se dispondrán cada 2,20 metros y las verticales cada 7 metros y tendrán un ancho entre 10 y 20 mm, respetando las juntas estructurales. Se colocará malla de fibra de vidrio tratada contra los álcalis (que quedará embutida entre dos capas de revestimiento) en: todos los puntos singulares (dinteles, forjados, etc.), cajas de persiana sobresaliendo un mínimo de 20 cm a cada lado con el cerramiento, huecos de ventana con tiras como mínimo de 20 por 40 cm colocadas en diagonal. Los encuentros entre soportes de distinta naturaleza se resolverán, marcando la junta o puentesando la unión y armando el revestimiento con mallas.

El mortero predosificado industrialmente, se mezclará con agua y se aplicará en una única capa de unos 10 a 15 mm de espesor o en dos manos del producto si el espesor es mayor de 15 mm, dejando la primera con acabado rugoso. La aplicación se realizará mediante proyección mecánica (mediante máquinas de proyección continuas o discontinuas) o aplicación manual con llana. En caso de colocar refuerzos de malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica, se situará en el centro del espesor del revoco. La totalidad del producto se aplicará en las mismas condiciones climáticas. En climas muy secos, con viento, o temperaturas elevadas, se humedecerá la superficie con manguera y difusor para evitar una desecación excesiva. Los junquillos se retirarán a las 24 horas, cuando el mortero empiece a endurecer y tenga la consistencia suficiente para que no se deforme la línea de junta.

Se suspenderá la ejecución cuando la temperatura sea inferior a 0°C o superior a 30°C a la sombra, o en tiempo lluvioso cuando el paramento no esté protegido. Se evitarán golpes o vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado. En ningún caso se permitirán los secados artificiales. Una vez transcurridas 24 horas desde su ejecución, se mantendrá húmeda la superficie revocada hasta que haya fraguado.

Condiciones de terminación

#### Enfoscados:

La textura (fratasado o sin fratar) será lo bastante rugosa en caso de que sirva de soporte a otra capa de revoco o estuco. Se mantendrá húmeda la superficie enfoscada mediante riego directo hasta que el mortero haya fraguado, especialmente en tiempo seco, caluroso o con vientos fuertes. Este sistema de curado podrá sustituirse mediante la protección con revestimiento plástico si se retiene la humedad inicial de la masa durante la primera fase de endurecimiento. El acabado podrá ser:

Fratasado, cuando sirva de soporte a un enlucido, pintura rugosa o aplacado con piezas pequeñas recibidas con mortero o adhesivo.

Bruñido, cuando sirva de soporte a una pintura lisa o revestimiento pegado de tipo ligero o flexible o cuando se requiera un enfoscado más impermeable.

#### ○ Guarnecidos:

Sobre el guarnecido fraguado se enlucirá con yeso fino terminado con llana, quedando a línea con la arista del guardavivos, consiguiendo un espesor de 3 mm.

#### ○ Revocos:

Revoco tendido con mortero de cemento: admite los acabados repicado, raspado con rasqueta metálica, bruñido, a fuego o esgrafiado.

Revoco tendido con mortero de cal o estuco: admite los acabados lavado con brocha y agua con o sin posterior picado, raspado con rasqueta metálica, alisado, bruñido o acabado con espátula.

Revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: admite los acabados pétreos con llana, raspado o picado con rodillo de esponja.

Revoco con mortero preparado monocapa: acabado en función de los pigmentos y la textura deseada (abujardado, bruñido, fratasado, lavado, etc.) que se obtienen a aplicando distintos tratamientos superficiales una vez aplicado el producto, o por proyección de áridos y planchado de la piedra cuando el mortero aún está fresco.

### 17.1.5 Control de calidad

#### Tolerancias admisibles

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2., para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa, el espesor podrá ser de unos 10 a 20 mm.

#### Control de ejecución

Puntos de observación.

- **Enfoscados:**
  - Comprobación del soporte: está limpio, rugoso y de adecuada resistencia (no yeso o análogos).
  - Idoneidad del mortero conforme a proyecto.
  - Tiempo de utilización después de amasado.
  - Disposición adecuada del maestreado.
  - Planeidad con regla de 1 m.
- **Guarnecidos:**
  - Comprobación del soporte: que no esté liso (rugoso, rayado, picado, salpicado de mortero), que no haya elementos metálicos en contacto y que esté húmedo en caso de guarnecidos.
  - Se comprobará que no se añade agua después del amasado.
  - Comprobar la ejecución de maestras o disposición de guardavivos.
- **Revocos:**
  - Comprobación del soporte: la superficie no está limpia y humedecida.
  - Dosificación del mortero: se ajusta a lo especificado en proyecto.

#### Ensayos y pruebas

En general:

Prueba escorrentía en exteriores durante dos horas.

Dureza superficial en guarnecidos y enlucidos >40 shore.

- **Enfoscados:**
  - Planeidad con regla de 1 m.
- **Guarnecidos:**
  - Se verificará espesor según proyecto.
  - Comprobar planeidad con regla de 1 m.
- **Revocos:**
  - Espesor, acabado y planeidad: defectos de planeidad superiores a 5 mm en 1 m, no se interrumpe el revoco en las juntas estructurales.

### 17.1.6 Criterios de medición y abono

- **Enfoscado:** metro cuadrado de superficie de enfoscado realmente ejecutado, incluso preparación del soporte, incluyendo mochetas y dinteles y deduciéndose huecos.
- **Guarnecido:** metro cuadrado de guarnecido con o sin maestreado y enlucido, realizado con pasta de yeso sobre paramentos verticales u horizontales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, deduciendo los huecos y desarrollando las mochetas.
- **Revoco:** metro cuadrado de revoco, con mortero, aplicado mediante tendido o proyectado en una o dos capas, incluso acabados y posterior limpieza.

### 17.1.7 Normas de referencia

CTE                      Código Técnico de la Edificación

## 17.2 Alicatados

### 17.2.1 Definición

Revestimiento para acabados de paramentos interiores y exteriores con baldosas cerámicas esmaltadas o no, con mosaico cerámico de vidrio, y piezas complementarias y especiales, recibidos al soporte mediante material de agarre, con o sin acabado rejuntado.

### 17.1.2 Materiales

Baldosas cerámicas:

- **Gres esmaltado:** baldosas con absorción de agua baja o media - baja, prensadas en seco, esmaltadas. Adecuadas para revestimiento de fachadas.
- **Gres porcelánico:** baldosas con muy baja absorción de agua, prensadas en seco o extruídas, para revestimientos de fachadas y paredes interiores. Hay dos tipos básicos: gres porcelánico no esmaltado y gres porcelánico esmaltado.
- **Gres rústico:** baldosas con absorción de agua baja o media - baja, extruídas, generalmente no esmaltadas. Para revestimiento de fachadas.
- **Barro cocido:** baldosas con de apariencia rústica y alta absorción de agua, en su mayoría no esmaltadas.
- **Azulejo:** baldosas con absorción de agua alta, prensadas en seco y esmaltadas. Para revestimiento de paredes interiores.
- **Sistemas:** conjuntos de piezas con medidas, formas o colores diferentes que tienen una función común:  

Sistemas para piscinas: incluyen piezas planas y tridimensionales. Son generalmente esmaltadas y de gres. Deben tener buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos de limpieza y aditivos para aguas de piscina.
- **Mosaico:** podrá ser de piezas cerámicas, de gres o esmaltadas, o mosaico de vidrio.

- **Piezas complementarias y especiales**, de muy diversas medidas y formas: listeles, tacos, tiras y algunas molduras y cenefas. Características mínimas que deben cumplir todas las baldosas cerámicas:

El dorso de las piezas tendrá rugosidad suficiente, preferentemente con entalladuras en forma de “cola de milano”, y una profundidad superior a 2 mm.

Características dimensionales.

Expansión por humedad, máximo 0,6 mm/m.

Resistencia química a productos domésticos y a bases y ácidos.

Resistencia a las manchas.

Cuando se trate de revestimiento exterior, debe tener una resistencia a filtración, según el CTE DB HS 1 apartado 2.3.2.

Las piezas no estarán rotas, desportilladas ni manchadas y tendrán un color y una textura uniforme en toda su superficie.

- Sistema de colocación en capa gruesa: para su colocación se pueden usar morteros industriales (secos, húmedos), semiterminados y hechos en obra. Material de agarre: mortero tradicional (MC).
- Sistema de colocación en capa fina, los materiales de agarre que se usan son:

Adhesivos cementosos o morteros cola (C): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos. Hay dos clases principales: adhesivo cementoso normal (C1) y adhesivo cementoso mejorado (C2).

Adhesivos en dispersión o pastas adhesivas (D): constituido por un conglomerante orgánico, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases: adhesivo en dispersión normal (D1) y adhesivo en dispersión mejorado (D2).

Adhesivos de resinas reactivas (R): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases principales: adhesivo de resinas reactivas normal (R1) y adhesivo de resinas reactivas mejorado (R2).

Características de los materiales de agarre son: adherencia mecánica y química, tiempo abierto, deformabilidad, durabilidad a ciclos de hielo y deshielo, etc.

## Material de rejuntado

Material de rejuntado cementoso (CG): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que solo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Existen dos clases: normal

(CG1) y mejorado (CG2). Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a compresión; retracción; absorción de agua.

Material de rejuntado de resinas reactivas (RG): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a la compresión; retracción; absorción de agua.

Lechada de cemento (L): producto no normalizado preparado in situ con cemento Pórtland y cargas minerales.

- Material de relleno de las juntas:

Juntas estructurales: perfiles o cubrecantos de plástico o metal, másticos, etc.

Juntas perimetrales: Poliestireno expandido, silicona.

Juntas de partición: perfiles, materiales elásticos o material de relleno de las juntas de colocación.

### Recepción de los productos

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la parte de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Baldosas cerámicas (ver parte correspondiente):

Cada suministro ira acompañado de una hoja de suministro que contendrá los datos de la baldosa: tipo de baldosa, dimensiones y forma, acabado y declaración del fabricante de las características técnicas de la baldosa suministrada.

Las baldosas cerámicas y/o su embalaje deben ser marcados con:

Marca comercial del fabricante o fabricación propia.

Marca de primera calidad.

Tipo de baldosa, con medidas nominales y medidas de fabricación. Código de la baldosa.

Tipo de superficie: esmaltada o no esmaltada.

En caso de que el embalaje o en albarán de entrega no se indique el código de baldosa con especificación técnica, se solicitará al distribuidor o al fabricante información de las características técnicas de la baldosa cerámica suministrada.

- Mosaicos: en general se presentan pegados por la cara vista a hojas de papel generalmente perforado o, por el dorso, a una red textil, de papel o de plástico.
- Adhesivos para baldosas cerámicas (ver parte correspondiente): el producto se suministrará ensacado. Los sacos se recepcionarán en buen estado, sin desgarrones, zonas humedecidas ni fugas de material.
- Morteros de agarre (ver parte correspondiente): hecho en obra, comprobación de las dosificaciones, materias primas: identificación: cemento, agua, cales, arena; mortero industrial: identificación.

### 17.2.3 Condiciones generales

- **Condiciones previas: soporte**

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa de las obras.

El soporte tendrá las siguientes propiedades para la colocación de baldosas: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad.

Se realizarán las siguientes comprobaciones sobre el soporte base:

- a) De la estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación.
- b) De la superficie de colocación.

- c) Planeidad: capa gruesa, (pueden compensarse desviaciones con espesor de mortero). Capa fina (la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm, o prever una capa de mortero o pasta niveladora como medida adicional).
- d) Humedad: capa gruesa, (se humecta el tabique sin llegar a saturación). Capa fina, (la superficie está aparentemente seca). Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite, etc.
- e) Rugosidad: en caso de soportes existentes muy lisos, prever aumento de rugosidad mediante repicado u otros medios; esto no será necesario con adhesivos C2, D o R.
- f) Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- a) Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- b) Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- c) Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- d) El enfoscado de base, una vez fraguado, estará exento de sales solubles que puedan impedir la adherencia del mortero adhesivo.
- e) El alicatado con mortero de cemento se aplicará en paramentos cerámicos o de cemento, mientras que el alicatado con adhesivo se aplicará en el revestimiento de paramentos de cualquier tipo.
- f) En caso de soportes deformables o sujetos a movimientos importantes, se usará el material de rejuntado de mayor deformabilidad.

#### 17.2.4 Condiciones de ejecución

La colocación deberá efectuarse en unas condiciones climáticas normales (5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo, las corrientes de aire, lluvias y aplicar con riesgo de heladas.

Se limpiará y humedecerá el soporte a revestir si es recibido con mortero. Si es recibido con pasta adhesiva se mantendrá seco el soporte. En cualquier caso se conseguirá una superficie rugosa del soporte. Se mojarán las baldosas por inmersión si procede, para que no absorban el agua del mortero. Se colocará una regla horizontal al inicio del alicatado y se replantearán las baldosas en el paramento para el despiece de los mismos. El alicatado se comenzará a partir del nivel superior del pavimento y antes de realizar éste. Sobre muros de hormigón se eliminará todo resto de desencofrante.

#### Amasado:

Adhesivos cementosos: según recomendaciones del fabricante, se amasará el producto hasta obtener una masa homogénea y cremosa. Finalizado el amasado, se mantendrá la pasta en reposo durante unos minutos. Antes de su aplicación se realizara un breve amasado con herramienta de mano.

Adhesivos en dispersión: se presentan listos para su uso.

Adhesivos de resinas reactivas: según indicaciones del fabricante.

#### Colocación general:

Será recomendable, mezclar piezas de varias cajas. Las piezas cerámicas se colocarán sobre la masa extendida presionándola por medio de ligeros golpes con un mazo de goma y moviéndolas ligeramente hasta conseguir el aplastamiento total de los surcos del adhesivo para lograr un contacto pleno. Las baldosas se colocarán dentro del tiempo abierto del adhesivo, antes de que se forme una película seca en la superficie del mismo que evite la adherencia.

No se realizará el alicatado hasta que no se haya producido la retracción más importante del muro, es decir entre 45 y 60 días. Cuando se coloquen productos porosos no esmaltados, se recomienda la aplicación de un producto antiadherente del cemento, previamente a las operaciones de rejuntado para evitar su retención y endurecimiento sobre la superficie del revestimiento.

Sistemas de colocación: colocación en capa gruesa, (se colocará la cerámica directamente sobre el soporte).

Colocación en capa fina, (se realizará sobre una capa previa de regularización del soporte).

En caso de azulejos recibidos con adhesivo: si se utiliza adhesivo de resinas sintéticas, el alicatado podrá fijarse directamente a los paramentos de mortero, sin picar la superficie pero limpiando previamente el paramento. Para otro tipo de adhesivo se aplicará según las instrucciones del fabricante. Se recomienda extender el adhesivo en paños no mayores de 2 m<sup>2</sup>. Las baldosas no deberán colocarse si se forma una película seca en la superficie del adhesivo.

En caso de azulejos recibidos con mortero de cemento: se colocarán los azulejos extendidos sobre el mortero de cemento previamente aplicado sobre el soporte (no mediante pellas individuales en cada pieza), picándolos con la paleta y colocando pequeñas cuñas de madera en las juntas.

En caso de mosaicos: el papel de la cara vista se desprenderá tras la colocación y la red dorsal quedará incorporada al material de agarre.

#### Juntas:

El alicatado se realizará a junta abierta. La separación mínima entre baldosas será de 1,5 mm.

Juntas de colocación y rejuntado: puede ser aconsejable llenar parcialmente las juntas de colocación con tiras de un material compresible antes de llenarlas a tope. El material compresible no debería adherirse al material de rejuntado o, en otro caso, deberá cubrirse con una cinta de desolidarización. Estas cintas son generalmente autoadhesivas. La profundidad mínima del rejuntado debe ser de 6mm. Se deberían rellenar a las 24 horas del embaldosado.

Juntas de movimiento estructurales: deberán llegar al soporte, incluyendo la capa de desolidarización si la hubiese, y su anchura deberá ser, como mínimo, la de la junta del soporte. Se rematan usualmente rellenándolas con materiales de elasticidad duradera.

Juntas de movimiento perimetrales: se deben prever antes de colocar la capa de regularización, dejándose en los límites de las superficies horizontales a embaldosar con otros elementos tales como paredes, pilares, etc. Se podrá prescindir de ellas en recintos con superficies menores de 7 m<sup>2</sup>. Deberán ser juntas continuas con una anchura mayor o igual de 5mm, y quedarán ocultas por el revestimiento adyacente. Deberán estar limpias de materiales de obra y llegar hasta el soporte.

Juntas de partición (dilatación): la superficie máxima a revestir sin estas juntas es de 50 m<sup>2</sup> a 70 m<sup>2</sup> en interior, y de la mitad de estas en el exterior. La posición de las juntas debe replantearse de forma que no estén cruzadas en el paso, si no deberían protegerse. Estas juntas deberán cortar el revestimiento cerámico, el adhesivo y el mortero base con una anchura mayor o igual de 5 mm. Podrán rellenarse con perfiles o materiales elásticos.

## Corte y taladrado:

Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas. Siempre que sea posible, los cortes se realizarán en los extremos de los paramentos.

Una vez fraguado el mortero o pasta se retirarán las cuñas y se limpiarán las juntas, retirando todas las sustancias perjudiciales o restos de mortero o pasta adhesiva, rejuntándose posteriormente con lechada de cemento blanco o gris (coloreada cuando sea preciso), no aceptándose el rejuntado con polvo de cemento.

Una vez finalizada la colocación y el rejuntado, se limpiará la superficie del material cerámico con una solución ácida diluida para eliminar los restos de cemento.

## 17.2.5 Control de calidad

### Tolerancias admisibles

Características dimensionales para colocación con junta mínima:

- Longitud y anchura/ rectitud de lados:

Para  $L \leq 100$  mm  $\pm 0,4$  mm

Para  $L > 100$  mm  $\pm 0,3\%$  y  $\pm 1,5$  mm.

- Ortogonalidad:

Para  $L \leq 100$  mm  $\pm 0,6$  mm

Para  $L > 100$  mm  $\pm 0,5\%$  y  $\pm 2,0$  mm.

- Planitud de superficie:

Para  $L \leq 100$  mm  $\pm 0,6$  mm

Para  $L > 100$  mm  $\pm 0,5\%$  y  $+ 2,0/- 1,0$  mm.

## Control de ejecución

Aplicación de base de cemento: comprobar dosificación, consistencia y planeidad final.

Capa fina, desviación máxima medida con regla de 2 m: 3 mm.

Aplicación de imprimación: verificar la idoneidad de la imprimación y que la aplicación se hace siguiendo las instrucciones del fabricante.

Baldosa: verificar que se ha realizado el control de recepción.

Mortero de cemento (capa gruesa): comprobar que las baldosas se han humedecido por inmersión en agua.

Comprobar reglado y nivelación del mortero fresco extendido.

Adhesivo (capa fina): verificar que el tipo de adhesivo corresponde al especificado en proyecto.

Aplicación del adhesivo: comprobar que se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante. Comprobar espesor, extensión y peinado con llana dentada adecuada.

Tiempo abierto de colocación: comprobar que las baldosas se colocan antes de que se forme una película sobre la superficie del adhesivo. Comprobar que las baldosas se asientan definitivamente antes de que concluya el tiempo abierto del adhesivo.

Colocación por doble encolado: comprobar que se utiliza esta técnica en embaldosados en exteriores y para baldosas mayores de 35 cm. o superficie mayor de 1225 cm<sup>2</sup>.

En cualquier caso: levantando al azar una baldosa, el reverso no presenta huecos.

Juntas de movimiento: estructurales: comprobar que no se cubren y que se utiliza un sellante adecuado.

Perimetrales y de partición: comprobar su disposición, que no se cubren de adhesivo y que se utiliza un material adecuado para su relleno.

Juntas de colocación: verificar el tipo de material de rejuntado corresponde con el especificado en proyecto.

Comprobar la eliminación y limpieza del material sobrante.

Desviación de planeidad del revestimiento: la desviación entre dos baldosas adyacentes no debe exceder de 1 mm.

La desviación máxima se medirá con regla de 2 m. Para paramentos no debe exceder de 2 mm.

Alineación de juntas de colocación; La diferencia de alineación de juntas se mide con regla de 1 m. Para paramentos: no debe exceder de  $\pm 1$  mm. Para suelos:

#### 17.2.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de alicatado realmente ejecutado, incluyendo cortes, parte proporcional de piezas complementarias y especiales, rejuntado y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza.

#### 17.2.7 Normas de referencia

CTE DB HS Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Salubridad

### 17.3 Aplacados

#### 17.3.1 Definición

Revestimiento para acabados de paramentos verticales con placas de piedra natural o artificial, recibidas al soporte con dispositivos de anclaje vistos (perfiles longitudinales y continuos en forma de T, que abrazan el canto de las piezas preferentemente en horizontal), ocultos (sujetarán la pieza por un canto, mediante un pivote o una pletina) o bulones, (fijados mecánicamente al soporte con perforación de la placa). El sistema de sujeción del anclaje al soporte podrá ser con cajeados retacados con mortero, cartuchos de resina epoxi, fijación mecánica (tacos de expansión) o fijación a un sistema de perfiles de cuelgue (regulables en tres dimensiones) fijado mecánicamente al soporte.

#### 17.3.2 Materiales

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, "Condiciones de recepción de productos". Este control comprende el control de la documentación de los

suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

#### Placas de piedra natural o artificial (ver parte correspondiente):

Espesor adecuado en función del tipo de piedra y del emplazamiento, y como mínimo de 30 mm, aunque en piezas muy compactas podrá ser de 25 mm.

El granito no estará meteorizado, ni presentará fisuras. La piedra caliza será compacta y homogénea de fractura. El mármol será homogéneo y no presentará masas terrosas.

En caso de utilización de anclajes, las placas tendrán los taladros necesarios. El diámetro de los taladros será 3 mm mayor que el del bulón. Se recomienda que el fondo del agujero del bulón y los extremos de éste tengan la forma de casquete esférico. Asimismo, la longitud del orificio practicado en la piedra deberá ser mayor que la longitud del pivote o pletina para evitar el descanso de la piedra en su extremo superior.

#### Morteros para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.12):

Los morteros podrán ser de diversos tipos.

Para los morteros de cal serán recomendables las siguientes composiciones (cemento blanco: cal: arena) en función del emplazamiento:

Exteriores en zonas costeras de hielo (>1000 m): 1:1:6.

Exteriores en el resto de zonas: 1:2:8.

Interiores: 1:3:12.

#### Anclajes:

Anclajes de sujeción al soporte: no serán aceptables los anclajes de otros materiales con menor resistencia y comportamiento a la agresividad ambiental que los de Acero Inoxidable AISI 304 ó 316, según normas UNE.

Anclajes de sujeción vistos: podrán ser de acero inoxidable o de aluminio lacado o anodizado.

Anclajes de sujeción ocultos: los pivotes podrán tener un diámetro mínimo de 5 mm y una longitud de 30 mm, y las pletinas un espesor mínimo de 3 mm, ancho de 30 mm y profundidad de 25 mm.

Separadores de placas: podrán ser de cloruro de polivinilo de espesor mínimo 1,50 mm.

Material de sellado de juntas: podrá ser lechada de cemento, etc.

#### 17.3.3 Condiciones generales

Se verificará que el soporte está liso y limpio. La fábrica que sustente el aplacado tendrá la suficiente resistencia para soportar el peso de éste.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en su caso, se comprobará la disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero.

#### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Las variedades de piedra porosas no se emplearán en zonas donde se prevean heladas.

No se emplearán las variedades de piedra de elevado coeficiente de absorción (> 5%), en zonas próximas al mar, ya que presentan riesgo de verse sometidas a una aportación importante de cloruros.

No se emplearán areniscas con importante presencia de arcillas, cloruros o yeso, ya que pueden experimentar importantes transformaciones en el exterior que producen descomposiciones acompañadas de bajas importantes de resistencia.

Es aconsejable separar las piezas de piedra porosas del aluminio mediante dos manos de pintura bituminosa, u otro elemento espaciador. Se debe tener especial cuidado con algunos tipos de ladrillos que tienen cloruros en su composición, ya que estos pueden acelerar el proceso de corrosión.

Se evitará el empleo de piedra con compuestos ferrosos (óxidos de hierro o compuestos piritosos), cuya acción puede afectar a la resistencia de la propia placa en ambientes agresivos.

En caso de que el aplacado esté expuesto a situaciones de humedad repetitivas, se podrá determinar mediante ensayo la presencia de sales como cloruros y sulfatos.

Se dan las siguientes incompatibilidades entre el sistema de fijación y el tipo de soporte:

No se utilizarán anclajes fijados con cajeados retacados con mortero en el soporte en caso de que éste sea de hormigón armado o en masa, o estructura metálica.

No se utilizarán anclajes fijados mecánicamente al soporte en caso de que éste sea de ladrillos y bloque huecos, dada su heterogeneidad.

Para evitar las corrosiones de tipo galvánico entre los diferentes elementos que componen el cuerpo del anclaje, no se utilizarán sistemas de anclaje con diferentes metales (aluminio y acero inoxidable, acero inoxidable y acero al carbono), y si se optase por admitirlos, se interpondrán casquillos o arandelas separadoras, inertes o de nula conductividad eléctrica.

Se colocarán casquillos separadores de material elástico y resistente a la intemperie (por ejemplo nailon o EPDM), para impedir el contacto directo entre el anclaje y la piedra.

Las carpinterías, barandillas y todo elemento de sujeción irán fijados a la fábrica, y nunca al aplacado.

#### 17.3.4 Condiciones de ejecución

Se replantearán, según proyecto, las hiladas del aplacado, así como de los puntos de anclaje. Se efectuará el despiece del paramento a aplacar definiéndolo y numerándolo. Las juntas de dilatación del edificio se mantendrán en el aplacado.

El sistema de sujeción directa mediante morteros no será recomendable en exteriores, salvo en zócalos.

A cada placa se le habrán practicado las ranuras y orificios necesarios para su anclaje a la fábrica.

Se realizará la sujeción previa de los anclajes al soporte para asegurar su resistencia al colgar la piedra en ellos. Se colocarán cuatro anclajes por placa como mínimo, separados de su borde 1/5 de su longitud

o de la altura de la placa. La posición de los anclajes en la junta horizontal será simétrica respecto al eje de la placa. Los anclajes podrán ser de carga o de sujeción, que a su vez irán colocados en juntas verticales (horizontales en las placas del borde de fachada).

Se fijará un tablón para apoyar la hilada inferior de placas de forma que queden niveladas a la altura correspondiente. Se acuñarán las placas de la primera hilada sobre el tablón, nivelando su borde superior a la altura correspondiente. El orden de ejecución será placa a placa de forma continua, y de abajo a arriba de la fachada.

Las placas se colocarán en obra suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos o dispositivos preparados para su elevación.

La sujeción de las placas se confiará exclusivamente a los dispositivos de anclaje previstos y probados antes del suministro de las placas. Se comprobará que los anclajes de las placas encajan correctamente en los agujeros.

Los anclajes se recibirán en los orificios practicados en los cantos de las placas, y en el soporte, según el sistema de proyecto:

- a) Con mortero hidráulico (sistema tradicional): previamente se humedecerá la superficie del hueco. No se usará escayola ni yeso en ningún caso. Se podrán emplear aceleradores de fraguado. Los anclajes se nivelarán dentro del tiempo de fraguado. Se esperará a que el mortero fragüe y se endurezca suficientemente. No se quitarán las cuñas de las placas hasta que el mortero haya endurecido.
- b) Con resinas de uso rápido.
- c) Con taco de expansión de uso inmediato.

A continuación se encajará la placa contigua.

Se realizarán juntas verticales de dilatación de 1 cm de anchura como mínimo, cada 6 m y a una distancia de 2 m de las esquinas del edificio, utilizando anclajes de media espiga. Se respetarán las juntas estructurales del edificio.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en caso de cámara ventilada, se colocarán separadores entre placas de hiladas sucesivas para dejar juntas abiertas de anchura mayor que 5 mm y ventilar así la cámara. El espesor de la cámara será conforme al proyecto y estará comprendido entre 3 cm y 10 cm. Se comprobará que no se acumulen restos de mortero en la cámara que reduzcan su espesor. Para evacuar el agua que pueda entrar en la cámara, se fijará un babero a la hoja exterior en las zonas donde la cámara se interrumpa con dinteles, forjados, etc.

En el caso de fachadas ventiladas con aislante, los orificios que deben practicarse en el aislante para el montaje de los anclajes puntuales se rellenarán posteriormente con proyectores portátiles del mismo aislamiento o recortes del mismo adheridos con colas compatibles.

Según el CTE DB HS 1, en el caso de fachada constituida por un material poroso, se realizará un zócalo con un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3 %, de altura mínima 30 cm, y que cubra la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada.

Además, en los zócalos, por ser las zonas más sensibles a las agresiones del tráfico urbano, será recomendable la solución de piezas de mayor espesor recibidas con morteros. Las juntas tendrán un espesor mínimo de 6 mm, y se rellenarán con mortero plástico y elástico.

La unión del zócalo con la fachada en su parte superior deberá sellarse o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto. En caso de que la carpintería esté aplomada al trasdós del aplacado, no se sellarán las juntas perimetrales entre carpintería y aplacado.

#### 17.3.5 Control de calidad

- Puntos de observación.
  - Comprobación del soporte: Se comprobará que el soporte esté liso.
  - Replanteo: Distancia entre anclajes. Juntas.
  - Ejecución: Características de los anclajes (material, espesor, etc.) y de las piezas (espesor, taladros en los cantos, en su caso). Sujeción de los anclajes al soporte, resistencia.  
Espesor de la cámara. Disposición de elementos para la evacuación del agua, en su caso (CTE DB HS 1).
  - Comprobación final: Aplomado del aplacado. Rejuntado, en su caso.

Planeidad en varias direcciones, con regla de 2 m.

#### 17.3.6 Criterio de medición y abono

Metro cuadrado de aplacado incluyendo rejuntado, anclajes y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza.

#### 17.3.7 Normas de referencia

CTE DB HS Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Salubridad

## 18 EDIFICACIÓN – PINTURAS

### 18.1 Definición

Se consideran bajo esta denominación los revestimientos continuos, ejecutados con pinturas o barnices, de superficies de estructuras, albañilería, carpintería, cerrajería, instalaciones, o de cualquier otro elemento situado a la intemperie o protegido contra ella. Estos revestimientos tienen una función protectora, decorativa y funcional.

Los materiales a utilizar, pinturas y barnices, serán, sin carácter limitativo, los definidos en este Pliego o por el Director de las Obras.

### 18.2 Tipos de pintura

#### Pintura sobre perfiles de acero en exteriores

Se comenzará siempre por la limpieza general y desengrase.

Si hay piezas pintadas con imprimaciones de naturaleza desconocida, se eliminará completamente la pintura mediante quemado con soplete, completando esta operación con una limpieza mecánica a fondo.

A continuación se aplicará siempre una imprimación antioxidante, y un espesor de pintura que en total no será inferior a 110 micrómetros y que impida el acceso del aire y el agua hasta la superficie metálica.

Siempre se seguirán con escurpulosidad las instrucciones que a este respecto o a cualquier otro señale la casa fabricante del producto.

Como imprimación antioxidante podrá emplearse cualquier sistema clásico a base de minio de plomo, plumbato de calcio, cromato de cinc, u otro autorizado en el PPTP, o por el Director.

Salvo orden expresa del Director, el orden de aplicación será:

Imprimación, que se dejará secar en forma adecuada, y plastecido. Una vez seco éste, se hará el lijado según las normas del fabricante. A continuación se aplicará el aparejo, y por fin, las capas de acabado.

#### Pintura sobre perfiles de acero en interiores

Se aplicarán sistemas análogos a los empleados en la protección al exterior pero esencialmente preparados en su formulación si han de resistir en ambientes químicos.

#### Pintura sobre fundición

Tanto en exterior como en interior, los sistemas de pintura son, en general, los mismos utilizados para el acero, siendo el fundamento de la protección una imprimación pasivante y una capa de cierto espesor.

La única diferencia es que con fundición no se hace transformación química (mordentado, pasivado, etc.) de la superficie; la preparación acaba con el lijado o tratamiento con chorro de arena fina, pasando seguidamente a dar la imprimación.

#### Pintura sobre piezas enterradas (tubos, depósitos, etc.)

La protección se hará empleando los procedimientos técnicos más perfectos, dada la dificultad de reparar cualquier defecto.

Se hará la limpieza general, desengrasado y limpieza final de la superficie con chorro de arena, a continuación se hará la imprimación.

Normalmente, se emplearán como protección sistemas asfálticos, revestidos con envolturas especiales de papel o tejido embreado.

En caso de emplear un sistema garantizado por una industria se cumplirán estrictamente las instrucciones del fabricante.

#### Pintura sobre cinc o hierro zincado

##### Preparación para pintura al aceite de linaza o clorocaucho

Se hará siempre un desengrasado, lavado, preparación química (según destino del metal pintado), lavado y secado, procediendo a continuación al pintado propiamente dicho.

##### Preparación para pintar con pinturas gliceroftálicas

Se procederá como en el apartado anterior, aplicando después una imprimación sintética pigmentada de cromato de cinc y a continuación se darán dos capas, la primera de pintura esmalte de contenido medio de aceite y la segunda muy rica en aceite y pigmentada.

##### Pintado de cinc o hierro muy expuesto a la intemperie

Cuando se pinte cinc o hierro zincado viejos recubiertos de capa de óxido y carbonato básico, se eliminará esta capa.

Se hará un cuidadoso cepillado con cepillo metálico, terminado con lijado con papel lija al agua, empleando petróleo como lubricante.

Cuando se trate de hierro zincado se procederá con el máximo cuidado para no dejar el hierro al descubierto.

##### Aplicación de pinturas grasas

Para exigencias normales (no industriales) se aplicarán tres capas:

- a) una imprimación, a base de aceite de linaza crudo y aguarrás en relación 1/3 y óxido de cinc y cinc en polvo en relación 1/4;
- b) una capa de pintura de fondo de aceite y óxido de cinc;
- c) una capa de acabado a base de aceite de linaza y standoil de linaza y el pigmento adecuado al color preciso.

Para pintura que haya de estar en contacto permanente con agua, o en atmósferas industriales, las tres capas a aplicar son:

- a) una imprimación igual a la descrita anteriormente;
- b) una capa a base de clorocaucho plastificado con aceite de linaza y óxido de cinc con pigmento;
- c) una capa de acabado a base de clorocaucho sin aceites secantes ni resinas y pigmentos de alta resistencia química del color deseado.

##### Aplicación de pintura al silicato y al cemento

Se hará un desengrasado con una disolución alcalina (sosa cáustica al 5% con tripolifosfato sódico). Se lavará con agua abundante y se dejará secar. A continuación se aplicará la primera capa de pintura.

Se procurará aplicar tres capas: imprimación, fondo y acabado.

### Pintura sobre aluminio

Se usarán imprimaciones a base de cromato de cinc como pigmento inhibidor, excluyendo de estas imprimaciones las de pigmento de plomo.

La pintura se hará por firmas industriales de garantía que preparen sistemas completos de pintura, compuestos de imprimación, mastique, capas de fondo y de acabado, así como los elementos para la aplicación (disolventes, etc.). Se seguirán las instrucciones del fabricante.

### Pintura sobre cobre y aleaciones

El desengrasado de las superficies de cobre antes de pintar será por un procedimiento análogo al enunciado para los metales férreos.

Para el decapado podrá usarse el chorro de arena o el decapado por vía ácida en un baño de la siguiente composición: ácido sulfúrico, 0,5 partes; ácido nítrico 0,5 partes; cloruro sódico 5 partes, y agua 100

### Pintura sobre maderas

La madera no estará afectada por hongos o insectos, saneándose si fuera preciso previamente con productos fungicidas o insecticidas.

El contenido de humedad de la madera, en el momento de aplicar la pintura será: en superficies al exterior 14 - 20 por 100; en superficies al interior 8 - 14 por 100

### Pintura para exterior

#### a. Pintura brillante para exterior

#### - Preparación de la superficie

Se cepillará, desempolvará y eliminarán las manchas. Los nudos mal adheridos se sustituirán por cuñas sanas de igual madera, los bien adheridos se quemarán con lamparilla de alcohol, rascando la resina exudada. A continuación se afinará con papel de lija para madera, fino (número 100 internacional), acabando con un desempolvado.

Terminada la preparación de la superficie se darán las capas de imprimación, intermedias y acabado.

#### - Acabado con pintura esmalte standoil o barniz graso

La imprimación será a base de polvo de aluminio y barniz de resina fenólica-aceite de madera preparada para este objeto. Seca la imprimación, se plastecerá con plaste de su mismo tipo, aplicado a espátula. El plaste se lijará, una vez seco, con lija muy fina (mayor del nº 150).

La capa intermedia será más grasa que la imprimación y menos que el acabado (el sistema completo de protección será de una misma firma, que indicará el orden de aplicación) y de color adecuado al del acabado.

Bien seca esta capa, se aplica doble capa de acabado, con intervalo suficiente entre ambas.

#### - Acabado a base de pintura esmalte gliceroftálica

La imprimación será de tipo gliceroftálico para exterior pigmentada principalmente con dióxido de titanio y litopón, y de la misma firma que suministre el sistema completo. Seca la imprimación, se plastecerá con plaste gliceroftálico del mismo tipo que ella, aplicado a espátula, y lijándose, una vez seco, con lija muy fina (mayor del nº 150)

Se hará después un desempolvado, procediéndose a aplicar la capa intermedia o de fondo, que será de tipo gliceroftálico, más grasa que la imprimación y menos que el acabado y pigmentación, en igual forma a lo expuesto en el artículo anterior.

Por fin se aplica el acabado en doble capa y con el color elegido.

#### b. Pintura semibrillante para exterior

##### - Preparación de la superficie

Se hará en la misma forma vista en pintura brillante exterior.

##### - Acabado a base de pintura standoil

Se comenzará por una imprimación al aceite, pigmentada con minio, albayalde, o con plumbato de calcio. Seca la imprimación, se plastecerá con plaste de igual tipo que ella. El plaste, una vez seco, se lijará, desempolvando al final de la operación.

La capa intermedia o de fondo, a base de standoil, será más grasa que la imprimación y menos que las capas finales, su color será adecuado al de la capa final.

Una vez seca la capa de fondo se aplicarán dos capas de acabado, con suficiente intervalo para que ambas estén bien secas.

##### - Acabado a base de pintura látex

Se dará una imprimación especial para este tipo de pinturas. Una vez seca la imprimación se procederá al emplastecido y lijado de éste.

A continuación se aplican las capas intermedias y de acabado siendo preciso prever, para tener una protección adecuada frente a la acción de la intemperie, cinco capas, además de la imprimación.

#### c. Pintura mate para exterior

La preparación será igual a la indicada para la pintura brillante para exterior.

Se procederá igual que en los acabados semibrillantes.

El acabado mate, salvo indicación del PPTP, se hará con pinturas al aceite clásicas, al standoil o gliceroftálicas (sintéticas) mate.

#### d. Barnizado en madera vista para exterior

Se hará el cepillado, desempolvado, desengrasado, eliminación de manchas y nudos mal adheridos, y quemado de nudos bien adheridos en la forma vista anteriormente, continuando con un apomazado con lija fina para madera (número 150 o más fina), terminándose con un desempolvado.

Se aplicará un barniz imprimación tapaporos (tres capas mínimo), y a continuación una capa intermedia de barniz graso o gliceroftálico, finalizando con el de la última capa o acabado.

Para barnizado semibrillante sólo variará el tipo de barniz a usar.

### Pintura para interior

#### e. Pintura brillante para interior

La superficie se preparará como en los apartados anteriores.

Se emplearán pinturas esmalte grasas típicas o pinturas esmalte gliceroftálicas, tipos especiales para interior, menos grasos que para exterior, y siguiendo la regla de más grasa hacia la parte externa. Donde exista vapor de agua y/o de aceite (aseos y cocinas), el sistema usado será adecuado para resistir tales agentes, solicitando de la casa fabricante equipos completos de pintado adecuados al caso.

#### f. Pintura mate para interior

La superficie se preparará como en los apartados anteriores.

Podrá usarse pintura al aceite clásica o gliceroftálica preparada para acabado mate, pintura al látex, y pintura a la emulsión de aceites o barnices. En acabado graso se prefiere pintura gliceroftálica mate, y en acabado al agua un sistema completo a base de látex. Será suficiente aplicar tres o cuatro capas sobre imprimación especial adecuada.

#### g. Barnizado en interior

La superficie se preparará como en el barnizado en exterior.

El barnizado propiamente dicho se realizará empleando las mismas técnicas citadas y usando análogos productos.

#### h. Barnizado de suelos de madera

Los barnices estarán constituidos a base de resinas ureaformol, resinas epoxi, resinas vinílicas, de poliestireno o de poliésteres no saturados, cuyos dos componentes se mezclarán en el momento del uso.

La superficie se preparará en la forma habitual, y el barniz se aplicará según las instrucciones que para cada caso da el fabricante.

En barnizados brillantes en interior, podrán emplearse tipos de alcohol, sintéticos y nitrocelulósicos, preparados para aplicación a muñeca con una técnica que describe cada fabricante para cada tipo.

### Pintura sobre paramentos de yeso

La humedad del paramento será menor del seis (6) por ciento. El secado será por aireación natural, no admitiéndose el secado artificial si no se tiene garantía de que su aspecto no es superficialmente engañoso.

Si no es posible obtener el secado óptimo, y previo permiso del Director, podrán usarse pinturas plásticas de dispersión vinílica a la aguada o de dispersión de estireno-butadieno a la aguada.

Antes de pintar se eliminarán, sobre todo usando pintura al aceite, las eflorescencias salinas y la alcalinidad. Para ello se aplicará una disolución al 5 % de sulfato de cinc, o una disolución, entre el cinco y el diez por ciento, de fluosilicato de plomo, magnesio, aluminio, o cinc. Antes de aplicar la pintura se dejará secar perfectamente la humedad resultante del tratamiento químico.

Todas las manchas en superficie se eliminarán antes de pintar. Si el origen es conocido, usando los medios químicos adecuados, y caso contrario, rascando o cepillando hasta la eliminación total, y plasteciendo después para igualar la superficie.

Las manchas superficiales debidas a moho, además de la eliminación por rascado, se desinfectarán lavando con disolventes fungicidas.

Las manchas originadas por humedades internas con sales de hierro se aislarán mediante clorocaucho diluido, o con productos adecuados.

i. Pintura al aceite o gliceroftálica (brillante o semibrillante)

Siempre se limpiarán las eflorescencias y manchas, y eliminará el polvo. El secado será completo. No habrá sustancias alcalinas, ello se comprobará aplicando en una pequeña superficie una pintura a base de verde de cromo, la alcalinidad posible aparecerá en manchas amarillas.

Se aplicará una imprimación de tipo graso (aceite de linaza, óxido de cinc, litopón y creta), procediendo, una vez seca, aloplastecido, lijado y limpieza del polvo.

Se aplicarán dos capas de color, aumentando la proporción de aceite de abajo arriba, dejando pasar un mínimo de 48 horas entre ambas capas.

j. Pintura gliceroftálica mate

La superficie se preparará como en el caso anterior. Se aplicará una imprimación de tipo gliceroftálico, que se plastecerá con plaste del mismo tipo, lijando y limpiando de polvo una vez seco. Por fin se dará una capa intermedia, y 24 horas después otra final, ambas mates.

k. Pintura al temple (a la cola, caseína, etc.) mate

Las exigencias de secado y alcalinidad son las de las anteriores pinturas, pero menos rígidas. Se limpiarán las manchas y eliminará el polvo. El plaste será de idéntico tipo a la primera capa. Se dará, al menos, una segunda capa, haciendo las operaciones de acabado previstas.

l. Pintura vinílica a la aguada (plástica)

Si el yeso tiene más humedad de la permitida, no ya para aplicar un revestimiento graso brillante, sino también temple ordinario o pintura sintética mate, se usará pintura plástica a base de dispersiones de resinas vinílicas a la aguada. Se hará un lavado con agua y se aplicará una imprimación especial apropiada para superficies húmedas.

Por último, se plastecerá, y se darán las capas finales.

Pintura sobre paramentos de cal, cemento o mixtos

El paramento se alisará y limpiará de manchas. Se modificará, si es preciso, la superficie para evitar interacciones químicas entre ésta y el revestimiento, y obtener una adherencia máxima entre ambos.

En superficies nuevas se eliminarán los resaltes y partes sueltas del material. Las grietas abiertas se tapanán con plantas adecuados.

Si tras el alisado quedan eflorescencias, manchas, mohos, hongos, etc., se eliminarán usando disoluciones de ácido clorhídrico al 5-10 % para las eflorescencias, y de fosfato trisódico al 5 % para los mohos y hongos. En ambos casos se acabará lavando abundantemente con agua.

La alcalinidad se neutralizará por fluatación a base de tres capas de ácido fluosílico, la primera al 10 %, la segunda al 20 % y la tercera al 30 %, o con el empleo de disoluciones de ácido sulfúrico o clorhídrico. Se procederá después a un lavado con agua abundante.

m. Pintura mate a la aguada con pinturas de tipo ordinario

Se incluyen en este grupo los acabados mates que se realizan con:

- pinturas al cemento portland, al silicato y al fluosilicato;

- pinturas al temple clásico, a la cal, caseína.

En cualquier caso, los pigmentos serán resistentes a la cal.

Con el soporte seco, y en trabajos ordinarios, la preparación podrá limitarse a la limpieza, alisado, y tapado de grietas con plaste del mismo tipo que la pintura a usar.

No es preciso neutralizar o aislar la alcalinidad. Alisada y limpia la superficie, se aplican dos o tres capas de pintura, secando cada una antes de aplicar la siguiente. En soportes húmedos (humedad natural de la construcción, no humedad permanente) se procede, como en el caso anterior, si bien se aplica el aparejo antes de las capas de acabado.

#### n. Pintura mate con pinturas a la aguada o al látex

Se procederá a la limpieza, alisado y abertura de grietas.

Se neutralizará la alcalinidad, y se rellenarán las grietas con plaste del mismo tipo que la pintura de acabado. Se alisará este plaste y se aplicarán dos o tres capas de la pintura de acabado.

#### o. Pintura semibrillante con pinturas a la aguada o al látex

Con los tipos de pinturas del artículo anterior se podrán realizar acabados en semibrillo con las diferentes graduaciones que se deseen.

La preparación se hará como en el artículo anterior. La alcalinidad se aislará, en vez de neutralizarla, aplicando una imprimación del mismo tipo que la pintura de acabado. El plaste será del mismo tipo que la pintura. Se aplicará un aparejo del mismo tipo que el acabado y, por fin, se aplicarán las dos capas de acabado, formulado adecuadamente para obtener el grado de brillo deseado.

#### p. Pintura semibrillante a base de caucho o derivados

Se incluyen en este artículo los trabajos realizados con pinturas a base de caucho natural o sintéticos, de caucho isomerizado (ciclizado), o de clorocaucho, adecuados para materiales que contienen cal o cemento. Se supone que sus pigmentos son resistentes a la cal.

Se procederá a la limpieza, alisado y abertura de grietas.

Se neutralizará la alcalinidad, y una vez seca la superficie, se plastecerá y aplicará la capa de imprimación, dándose a continuación las dos de acabado. Si se opta por aislar la alcalinidad, después de abiertas las grietas, se aplicará una capa aislante del mismo tipo que la pintura de acabado; a continuación, se plastecerá el aparejo y, por último, se aplicarán las capas de acabado.

### Pintura sobre fibrocemento

Se preparará la superficie como si se tratase de un material de cemento seco. Sólo cuando se tema que el fibrocemento haya de estar expuesto a la humedad, se operará como si se tratase de cemento húmedo.

En decoraciones de calidad o en aquellos casos que así lo señalase el Director, se utilizará pintura al látex estireno-butadieno.

En tuberías o depósitos enterrados, toda la parte en contacto con la tierra se protegerá con un sistema de revestimientos bituminosos.

### Pintura sobre hormigones porosos

Al ser un material prefabricado, se le considera hormigón seco y se dejarán secar las juntas de los bloques. La preparación se realizará mediante limpieza mecánica y acabado. Seguidamente se aplicará un aparejo

enlucido especial resistente a los álcalis, que podrá ser de uno de los siguientes tipos: Al cemento portland. Al silicato. Al fluosilicato. A la cal. Al temple ordinario. A la caseína. Al látex estireno-butadieno. Al látex vinílico (plástico). Al caucho natural o sintético. Al clorocaucho. Al caucho isomerizado (ciclizado).

Seguidamente, y bien seco el aparejo enlucido (lo que requerirá tiempo, dado que debe aplicarse en espesor considerable), se procederá a la aplicación de las dos o tres capas de acabado del mismo tipo.

### **18.3 Condiciones de ejecución**

#### Operaciones para preparación de los paramentos

En este apartado se describen las operaciones generales de preparación de paramentos. Al tratar sobre la ejecución de cada tipo de pintura, se detallarán sus específicas operaciones de preparación.

##### ***Escobillado***

Su objeto es eliminar el polvo de la superficie a pintar. Se hará con escobilla de zinc, sin mango, o con brocha áspera. Es obligatorio tanto en trabajos de reparación como en obras de pintura nueva.

El escobillado se completará con un estropajeado posterior, que arrastre completamente el polvo resultante del escobillado.

##### ***Lavado***

Es obligatorio en la reparación de pinturas al óleo y para quitar la grasa o suciedad de las superficies anteriormente pintadas. Se efectuará con agua de lejía preparada disolviendo 4 decanewtons de potasa en 5 litros de agua, y añadiendo después más agua hasta que la disolución marque 7 grados en el pesasales.

Antes de comenzar cualquier lavado es obligatorio probar el tipo de lejía, comprobando que no existe error en el grado de concentración.

El lavado se comenzará con lejía y se continuará con varias aguas puras para ultimar la limpieza, finalizando con la aplicación de agua ligeramente acidulada o amoniacal, que destruya las sales potásicas que puedan existir, en los paramentos y procedentes de las lejías.

El lavado con lejía se empezará por la parte baja de la superficie a limpiar, a fin de evitar corridos de color. El lavado con agua se ejecutará desde la parte superior hacia la inferior.

Para impedir que el agua de enjuagado forme espuma, se adicionará aproximadamente media copa de aguarrás por cada cubo de agua.

Si las superficies a pintar estuviesen anteriormente barnizadas o terminadas a la encaústica, serán despojadas de la capa protectora, empleándose para ello el método corriente si estuviesen protegidas por barniz y el amoníaco si lo estuviesen a la encáustica, ventilándose perfectamente los locales en que se haya empleado el amoníaco.

También será el lavado operación previa en la pintura al silicato, cuando ésta se aplique sobre superficies metálicas o sobre cementos.

Las superficies de estos tipos estarán perfectamente limpias de toda sustancia ácida o grasa. Se lavarán previamente con una disolución de sal de sosa si se trata de sustancias grasas, o con una solución de vitriolo, rebajada en agua, si se trata de sustancias ácidas. Esta última operación deberá ejecutarse rápidamente, para que el ácido no pueda atacar a las superficies sobre las que se va a pintar, que deberán ser lavadas a continuación con agua pura en abundancia.

El lavado podrá ser completo o parcial, según ordene el Director, pero se prohíbe terminantemente pintar sobre fondos antiguos sin lavado previo.

Los tipos de lavado a considerar son:

- a) lavado de conservación: Se hará si, a juicio del Director, es suficiente limpiar la pintura sin necesidad de nuevas manos de color. Se utilizará el tipo de lejía indicado en el apartado anterior, rebajado, al menos tres cuartos, para obtener agua de potasa muy débil;
- b) lavado para pintar de nuevo: Se hará si, a juicio del Director, es suficiente lavar las capas superficiales, conservándose las capas de fondo. Se utilizará agua de potasa bastante fuerte, en la graduación que sea necesaria según la clase de pintura;
- c) lavado completo: Se hará si, a juicio del Director, es necesario levantar todas las capas de pintura y poner al descubierto la superficie a pintar. Se ejecutará con lejía pura del tipo inicial señalado.

### **Quemado**

Si el lavado no es suficiente para levantar las antiguas pinturas al óleo o barnizadas, y en especial si están aplicadas sobre madera, se procederá al quemado de las superficies. Para ello se extenderá una capa de esencia de trementina sobre la pintura vieja, inflamándose esta esencia por la acción de una lámpara o estufa a lo largo de ella.

### **Rascado**

Se ejecutará cuando, a juicio del Director, sea necesario para eliminar irregularidades o rugosidades existentes sobre la superficie.

En las pinturas de reparación se ejecutará para levantar y hacer desaparecer todas las capas de pintura antigua que no hubieran desaparecido con el quemado y el lavado.

Se ejecutará con cuidado y empleándose en cada caso la espátula, cuchillo o rascadores apropiados a las superficies a rasar.

## **Preparación de paramentos de materiales ferrosos**

### **q. Limpieza y desengrase con disolventes orgánicos**

Los disolventes a utilizar serán en cada caso función de factores tales como su poder disolvente, posible acción corrosiva y precio.

Los más comunes son: gasolina ordinaria, gasolina con disolventes, "White-spirit", benzol, toluol y bencinas pesadas disolventes, e incluso mezclas que contengan alcoholes y ésteres disolventes típicos de los barnices celulósicos.

Se prohíbe usar disolventes residuales sucios. Sólo se aceptarán disolventes perfectamente transparentes y cuyo contenido en residuos fijos de evaporación sea menor al dos (2) por ciento. A igualdad de condiciones se preferirán los disolventes menos inflamables, tales como los derivados clorados de los hidrocarburos tricloroetileno.

Si en la limpieza se produce un nivel de vapores peligroso, se dispondrá ventilación forzada y se proveerá de máscaras a los operarios.

Se considera peligroso respirar de modo continuo aire que contenga por m<sup>3</sup>: 2 cN de gasolina ligera; 1 cN de tricloroetileno; 2 cN de acetato de amilo o de butilo; 0,9 cN de xilol o toluol; 0,2 cN de benzol ligero.

#### r. Limpieza y desengrase con disoluciones alcalinas

Se usarán como álcalis sosa cáustica, carbonato sódico, silicatos de sodio y bórax. Como emulsionantes y humectantes se usarán alcoholes sulfonados, sales trietanolamina y derivados polietilénicos.

La operación se realizará en caliente (85° C).

En todo caso el lavado alcalino será seguido de un enjuagado a fondo con agua limpia, hasta quitar todo resto de álcali.

Este tipo de limpieza solo se realizará en talleres adecuados que dispongan de los equipos necesarios.

#### s. Limpieza y desengrase por pirogenación

El metal se calentará en un horno o mediante lámpara o soplete a una temperatura entre 300-350° C.

Se adoptarán las precauciones pertinentes, que eviten la oxidación por la propia llama, residuos carbonosos, o posibles deformaciones.

#### t. Decapado y desoxidado

Es la operación de eliminar las costras de laminación y otras capas de óxido procedentes de las operaciones de elaboración mecánica.

Podrán emplearse los siguientes procedimientos:

Tratamiento por ácidos, procedimientos electrolíticos, empleo de llama oxiacetilánica, o empleo de chorro de arena.

#### u. Afinado

Tiene por objeto la eliminación de irregularidades mecánicas, siendo imprescindible cuando existan irregularidades pronunciadas.

Se realizará mediante tratamientos mecánicos localizados sobre la irregularidad y precedente a los restantes tratamientos de preparación.

Si entre las operaciones de preparación se realizase la de eliminación de óxido por procedimientos mecánicos, se simultaneará hasta con la eliminación de irregularidades mecánicas.

De no ser así, se especificará en cada caso el número y clase de tratamientos a realizar en función del grado de afinado que haya de lograrse en la superficie.

#### v. Modificación físico-química

Su objeto es mejorar las características de la superficie, aumentar la adherencia de las pinturas y la resistencia a la oxidación.

Se empleará el procedimiento de fosfatación con una película fina de fosfatos insolubles no conductores que den capas de fosfatos con espesor entre 5 y 10 micrómetros.

### 18.4 Condiciones generales

Antes de la aplicación de la pintura deberán estar recibidos y montados todos los elementos que deban ir en el paramento, y la temperatura ambiente será menor de veintiocho grados centígrados (28°C) y mayor de doce (12°C) grados centígrados.

La superficie de aplicación estará nivelada y lisa, y no incidirá directamente sobre ella el soleamiento.

Con lluvia o humedad relativa mayor del ochenta y cinco (85) por ciento se suspenderá la aplicación en paramentos no protegidos.

Se suspenderá la aplicación si la temperatura ambiente es inferior a seis (6°C) grados centígrados, o superior a veintiocho (28°C) grados centígrados.

Al finalizar la jornada se tapanán y protegerán perfectamente los envases y se limpiarán y repasarán los útiles de trabajo.

Después de la aplicación se evitarán en las zonas próximas a los paramentos revestidos la manipulación y trabajos con elementos que desprendan polvo o que dejen partículas en suspensión.

Se dejará transcurrir el tiempo de secado indicado por el fabricante, no utilizándose procedimientos artificiales de secado.

## 18.5 Control de calidad

### Criterios de aceptación y rechazo

El PPTP, o el Director de las obras, podrá ampliar los criterios de control y de aceptación o rechazo del presente Pliego. En cualquier caso, el incumplimiento de las especificaciones aquí incluidas dará lugar al rechazo de la obra ejecutada.

#### Control a realizar

#### Condición de no aceptación automática

#### En todos los tipos de pintura

Acabado	Aspecto y color distinto al especificado. Descolgamiento, cuarteamiento, bolsas, desconchados, falta de uniformidad
---------	---

#### Pintura al temple liso, picado, o goteado sobre ladrillo, yeso, o cemento

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
Preparación del soporte	Falta imprimación selladora, mano de fondo, o plastecido

#### Pintura a la cal sobre ladrillo y cemento

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
Preparación del soporte	Falta de mano de fondo

#### Pintura al silicato sobre ladrillo y cemento

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
Preparación del soporte	Falta mano de fondo, o protección de elementos próximos
Validez de la mezcla	Pasado el tiempo válido de la mezcla especificado por el fabricante

#### Pintura al cemento sobre ladrillo y cemento

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
--------------------------	---

Preparación del soporte	Falta de mano de fondo
Validez de la mezcla	Pasado el tiempo válido de la mezcla especificado por el fabricante
Acabado	Falta de humedecido posterior

#### **Pintura plástica lisa, picada, o goteada, sobre ladrillo, yeso o cemento**

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
Preparación del soporte	Falta imprimación selladora, mano de fondo, o plastecido

#### **Pintura plástica, o al óleo sobre madera**

Comprobación del soporte	Falta de sellado en los nudos
Preparación del soporte	Falta imprimación o plastecido

#### **Pintura al esmalte graso, o sintético sobre yeso y cemento**

Comprobación del soporte	Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias
Preparación del soporte	Falta imprimación selladora, mano de fondo, o plastecido

#### **Pintura al esmalte graso, o sintético sobre madera**

Comprobación del soporte	Falta de sellado en los nudos
Preparación del soporte	Falta imprimación, mano de fondo, o plastecido

#### **Pintura al esmalte graso, o sintético sobre hierro y acero**

Comprobación del soporte	Falta raspado de óxidos y limpieza del paramento
Preparación del soporte	Falta imprimación anticorrosiva.

#### **Pintura al esmalte graso, o sintético sobre galvanizados y metales no féreos**

Comprobación del soporte	Falta limpieza y desengrasado del paramento
Preparación del soporte	Falta de imprimación

#### **Pintura martelé sobre hierro y acero**

Comprobación del soporte	Falta raspado de óxidos y limpieza del paramento
Preparación del soporte	Falta de imprimación anticorrosiva

#### **Pintura martelé sobre galvanizados y metales no féreos**

Comprobación del soporte	Falta limpieza y desengrasado del paramento
--------------------------	---

Preparación del soporte                      Falta de imprimación

#### **Laca nitrocelulósica sobre madera**

Comprobación del soporte                      Falta de sellado en los nudos

Preparación del soporte                      Falta de imprimación, plastecido o lijado

#### **Laca nitrocelulosa sobre hierro y acero**

Comprobación del soporte                      Falta rascado de óxidos y limpieza del paramento

Preparación del soporte                      Falta de imprimación, plastecido o lijado

#### **Barniz hidrófugo de silicona sobre ladrillo y cemento**

Comprobación del soporte                      Existe humedad, moho, óxido, eflorescencias

Preparación del soporte                      Falta limpieza del soporte

#### **Barniz graso, o sintético sobre madera**

Comprobación del soporte                      Falta de sellado en los nudos

Preparación del soporte                      Falta mano de fondo o lijado

### **18.6 Criterio de medición y abono**

En paramentos, carpintería y cerrajería, la pintura se abonará por metros cuadrados realmente ejecutados.

En los restantes casos la forma de medición se establecerá en los documentos del Proyecto.

## 19 PAVIMENTOS

### 19.1 Soleras

#### 19.1.1 Definición

Capa resistente compuesta por una subbase granular compactada, impermeabilización y una capa de hormigón con espesor variable según el uso para el que esté indicado. Se apoya sobre el terreno, pudiéndose disponer directamente como pavimento mediante un tratamiento de acabado superficial, o bien como base para un solado.

Se utiliza para base de instalaciones o para locales con sobrecarga estática variable según el uso para el que este indicado (garaje, locales comerciales, etc.).

#### 19.1.2 Materiales

Serán de aplicación las prescripciones establecidas para la arena, grava y cemento en los correspondientes capítulos de este Pliego.

El sellante de juntas será de material elástico, introducible fácilmente en las juntas y adherente al hormigón.

El separador será de poliestireno expandido de dos (2) centímetros de espesor o de cualquier otro material aprobado por la Dirección.

#### 19.1.3 Condiciones generales

Las soleras se ejecutarán según las especificaciones de Proyecto y de la Dirección, y en su defecto se aplicarán los siguientes criterios:

- a) El terreno de apoyo de la solera estará limpio y compactado, no se admitirán irregularidades locales mayores de veinticinco (25) milímetros.
- b) No se admitirán hormigones cuya resistencia característica sea inferior al noventa (90) por ciento de la especificada.
- c) No se admitirán variaciones, en espesor de la solera especificado, superiores a menos un (-1) centímetro, o más uno y medio (+1,5).
- d) El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.
- e) La superficie se terminará mediante regleado.

#### 19.1.4 Condiciones de ejecución

La ejecución debe efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo y las corrientes de aire.

#### Solera para las instalaciones

Se ejecutará con hormigón de resistencia característica doscientos (200) decanewtons por centímetro cuadrado (20 MPa), formando una capa de quince (15) centímetros de espesor.

#### Solera ligera

Se ejecutará una capa de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, de diez (10) centímetros de espesor, extendida sobre terreno compactado mecánicamente hasta conseguir, como mínimo, el noventa y cinco (95) por ciento del Proctor Normal. Se terminará esta capa enrasándola previo compactado en dos (2) capas.

A continuación se pondrá una lámina aislante de polietileno sobre la que se extenderá una capa de hormigón de resistencia característica doscientos cincuenta (250) decanewtons por centímetro cuadrado (25 MPa) y diez (10) centímetros de espesor.

No se admitirán faltas de planeidad mayores de tres (3) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, si la solera no lleva revestimiento.

#### Solera semipesada

Se ejecutará una capa de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, de quince (15) centímetros de espesor, extendida sobre terreno compactado mecánicamente hasta conseguir, como mínimo, el noventa y cinco (95) por ciento del Proctor Normal. Se terminará esta capa enrasándola previo compactado en dos (2) capas.

A continuación se pondrá una lámina aislante de polietileno sobre la que se extenderá una capa de hormigón de resistencia característica doscientos cincuenta (250) decanewtons por centímetro cuadrado (25 MPa) y quince (15) centímetros de espesor.

No se admitirán faltas de planeidad mayores de tres (3) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, si la solera no lleva revestimiento.

#### Solera pesada

Se ejecutará una capa de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, de quince (15) centímetros de espesor, extendida sobre terreno compactado mecánicamente hasta conseguir un valor del cien (100) por cien del Proctor Normal, no admitiéndose valores inferiores al noventa y cinco (95) por ciento. Se terminará esta capa enrasándola previo compactado en dos (2) capas.

A continuación se pondrá una lámina aislante de polietileno sobre la que se extenderá una capa de hormigón de resistencia característica doscientos cincuenta (250) decanewtons por centímetro cuadrado (25 MPa) y veinte (20) centímetros de espesor.

No se admitirán faltas de planeidad mayores de tres (3) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, si la solera no lleva revestimiento.

#### Solera para cámaras frigoríficas

Se ejecutará con grava, de tamaño menor de dos (2) centímetros, formando una capa de treinta (30) centímetros de espesor, extendida sobre terreno compactado al noventa y cinco (95) por ciento del Proctor Normal. Se deberá compactar en tres capas. En el interior de esta capa se dispondrán tubos de drenaje y de ventilación de diez (10) centímetros de diámetro colocados a una distancia de ciento cincuenta (150) centímetros.

Sobre esta capa de grava se extenderá otra de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, formando una capa de nivelación de dos (2) centímetros de espesor.

A continuación se pondrá una lámina bituminosa con las juntas soldadas en caliente, no admitiéndose en ella perforaciones, roturas, juntas mal soldadas o cualquier desperfecto que reste impermeabilidad a la

lámina. Sobre ella se dispondrán tres capas de corcho de cinco (5) centímetros de espesor cada una, con las juntas cruzadas, unidas mediante adhesivo bituminoso aplicado en caliente.

Finalmente se procederá al extendido de una capa de hormigón de resistencia característica doscientos cincuenta (250) decanewtons por centímetro cuadrado (25 MPa) y diez (10) centímetros de espesor. En su interior se colocará una malla electrosoldada formada por redondos de diámetro tres (3) milímetros del tipo B 400-S cada diez (10) centímetros.

No se admitirán faltas de planeidad mayores de tres (3) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, si la solera no lleva revestimiento.

#### Junta de retracción

Se ejecutarán las juntas efectuando un cajeadado a máquina o dejándolo previsto en la capa de hormigón. La junta tendrá un espesor comprendido entre medio (0,5) y un (1) centímetro, y una profundidad de un tercio (1/3) del espesor de la capa de hormigón, rellenándose posteriormente con el sellante.

No se admitirá una separación de juntas mayor de seis (6) metros.

#### Junta de contorno

Se colocará un separador alrededor de cualquier elemento que corte la solera, como pilares o muros, antes de verter el hormigón.

La altura del separador será igual al espesor del hormigón, no admitiéndose variaciones superiores a menos cero coma cinco (-0,5), o más un (+1) centímetro sobre el espesor de la capa de hormigón.

#### 19.1.5 Control de calidad

En fase de proyecto se clasificará el suelo en relación a la resistencia al deslizamiento, según proyecto y el CTE DB SU 1.

Según el CTE DB SU 1, apartado 1, en los casos en que haya que determinar in situ el valor de la resistencia al deslizamiento del solado, se realizará el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Según el CTE DB SU 1, apartado 2, para limitar el riesgo de caídas el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) No presentar imperfecciones que supongan una diferencia de nivel mayor de 6 mm.
- b) Los desniveles menores o igual de 50 mm se resolverán con una pendiente  $\leq 25\%$ .
- c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentaran huecos donde puedan introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

#### 19.1.6 Criterio de medición y abono

Cualquier tipo de solera se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie ejecutada, descontando unidades constructivas ajenas, aplicando a sus resultados el correspondiente precio del Cuadro de Precios, incluyendo éstos según casos, vertido, compactado y reglado de hormigón; colocación de malla, colocación

de lámina aislante o soldadura de lámina bituminosa, extendido de grava, extendido y compactado de arena, colocación y pegado de placas de corcho, colocación de tubos.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

#### 19.1.7 Normas de referencia

UNE-ENV 12633:2003 Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento / resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir.

CTE DB SU Código técnico de la edificación. Documento básico. Seguridad en la utilización.

### 19.2 Terrazos

#### 19.2.1 Definición

Revestimiento para acabados de suelos y peldaños de escaleras de uso interior o exterior, que consiste en una mezcla de mortero o cemento al que se le han incrustado fragmentos de piedra, una vez pulimentado da la impresión de ser un mosaico.

Los suelos de terrazo pueden ser in situ o con baldosas.

#### 19.2.2 Materiales

##### a) Baldosa de terrazo

Serán de aplicación las especificaciones contenidas en 5.1 de Parte 2.

##### b) Rodapié

Es la pieza rectangular constituida por capa de base de mortero de cemento y cara de huella formada por mortero de cemento con arenilla de mármol, chinas o lajas de piedra y colorantes.

La cara de huella se podrá presentar pulida o lavada, sin defectos, de aspecto y color uniforme y aristas vivas.

Deberá llevar grabada en el dorso la marca del fabricante.

Sus dimensiones en centímetros podrán ser: Longitud: 20, 25, 30, 40 ó 50. Espesor mínimo: 2 cm. Altura mínima: 7 cm.

##### c) Mortero de acabado

Mortero de cemento blanco BL-V 22,5 con arenilla de mármol, colorantes y chinas procedentes de mármoles, calizas o pórfidos, exenta de arcilla o materia orgánica.

Los colorantes deberán ser estables a la luz y estarán exentos de materia que pueda perjudicar el fraguado o alterar el endurecimiento.

##### d) Banda para juntas

Serán de latón, con un espesor mínimo de cero con un (0,1) centímetro y altura de dos centímetros y medio (2,5).

### 19.2.3 Condiciones de generales

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB SU 1, en función del uso y localización en el edificio.

El forjado soporte del revestimiento pétreo deberá cumplir las siguientes condiciones en cuanto a:

- a) Flexibilidad: la flecha activa de los forjados será inferior a 10 mm.
- b) Resistencia mecánica: el forjado soportará sin rotura o daños las cargas de servicio, el peso permanente del revestimiento y las tensiones del sistema de colocación.

### 19.2.4 Condiciones de ejecución

La puesta en obra de los terrazos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa.

La colocación debe efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo y las corrientes de aire. Se respetarán las juntas estructurales y se preverán juntas de dilatación que se sellarán con silicona. Asimismo se dispondrán juntas de construcción en el encuentro de los pavimentos con elementos verticales o pavimentos diferentes.

El pulido se realizará transcurridos cinco días desde la colocación del pavimento. Se extenderá una lechada de cemento blanco para tapar las juntas y los poros abiertos y a las 48 horas se pulirá la superficie pasando una piedra abrasiva de grano fino y una segunda de afinado para eliminar las marcas del rebaje para eliminar las marcas anteriores. En los rincones y orillas del pavimento se utilizará máquina radial de disco flexible, rematándose manualmente.

### Terrazo in situ

Se ejecutará una capa de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, de dos (2) centímetros de espesor, extendida sobre forjado o solera. Sobre ésta se extenderá una capa de mortero de cemento tipo CEM II/A-P 32,5 y arena de río, de dosificación 1:10 de un centímetro y medio (1,5) de espesor, no admitiéndose espesores menores. Sobre esta base se colocará una malla de redondos de cuatro (4) milímetros de diámetro del tipo B 400-S cada diez (10) centímetros.

Se extenderá, posteriormente, otra capa de mortero de cemento tipo CEM II/A-P 32,5 y arena de río de dosificación 1:4 de un centímetro y medio (1,5 cm) de espesor, apisonándola y nivelándola.

Las bandas para juntas irán insertadas en esta capa y se formarán cuadrículas de lado no mayor de un metro con veinticinco (1,25 m).

El mortero acabado se extenderá formando una capa de un centímetro y medio (1,5 cm) de espesor, apisonándola y nivelándola. Durante una semana se dejará cubierta adecuadamente para mantenerla húmeda.

El acabado se hará mediante pulido con máquina de disco horizontal empleándose lechada de cemento, piedra de carborundo de grano fino y esparto o fieltro pulido. Podrá utilizarse ácido oxálico u otro producto adecuado.

No se admitirán espesores en la capa de acabado inferiores a los especificados, así como variaciones en la planeidad del terrazo en todas direcciones, superiores a cuatro (4) milímetros, medidas con regla de dos (2) metros.

### Terrazo de baldosas

Se ejecutará una capa de arena de río, de grano menor de medio (0,5) centímetro, de dos (2) centímetros de espesor, extendida sobre forjado o solera. Sobre ésta se extenderá una capa de mortero de cemento tipo CEM II/A-P 32,5 y arena de río, de dosificación 1:6; de dos (2) centímetros de espesor, no admitiéndose espesores inferiores.

Las baldosas se humedecerán antes de colocarlas, asentándolas sobre la capa de mortero cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido del solado. Al objeto de rellenar las juntas entre baldosas se extenderá sobre éstas una lechada de cemento.

El acabado pulido del solado se hará con máquina de disco horizontal. No pisándose durante los cuatro (4) días siguientes.

La planeidad del terrazo en todas direcciones no variará más de cuatro (4) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, ni tendrá cejas superiores a dos (2) milímetros.

### Rodapié colocado

Se humedecerá antes de colocarlo. Se asentará sobre el paramento no acabado, habiéndose aplicado previamente en él mortero de cemento tipo CEM II/A-P 32,5 con arena de río, de dosificación 1:6 sobre el dorso del rodapié, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido. Se rematará rejuntando con lechada de cemento.

No se admitirán variaciones en la planeidad del rodapié mayores de cuatro (4) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

### 19.2.5 Control de calidad

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte 2, "Condiciones de recepción de materiales". Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En fase de proyecto se clasificará del suelo en relación a la resistencia al deslizamiento, según proyecto y el CTE DB SU 1.

Según el CTE DB SU 1, apartado 1, en los casos en que haya que determinar in situ el valor de la resistencia al deslizamiento del solado, se realizará el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Según el CTE DB SU 1, apartado 2, para limitar el riesgo de caídas el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) No presentar imperfecciones que supongan una diferencia de nivel mayor de 6 mm.
- b) Los desniveles menores o igual de 50 mm se resolverán con una pendiente  $\leq 25\%$ .
- c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentaran huecos donde puedan introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

### 19.2.6 Criterio de medición y abono

Los distintos tipos de terrazos se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) aplicando a su resultado el correspondiente precio del Cuadro de Precios del proyecto, incluyendo éste:

- a) En el caso de terrazo in situ: extendido de arena; colocación de malla y banda; vertido, apisonado, nivelado y pulido del mortero de acabado; así como la limpieza del pavimento.
- b) En el caso de terrazos de baldosas el precio incluirá: extendido de arena, colocación de baldosa, enlechada, pulida y limpieza del solado.

Los rodapiés se medirán por metro lineal aplicando a sus resultados su correspondiente precio del Cuadro de Precios del proyecto, incluyendo ésta aplicación del mortero, enlechado y limpieza.

La valoración dada se referirá a la ejecución de la unidad completa terminada.

### 19.2.7 Normas de referencia

UNE-ENV 12633:2003 Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento / resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir.

CTE DB SU Código técnico de la edificación. Documento básico. Seguridad en la utilización.

## 19.3 Baldosas

### 19.3.1 Definición

Revestimiento para acabados de suelos interiores, exteriores y peldaños con baldosas cerámicas esmaltadas o no, con baldosas de cemento o cerámicas, y piezas complementarias y especiales, recibidos al soporte mediante material de agarre, con o sin acabado rejuntado.

### 19.3.2 Materiales

#### a) Baldosas de cemento

Serán de aplicación las prescripciones contenidas en 5.1 de Parte 2.

#### b) Baldosas cerámicas

Serán de aplicación las prescripciones contenidas en 4.3 de Parte 2.

#### c) Rodapié de cemento

Es la pieza para plinto de solado o zanquín de escalera, de altura no menor de cinco (5) centímetros, compuesta de cemento hidráulico, colorantes y áridos pétreos, comprimidos o vibrados.

Según la cantidad de cemento tendremos los siguientes tipos:

##### c.1) Rodapié de cemento hidráulico

Constituido por una capa de huella de mortero rico en cemento, arena muy fina y colorantes, y una capa de base de mortero menos rico en cemento y arena gruesa. Podrá presentar una capa intermedia de mortero análogo al de la huella, sin colorantes.

##### c.2) Rodapié de cemento en pasta

Constituido por una capa de cemento con colorantes. Podrá presentar una pequeña cantidad de arena muy fina.

#### **d) Rodapié cerámico**

Es la pieza para plinto de solado o zanquín de escalera, de altura no menor de cinco (5) centímetros, compuesta de arcillas, caolines, sílice, fundentes y otros componentes, cocidos a altas temperaturas.

El acabado de su cara vista podrá ser: esmaltado o no esmaltado.

El esmalte o revestimiento vítreo será totalmente impermeable e inalterable a la luz.

Su cara vista estará exenta de grietas y manchas. La cara dorsal tendrá relieves que faciliten su adherencia con el material de agarre.

Según sea el material cerámico normal o gres se atenderá a los siguientes criterios:

##### **d.1) Rodapié cerámico normal**

Reunirá las siguientes características mínimas:

- peso específico aparente: 1 900 daN/m<sup>3</sup>;
- resistencia a la flexión: 125 decanewtons por centímetro cuadrado (12,5 MPa).

##### **d.2) Rodapié cerámico de gres**

Deberá tener fractura concoidea.

Será resistente al ataque de agentes químicos, excepto cáusticos alcalinos calientes y ácido fluorhídrico.

Reunirá las siguientes características mínimas:

- coeficiente de absorción de agua, 3 por 100;
- peso específico aparente: 2 300 daN/m<sup>3</sup>;
- resistencia a la flexión: 250 decanewtons por centímetro cuadrado (25 MPa).

#### **e) Separador**

Es la pieza de remate del encuentro entre solados.

No presentará alabeos, grietas ni deformaciones.

Podrá ser metálico o plástico.

**METÁLICO.-** Formado por banda o perfil de latón, acero inoxidable o con acabado resistente a la corrosión, aleación de aluminio anodizado con recubrimiento anódico de espesor no menor de diez (10) micras.

**PLÁSTICO.-** Constituido por banda o perfil de PVC.

#### **f) Cubrejuntas**

Es la pieza para remate del encuentro de solados con juntas.

No presentará alabeos, grietas ni deformaciones, y una vez colocado podrá soportar los esfuerzos debidos a los desplazamientos de la junta.

Podrá ser metálico o plástico.

**METÁLICO.-** Formado por banda o perfil de latón, acero inoxidable o con acabado resistente a la corrosión, aleación de aluminio anodizado con recubrimiento anódico de espesor no menor de diez (10) micrómetros.

**PLÁSTICO.-** Constituido por banda o perfil de PVC o policloropreno.

#### **g) Lechada de cemento**

Compuesta a base de cemento CEM II/A-P 32,5 o CEM II/A-P 42,5 con las características definidas para la recepción de conglomerantes hidráulicos y el agua de amasado en este Pliego. Se le podrán añadir colorantes.

Su consistencia será fluida. Su dosificación será de novecientos (900) decanewtons de cemento por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua de amasado.

Se podrá confeccionar con arena de tamaño de grano pasado por el tamiz 0,08 milímetros. Su dosificación en volumen respecto al cemento será 1:1.

#### **h) Mamperlan**

Es la pieza para guarnecer el borde de los peldaños.

No presentará alabeos, grietas ni deformaciones, y su superficie será antideslizante.

Podrá ser de madera, metálico, o plástico.

**MADERA.-** Formado por listón o angular de madera frondosa con una dureza tangencial en escala de Chalais Mendón no menor de dos con cinco (2,5) ni superior a diez (10), o resinosa con un peso específico no menor de cuatrocientos (400) daN/m<sup>3</sup>.

Tendrá una humedad inferior al ocho (8) por ciento.

Estará aclimatada al lugar de empleo, y tendrá un envejecimiento natural mayor de seis (6) meses, o con sus tensiones estabilizadas, y tratada contra ataque de hongos o insectos.

**METÁLICO.-** Formado por perfil de acero inoxidable o con acabado resistente a la corrosión, o aleación de aluminio con recubrimiento anódico de espesor no menor de diez (10) micrómetros.

**PLÁSTICO.-** Constituido por banda o perfil de PVC o goma.

### **19.3.3 Condiciones de generales**

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB SU 1, en función del uso y localización en el edificio.

El forjado soporte del revestimiento pétreo deberá cumplir las siguientes condiciones en cuanto a:

- a) Flexibilidad: la flecha activa de los forjados será inferior a 10 mm.
- b) Resistencia mecánica: el forjado soportará sin rotura o daños las cargas de servicio, el peso permanente del revestimiento y las tensiones del sistema de colocación.

### **19.3.4 Condiciones de ejecución**

La puesta en obra de baldosas de cemento o cerámicas deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa.

La colocación debe efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo y las corrientes de aire. Se respetarán las juntas estructurales y se preverán juntas de dilatación que se sellarán con silicona. Asimismo se dispondrán juntas de construcción en el encuentro de los pavimentos con elementos verticales o pavimentos diferentes.

Entre las baldosas se dispondrán juntas de ancho no menor a un (1) milímetro respetándose las juntas previstas en la capa base de mortero. Estas juntas se rellenarán con lechada de cemento. Si el ancho de las

juntas es menor de tres (3) milímetros se utilizará lechada de cemento puro y para anchos mayores lechada con arena. Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.

No se admitirán faltas de planeidad del pavimento superiores a tres (3) milímetros, medida con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

No se admitirán faltas de alineación de juntas superiores a dos (2) milímetros, medida con regla de dos (1) metros

Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas. Siempre que sea posible los cortes se realizarán en los extremos de los paramentos.

#### **a) Pavimento de baldosas recibidas con mortero**

Sobre el soporte se extenderá un lecho de espesor no menor de dos (2) centímetros formado con arena de granulometría continua seca y limpia y de tamaño máximo de grano de cero con cinco (0,5) centímetros. Sobre este lecho se extenderá una capa de dos (2) centímetros de espesor de mortero de cemento de dosificación 1:6. En pavimentos al exterior sobre solera, se dispondrán juntas de ancho no menor de un centímetro y medio (1,5) formando una cuadrícula de lado no mayor de diez (10) metros, que se rellenarán con arena.

Sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado con cemento, se procederá a asentar las baldosas, previamente humedecidas, cuidándose que formen una superficie continua.

#### **b) Pavimento de baldosas pegadas**

La capa base de arena y el asiento de mortero se realizarán según lo especificado en el apartado anterior. Sobre la capa de mortero, previa limpieza de su superficie y cuando su humedad sea menor del tres (3) por ciento se aplicará el adhesivo de acuerdo con las instrucciones del fabricante, procediéndose a continuación al asiento de la baldosa.

#### **c) Rodapié recibido con mortero**

Se aplicará sobre el dorso del rodapié mortero de cemento de dosificación 1:6, y se asentará el rodapié sobre el paramento; cuidando que la superficie de asiento sea continua y que el espesor resultante del mortero de recibido sea mayor de un (1) centímetro.

#### **d) Rodapié pegado**

Sobre el paramento se extenderá una capa niveladora de espesor no menor de un (1) centímetro de mortero de cemento de dosificación 1:6. Sobre esta capa, previa limpieza de su superficie y cuando su humedad sea menor del tres (3) por ciento, se aplicará el adhesivo conforme a las instrucciones del fabricante, asentando a continuación el rodapié.

#### **e) Peldaño de baldosas recibidas con mortero**

Sobre el peldaño se extenderá una capa no menor de dos (2) centímetros de mortero de cemento de dosificación 1:6, aplicándose igualmente mortero de este tipo sobre el dorso de la baldosa y pieza de tabica.

La baldosa de tabica se asentará sobre la tabica del peldaño de forma que el espesor resultante de mortero sea mayor de un centímetro. La baldosa de huella se asentará sobre la capa de mortero, previo espolvoreado de pasta con cemento. En ambos casos cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido del solado.

#### **f) Peldaño de baldosas pegadas**

Sobre el peldaño se extenderá una capa niveladora de mortero de cemento de dosificación 1:6, de dos (2) centímetros de espesor en la huella y un (1) centímetro en la tabica. Sobre esta capa, previa limpieza de su

superficie y cuando su humedad sea menor del tres (3) por ciento, se aplicará el adhesivo de acuerdo con las instrucciones del fabricante, asentando a continuación la baldosa.

**g) Peldaño con mamperlán de baldosas recibidas con mortero**

Las baldosas se colocarán según lo especificado en el apartado e.

El mamperlán se empotrará en los paramentos que limiten al peldaño. Los de madera o metálicos podrán recibirse con patillas o tornillos de acero protegido contra la corrosión y a una distancia no mayor de cincuenta (50) centímetros. Los de goma, PVC y metálicos con adhesivo.

El mamperlán quedará enrasado con la huella.

**h) Peldaño con mamperlán de baldosas pegadas**

Las baldosas se colocarán según lo especificado en el apartado f.

El mamperlán se ejecutará según lo especificado en el apartado g.

**i) Separador colocado**

Deberá quedar enrasado con el pavimento y perfectamente adosado en toda su longitud a ambas caras del encuentro.

Se recibirá en la capa de mortero.

**j) Junta de dilatación sellada**

Si el sellante es un producto pastoso se aplicará sobre la junta, que deberá presentar sus caras secas y limpias. Si es un perfil preformado se introducirá en la junta a presión.

Cuando sea necesario disponer de un material de fondo, éste será celular o espumoso comprensible y compatible con el sellante.

De acuerdo en ambos casos con las instrucciones del Documento de Idoneidad Técnica del sellante.

**k) Junta de dilatación con cubrejuntas**

El cubrejuntas se introducirá en la junta por presión y ajuste o se fijará a uno de sus lados.

La fijación se podrá realizar con tornillos a distancia no superior a cincuenta (50) centímetros, con adhesivo o directamente a la capa de mortero del pavimento, debiendo quedar ajustado a éste en toda su longitud.

### 19.3.5 Control de calidad

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte 2, "Condiciones de recepción de materiales". Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En fase de proyecto de clasificación del suelo en relación a la resistencia al deslizamiento, según proyecto y el CTE DB SU 1.

Según el CTE DB SU 1, apartado 1, en los casos en que haya que determinar in situ el valor de la resistencia al deslizamiento del solado, se realizará el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Según el CTE DB SU 1, apartado 2, para limitar el riesgo de caídas el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) No presentar imperfecciones que supongan una diferencia de nivel mayor de 6 mm.
- b) Los desniveles menores o igual de 50 mm se resolverán con una pendiente  $\leq 25\%$ .
- c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentaran huecos donde puedan introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

### 19.3.6 Criterio de medición y abono

Los pavimentos de baldosas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada; a los que se les aplicará el precio correspondiente del Cuadro de Precios del proyecto, incluyendo éstos:

- En pavimento donde las baldosas van recibidas con mortero: nivelado de la arena, ejecución de maestras, espolvoreado, humedecido, enlechado y limpieza de pavimento.
- En los pavimentos donde las baldosas vayan pegadas: nivelado de arena y mortero, enlechado y limpieza del pavimento.

Los rodapiés se medirán por metros lineales realmente colocados; a los que se les aplicará el correspondiente precio del Cuadro de Precios del proyecto, incluyendo éstos:

- Rodapié recibido con mortero: repaso del pavimento, alineado, humedecido, enlucido, enlechado y limpieza del rodapié.
- Rodapié pegado: aplomado de la capa de mortero, enlechado y limpieza del rodapié.

Los peldaños se medirán por metros lineales de longitud de peldaño realmente ejecutado de igual huella y tabica; a los que se les aplicará el correspondiente precio del Cuadro de Precios del proyecto, incluyendo éstos:

- Peldaño de baldosas recibidas con mortero: nivelado y aplomado del mortero, recibido del mamperlán (en su caso), sentado de las piezas; espolvoreado, humedecido, enlechado y limpieza del peldaño.
- Peldaño de baldosas pegadas; nivelado y aplomado del mortero, recibido del mamperlán (en su caso), enlechado y limpieza del peldaño.

Los separadores y las juntas de dilatación con o sin cubrejuntas se medirán por metros lineales de longitud realmente ejecutada; a los que se les aplicará el correspondiente precio del Cuadro de Precios, incluyendo éstos:

- Recibido, fijación o aplicación según los casos.

### 19.3.7 Normas de referencia

UNE-ENV 12633:2003	Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento / resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir.
CTE DB SU	Código técnico de la edificación. Documento básico. Seguridad en la utilización.

## 19.4 Entarimados

### 19.4.1 Definición

Se entiende por entarimado los revestimientos de suelos constituidos por elementos de madera con diferentes formatos, colocados sobre el propio forjado o sobre una solera.

### 19.4.2 Materiales

- Parqué macizo con ranuras y/o lengüetas. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13226:2009.
- Productos de lamparqué macizo. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13227:2003.
- Parqué de madera maciza con sistemas de interconexión. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13228:2011.
- Elementos de parqué mosaico. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13488:2003.
- Elementos de parqué multicapa. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13489:2004 ERRATUM.
- Tablas pre-ensambladas macizas. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13629:2012.
- Tablas macizas de madera. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 13990:2004.
- Tableros derivados de la madera. Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 14354:2007.
- Parqué de madera maciza: Cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 14761+A1:2008.

### 19.4.3 Condiciones generales

Las características correspondientes que deben cumplir los suelos de madera y parqué, así como los revestimientos de suelos rechapados con madera, son las que se especifican en la norma UNE-EN 14342:2006+A1:2009.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB CTE SU, en función del uso y localización en el edificio.

Según el DB CTE HS, apartado 2.3.2, cuando se trate de revestimiento exterior, debe tener una resistencia a filtración.

### 19.4.4 Condiciones de ejecución

El revestimiento de madera se colocará cuando el local disponga de los cerramientos exteriores acristalados, para evitar la entrada de agua de lluvias, los efectos de las heladas, las variaciones excesivas de la humedad relativa y la temperatura etc. Los materiales de paredes y techos deberán presentar una humedad inferior al 2,5 %, salvo los yesos y pinturas que podrán alcanzar el 5 %. No se iniciarán los trabajos de colocación hasta que se alcancen (y mantengan) las siguientes condiciones de humedad relativa de los locales:

- a) En zonas de litoral: por debajo del 70%.
- b) En zonas del interior peninsular: por debajo del 60%.

Las pruebas de instalaciones de abastecimiento y evacuación de aguas, electricidad, calefacción, aire acondicionado, incluso colocación de aparatos sanitarios, deberán realizarse antes de iniciar los trabajos de colocación del suelo de madera.

La colocación de otros revestimientos de suelos tales como los cerámicos, mármol etc., en zonas de baños, cocinas y mesetas de entrada a pisos estará concluida antes de iniciar la colocación del revestimiento de madera. En cualquier caso se asegurará el secado adecuado de los morteros con que se reciben estos revestimientos. Los trabajos de tendido de yeso blanco y colocación de escayolas estarán terminados. Los cercos o precercos de hueco de puerta estarán colocados.

Una vez establecidas todas estas condiciones previas, se procederá a la colocación de los revestimientos de suelos de madera, con cualquiera de los tres sistemas principales (encolado, flotante o sobre rastreles), según se especifican en la norma UNE 56810:2010 ERRATUM:2011.

#### 19.4.5 Control de calidad

##### Control de suministros

Cumplirá las condiciones especificadas en las normas UNE-EN que se indican en el Apdo. 19.4.2 de este Pliego.

##### Control de recepción

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros, el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de la idoneidad y el control mediante ensayos.

##### Criterios de aceptación y rechazo. Tolerancias

Se deberá incluir en el PPTP un sistema de tolerancias, debiendo quedar establecidas las decisiones y sistemática a seguir en caso de incumplimientos.

Salvo que el PPTP indique otra cosa se deberá cumplir con las tolerancias especificadas para los materiales en las normas UNE-EN que se indican en el Apdo. 19.4.2 de este Pliego y para la colocación en la norma UNE 56810:2010 ERRATUM:2011.

#### 19.4.6 Criterios de medición y abono

La medición y abono se realizará por metro cuadrado de pavimento conformado por tablillas adheridas de solera o tarima clavada o encolada a rastreles, colocado, incluyendo o no lijado y barnizado, incluso cortes, eliminación de restos y limpieza. Los revestimientos de peldaño y los rodapiés, se medirán y valorarán por metro lineal.

#### 19.4.7 Normas de referencia

DB CTE HS	Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Salubridad.
DB CTE SU	Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Seguridad de Utilización .
UNE 56810:2010 ERRATUM:2011	Suelos de madera. Colocación. Especificaciones.

UNE-EN 13226:2009	Suelos de madera. Elementos de parquet macizo con ranuras y/o lengüetas.
UNE-EN 13227:2003	Suelos de madera. Productos de lamparqué macizo.
UNE-EN 13228:2011	Suelos de madera. Parqué de recubrimiento de madera maciza con sistema de interconexión, incluido bloque inglés.
UNE-EN 13488:2003	Suelos de madera. Elementos de parquet mosaico.
UNE-EN 13489:2004 ERRATUM	Suelos de madera. Elementos de parquet multicapas.
UNE-EN 13629:2012	Suelos de madera. Tablas pre-ensambladas macizas de madera de frondosas.
UNE-EN 13990:2004	Suelos de madera. Tablas macizas de madera de coníferas para revestimientos de suelo.
UNE-EN 14342:2006+A1:2009	Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado.
UNE-EN 14354:2007	Tableros derivados de la madera. Revestimientos de suelos rechapados con madera.
UNE-EN 14761:2006+A1:2008	Suelos de madera. Parquet de madera maciza. Tablillas verticales, listoncillos y tacos de parquet.

## 19.5 Pavimento de piedra

### 19.5.1 Definición

Revestimiento para acabados de suelos interiores, exteriores y peldaños con piezas de piedra natural o artificial, recibidas al soporte mediante material de agarre, pudiendo tener distintos tipos de acabado.

### 19.5.2 Materiales

Deberán cumplir con las especificaciones contenidas en este Pliego en su capítulo correspondiente.

La constitución natural de los principales materiales es:

**GRANITO.-** Homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado ni fisurado; predominará el cuarzo sobre el feldespato y será pobre en mica. La estructura podrá ser de grano fino o grueso.

**CUARCITA.-** Homogénea, de fractura concoidea y sin fisuras. Su estructura podrá ser granulosa o compacta.

**PIZARRA.-** Homogénea, de grano muy fino y duro, sin nódulos o vetas alterables. Su estructura presentará hojas en planos paralelos al de estratificación. No contendrá sulfuro de hierro.

**ARENISCA.-** Homogénea, sin vetas de fractura y porosidad reducida. Su composición será silícea o ferruginosa, exenta de aglomerantes arcillosos. Su estructura deberá ser compacta.

**MÁRMOL.-** Homogénea, de fractura sacaroidea. No se emplearán explosivos de arranque en su extracción, para evitar grietas o pelos. Su estructura podrá ser compacta, vetada, arborescente o fosilífera, sin coqueras ni grietas de fractura. No contendrá masas terrosas.

CALIZA.- Homogénea, sin vetas, de fractura y porosidad reducida. Su estructura podrá ser compacta, granulosa y cristalina. No deberá contener masas terrosas.

#### **a) Losas**

Piezas de forma regular o no, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera; la cara superior plana trabajada y la inferior sólo desbastada o en estado natural como en el caso de la pizarra.

El material de las losas y acabados de su superficie vista será:

GRANITO.- Pulido mate, apomazado, abujardado, granulado o rugoso y flameado.

CUARCITA.- Pulido mate, apomazado, rugoso o a corte de sierra.

PIZARRA.- A corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

ARENISCA.- Natural, de color uniforme, apomazado, abujardado o a corte de sierra.

Las dimensiones, largo y ancho en centímetros podrán ser: cuarenta, cincuenta y sesenta (40, 50 y 60) combinables entre sí, y el espesor mínimo será de tres (3) centímetros para el granito, cuarcita y pizarra y de ocho (8) centímetros para las areniscas.

Cumplirá todas las condiciones y características indicadas en las normas UNE 12057:2005 y las contenidas en este Pliego en su capítulo correspondiente.

#### **b) Baldosas**

Para cuadrado o rectangular, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera; la cara superior plana trabajada y la cara inferior cortada a sierra. Con bordes vivos o biselados.

El material de baldosas y acabado de su superficie vista será:

GRANITO.- Pulido mate o brillante, apomazado, abujardado, a corte de sierra, granulado o rugoso.

CUARCITA.- Pulido mate, rugoso o a corte de sierra.

MÁRMOL.- Pulido mate o brillante, apomazado o a corte de sierra.

PIZARRA.- Pulido brillante o mate, a corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

CALIZA.- Pulido mate o brillante, apomazado, abujardado, debastado o a corte de sierra.

El largo y ancho podrán ser veinticinco (25), treinta (30), cuarenta (40), cincuenta (50) y sesenta (60) centímetros, combinables entre sí, y el espesor mínimo será de dos (2) centímetros si el lado mayor es menor de cuarenta (40) centímetros y de tres (3) centímetros si es mayor de cuarenta (40) centímetros.

Cumplirá todas las condiciones y características indicadas en las normas UNE-EN 1341:2002 y las contenidas en este Pliego en su capítulo correspondiente.

#### **c) Baldosa permeable**

Pieza de forma rectangular o cuadrada, compuesta por una o varias capas de mortero de cemento, áridos de machaqueo de tamaño medio en la base inferior y pequeño en la superior. En función del tamaño y material del árido y permeabilidad requerido, se añadirán al cemento componentes orgánicos o inorgánicos que formen los huecos para el paso del agua.

Se utilizarán pigmentos o colorantes mezclados con polvo muy fino que deberán ser estables a la luz y a los agentes atmosféricos, no afectar al fraguado de la mezcla y ser compatibles con el resto de los componentes.

Deberá venir especificado por el fabricante: resistencia a la compresión; resistencia a la flexión, dureza Mohs, absorción de agua en tanto por ciento (%), resistencia a las heladas y resistencia a los agentes químicos.

Sus aristas se presentarán vivas y estarán exentas de grietas, desconchones, manchas o defectos aparentes.

Cumplirá todas las condiciones y características indicadas en las normas UNE-EN 1341:2002 y las contenidas en este Pliego en su capítulo correspondiente.

#### **d) Rodapié**

Pieza rectangular para plinto de solado o zanquín de escalera.

Podrá estar compuesta por los siguientes materiales: granito, cuarcita, mármol, pizarra, caliza.

Se cumplirán todas las especificaciones indicadas para estos materiales en los apartados del presente Pliego.

Las piezas presentarán sus aristas vivas a excepción de la superior que podrá ser biselada.

Sus dimensiones en centímetros podrán ser: Longitud máxima: cincuenta (50). Altura: cinco (5). Espesor mínimo: dos (2), excepto para pizarra y cuarcita, que será de uno (1).

Las tolerancias de sus dimensiones serán: Lados: más/menos un ( $\pm 1$ ) milímetro. Espesor: menos dos (-2) milímetros.

#### **e) Adoquín**

Procederá de roca granítica, de grano no grueso. Se extraerá de zonas sanas de la roca; las caras horizontales serán paralelas a la del lecho de la cantera.

Tendrá forma de tronco de pirámide o prismático. Su cara superior será plana y sus bordes no estarán rotos ni desgastados.

El aspecto exterior de los adoquines será uniforme, limpio y sin pelos. Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

Cumplirá todas las condiciones y características indicadas en las normas UNE-EN 1342:2003 y las contenidas en este Pliego en su capítulo correspondiente.

#### **f) Peldaño en bloque**

Bloque de piedra natural de dimensiones según especificaciones de Proyecto. La cara superior será de dos con cinco (2,5) centímetros mayor que la cara inferior o lecho.

Podrán emplearse para estos bloques granito o caliza, que cumplirán todas las especificaciones indicadas para estos materiales en los apartados del presente Pliego.

El acabado de la superficie vista podrá ser cualquiera de las indicadas para estos materiales en esas especificaciones, excepto la cara de huella o pisa que nunca se acabará con pulido brillante.

#### **g) Peldaño prefabricado**

Pieza de piedra artificial constituida por capa de base de mortero de cemento y cara vista formada por mortero de cemento Portland, arena y colorantes.

La cara de pisa se presentará pulida, sin pulir o lavada, sin defectos, de aspecto y color uniforme.

Será de calidad especial, según las fijadas por las baldosas de cemento en las normas UNE-EN 1339:2004.

La pieza presentará sus aristas vivas excepto la del borde exterior de la pisa. Podrán ir sin armar siempre y cuando el asiento de la huella vaya a realizarse en toda la superficie de apoyo; en caso contrario deberán ir armados mediante malla electrosoldada.

Sus dimensiones se especificarán en la Documentación Técnica.

### 19.5.3 Condiciones de generales

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB SU 1, en función del uso y localización en el edificio.

El forjado soporte del revestimiento pétreo deberá cumplir las siguientes condiciones en cuanto a:

- c) Flexibilidad: la flecha activa de los forjados será inferior a 10 mm.
- d) Resistencia mecánica: el forjado soportará sin rotura o daños las cargas de servicio, el peso permanente del revestimiento y las tensiones del sistema de colocación.

### 19.5.4 Condiciones de ejecución

Se procederá al replanteo del trazado de las alineaciones y pendientes según las especificaciones del Proyecto.

#### **a) Engravillado**

La arena usada en este tipo de pavimentos será de río, con tamaño máximo de medio (0,5) centímetro; se mezclará en proporción de un tercio (1/3) con gravilla procedente de machaqueo de tamaño máximo de grano de veinticinco (25) milímetros.

Una vez mezclada con la arena se extenderá sobre el terreno estabilizado y consolidado una capa de tres (3) centímetros, de forma que quede suelta o firme; en este último caso se regará y apisonará hasta conseguir ese espesor mínimo. La tolerancia máxima permitida en el espesor será de más/menos un ( $\pm 1$ ) centímetro).

El pavimento se contendrá mediante bordillo enterrado o nivelado.

#### **b) Empedrado**

Sobre el soporte se extenderá una capa de mortero de cemento y arena de dosificación un cuarto (1/4) y seis (6) centímetros de espesor.

Sobre esta capa se asentarán y nivelarán las piedras que formen el pavimento hasta conseguir el perfil indicado en Proyecto, con pendiente mínima del dos (2) por ciento. Estas piedras procederán de río o playa; serán de tamaño entre cincuenta y cien (50-100) milímetros, e irán colocadas a tizón o en plano, con características uniformes o con colores y granulometría distintos, para formar dibujos geométricos según especificación de la Documentación Técnica. Una vez asentadas se extenderá sobre las juntas una lechada de cemento y arena de dosificación 1:1, de forma que queden bien rellenas, eliminándose los restos de lechada y limpiándose la superficie.

Posteriormente se regará el pavimento a razón de nueve (9) litros de agua por metro cuadrado durante 15 días, cerrándose al tránsito en ese tiempo.

Este pavimento irá contenido por bordillos enterrados o nivelados.

### **c) Adoquinado**

Sobre el soporte en seco se extenderá una capa de mortero de cemento y arena de dosificación un cuarto (1/4) y ocho (8) centímetros de espesor.

Los adoquines se colocarán en tiras paralelas y juntas alternadas, de ancho menor de un (1) centímetro, con la cara ancha hacia arriba sobre la capa de mortero seco. Se situarán a tres (3) centímetros sobre la rasante, apisonándolos a golpe de maceta hasta conseguir el perfil indicado en Proyecto, con pendiente mínima del dos (2) por ciento.

El rejuntado se hará mediante lechada de cemento y arena, de dosificación 1:6, de forma que las juntas entre adoquines queden bien rellenas, eliminándose los restos de lechada y limpiando la superficie.

El pavimento se regará a razón de nueve (9) litros de agua por metro cuadrado durante quince (15) días, cerrándose al tránsito en ese tiempo.

Este pavimento irá contenido por bordillos enterrados o nivelados.

### **d) Enlosado con junta abierta**

Sobre la superficie del terreno permeable previamente apisonada y humedecida se extenderá una capa de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 y de espesor igual al de la losa, en forma de torta.

La losa será de las dimensiones y acabado según especificaciones de Proyecto; se asentará previamente humedecida, sobre la capa de mortero fresco, sobre el cual se habrá espolvoreado cemento. Entre las losas se dispondrá juntas de ancho no inferior a cuatro (4) centímetros, si se rellenan con tierra para plantación, y con ancho de un (1) centímetro, si han de quedar vacías.

La tierra de plantación se introducirá en las juntas varias veces hasta que queden totalmente rellenas; la última capa se mezclará con semilla de césped.

La planeidad del pavimento acabado no presentará variaciones superiores a seis (6) milímetros.

### **e) Enlosado con junta cerrada**

Se extenderá una capa de arena de granulometría continua, seca y limpia, preferentemente de río, con tamaño máximo de grano de medio (0,5) centímetro sobre el soporte, formando un lecho de espesor no inferior a tres (3) centímetros.

Las losas serán de dimensiones, material y acabado según Proyecto, con los cantos de la cara superior matados; se asentarán sobre el lecho de arena por apisonado una vez alineadas, debiendo quedar niveladas y enrasadas.

Se dispondrán con juntas entre ellas de ancho no menor de cero coma ocho (0,8) centímetros y pendiente mínima del dos (2) por ciento.

Sobre las juntas se extenderá en varias veces una lechada de cemento y arena de dosificación 1:1, de forma que queden totalmente rellenas.

La planeidad del pavimento terminado no presentará variaciones superiores a seis (6) milímetros, medidos con regla de dos (2) metros.

### **f) Embaldosado**

Se extenderá sobre el soporte una capa de arena de granulometría continua seca y limpia, con tamaño máximo de grano de medio (0,5) centímetro, formando un lecho de espesor no inferior a dos (2) centímetros. A continuación se ejecutará una capa de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 formando un espesor de aplicación del pavimento de dos (2) centímetros.

Las baldosas serán de dimensiones, material y acabado según Proyecto; se aplicarán humedeciendo la capa de mortero fresco, previo espolvoreado de cemento, cuidando de que se forme una superficie continua de asiento de solado.

Se deberán disponer juntas de ancho no menor de un (1) milímetro, respetándose las previstas en la capa de mortero.

La lechada de cemento que rellene las juntas estará coloreada con la misma tonalidad de las placas.

La planeidad del pavimento terminado no tendrá variaciones mayores de cuatro (4) milímetros, medidos con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

#### **g) Embaldosado permeable**

Se formará una capa de nivelación a base de mortero de cemento y arena, con pendiente para desagüe no inferior al dos (2) por ciento y de maestras de apoyo de altura mínima uno coma cinco (1,5) centímetros, ancho mínimo ocho (8) centímetros con separación máxima entre ellas de treinta (30) centímetros.

El espacio entre estas se rellenará con grava procedente de río, con tamaño máximo de grano de quince a treinta milímetros (15-30), quedando enrasada con la cara superior de la maestra.

Las baldosas serán de dimensiones y características según Proyecto; se colocarán, previamente humedecidas, sobre las maestras ya fraguadas, cuidando que queden niveladas sobre la superficie de asiento. Apoyarán al menos en tres maestras.

Sobre las juntas se extenderá una lechada de cemento de forma que éstas queden completamente rellenas. Cuando las juntas sean de ancho inferior a tres (3) milímetros se utilizará una lechada de cemento puro y cuando sean de ancho superior la lechada será de cemento y arena, con dosificación 1:1.

Una vez comenzado el fraguado se eliminarán de las baldosas los restos de la lechada.

La planeidad del pavimento terminado no tendrá variaciones mayores de cuatro (4) milímetros, medidos con regla de dos (2) metros ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

#### **h) Rodapié colocado**

Sobre el paramento se aplicará una capa niveladora de espesor mayor de un (1) centímetro a base de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6. El rodaje de altura, material y acabado según Proyecto, se humedecerá previamente y se asentará sobre el paramento, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido y de forma que el espesor resultante de mortero sea mayor de un (1) centímetro.

La aplicación de la lechada de cemento sobre las juntas entre rodapiés será de tal forma que éstas queden rellenas, coloreándolas con la misma tonalidad de las placas.

Cuando las juntas sean de ancho menor de tres (3) milímetros se utilizará la lechada de cemento puro, y cuando el ancho sea mayor la lechada será de cemento y arena con dosificación 1:1.

No se admitirán faltas en la planeidad superiores a cuatro (4) milímetros, medidos con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

#### **i) Peldaño en bloque recibido**

Sobre el soporte se extenderá una capa de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 de tres (3) centímetros de espesor, para el apoyo de los bloques.

El peldaño tendrá la pisa, tabica, ancho, material y acabado según Proyecto. Se asentará sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado de cemento. Quedarán nivelados con una pendiente hacia el exterior de

cero coma cinco al uno (0,5-1) por ciento. El peldaño se colocará sobre el inferior, dejándolo entregado dos coma cinco (2,5) centímetros.

Las juntas se llenarán con una lechada de cemento en polvo y arena final de dosificación 1:1 en estado seco, sobre la que posteriormente se agregará agua y después se rejuntará.

No se admitirán faltas en la planeidad superiores a cuatro (4) milímetros, medidos con regla de dos (2) metros.

#### **j) Revestimiento de peldaño con baldosas**

Se extenderá sobre la pisa una capa de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 de dos (2) centímetros de espesor, aplicándose sobre el dorso de la pieza de tabica una capa de un (1) centímetro.

La baldosa tendrá la pisa, tabica, ancho material y acabado según Proyecto.

Se humedecerán previamente a su colocación. La pieza de tabica, de espesor mínimo de dos (2) centímetros, se asentará sobre la tabica del peldaño presionando hasta conseguir un recibido uniforme con un espesor de la capa de mortero no inferior a un (1) centímetro. La pieza de pisa de espesor mínimo de tres (3) centímetros, se asentará sobre la capa de mortero fresco, previamente espolvoreado de cemento.

En ambos casos se cuidará que se forme una superficie continua de asiento y recibido de las piezas.

La pieza de huella se colocará con un vuelo sobre la tabica de dos coma cinco (2,5) centímetros y con una entrega por el extremo contrario de igual magnitud.

Antes de realizar el rejuntado se dejará endurecer el mortero de agarre durante dos (2) días como mínimo. Se extenderá sobre las juntas de forma que éstas queden completamente rellenas. Cuando la junta sea de ancho inferior a tres (3) milímetros se usará lechada de cemento puro y cuando el ancho sea mayor lechada de cemento y arena con dosificación 1:1.

La lechada estará coloreada con la misma tonalidad de las piezas del peldaño.

No se admitirán faltas en la planeidad superiores a cuatro (4) milímetros, medidas con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

#### **k) Revestimiento de peldaño con pieza prefabricada**

Se extenderá sobre la huella del peldaño una capa de mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 formando dos (2) centímetros de espesor, aplicándose también sobre el dorso de la tabica de la pieza prefabricada formando una capa de un (1) centímetro de espesor en el punto más desfavorable.

El peldaño prefabricado tendrá la pisa, tabica, ancho y acabado según Proyecto. Se humedecerá previamente a su colocación.

Se asentará sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado de cemento, presionando hasta conseguir que se forme una superficie continua de asiento y recibido.

La pieza quedará nivelada con pendiente no superior al cero coma dos (0,2) por ciento.

Para el rejuntado se tendrá en cuenta las especificaciones contenidas en el apartado anterior.

No se admitirá faltas en la planeidad superiores a cuatro (4) milímetros, medidas con regla de dos (2) metros, ni cejas superiores a dos (2) milímetros.

### 19.5.5 Control de calidad

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte 2, "Condiciones de recepción de materiales". Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En fase de proyecto de clasificación del suelo en relación a la resistencia al deslizamiento, según proyecto y el CTE DB SU 1.

Según el CTE DB SU 1, apartado 1, en los casos en que haya que determinar in situ el valor de la resistencia al deslizamiento del solado, se realizará el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Según el CTE DB SU 1, apartado 2, para limitar el riesgo de caídas el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) No presentar imperfecciones que supongan una diferencia de nivel mayor de 6 mm.
- b) Los desniveles menores o igual de 50 mm se resolverán con una pendiente  $\leq 25\%$ .
- c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentaran huecos donde puedan introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

### 19.5.6 Criterio de medición y abono

Los engravillados, empedrados y adoquinados se medirán por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada, aplicando a sus resultados el correspondiente precio del Cuadro de Precios, incluyendo éstos preparación, regado, nivelado, apisonado y limpieza.

Los enlosados se medirán por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada, aplicando a su resultado el correspondiente precio del Cuadro de Precios, incluyendo éstos humedecido del soporte, espolvoreado de cemento, apisonado, nivelado, enrasado, encofrados, maestras de apoyo y limpieza (según casos).

Los rodapiés se medirán por metros lineales realmente ejecutados, aplicando a su resultado el correspondiente precio del Cuadro de Precios.

Los peldaños se medirán por metros lineales de longitud de peldaño realmente ejecutado de igual pisa y tabica. Los peldaños en abanico se medirán por sus máximas dimensiones, aplicando a su resultado el correspondiente precio del Cuadro de Precios, incluyendo éstos espolvoreado de cemento, nivelado y limpieza.

### 19.5.7 Normas de referencia

DB SU	Código técnico de la edificación. Documento básico. Seguridad en la utilización.
UNE 12057:2005	Productos de piedra natural. Plaquetas. Requisitos
UNE-EN 1339:2004	Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo
UNE-EN 1341:2002	Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo

- UNE-EN 1342:2003 Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo
- UNE-ENV 12633:2003 Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento / resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir.

## 20 CARPINTERÍA

### 20.1 Definición

Se considera carpintería a toda ventana o puerta utilizada para el cerramiento de huecos de fachada, en el caso de exteriores, y los cerramientos de huecos de paso interiores y armarios empotrados.

En general: irán recibidas con cerco sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios

Según el material con el que esta constituida, se consideran, sin carácter limitativo, los siguientes tipos : Carpintería de madera, de aleaciones ligeras, de acero inoxidable, de hormigón, de plástico.

### 20.2 Materiales

#### Carpintería de madera

Los tableros derivados de la madera cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 13986:2006.

Las juntas de estanqueidad cumplirán con lo especificado en la normas UNE-EN 14188-1:2005, UNE-EN 14188-2:2005, UNE-EN 14188-3:2007.

Los perfiles serán de madera de peso específico no inferior a  $450 \text{ kg/m}^3$  y un contenido de humedad entre el 12% y 15%, y no mayor del 10% cuando sea maciza. No presentarán alabeos, fendas ni acebolladuras, ataques de hongos o insectos y la desviación máxima de las fibras respecto al eje será menor de 1/16. El espesor de los anillos de crecimiento será uniforme. Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 14081-1:2006+A1:2011.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de ensamblajes que aseguren su rigidez, quedando encoladas. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y en ángulo recto. Todas las caras de la carpintería quedarán correctamente cepilladas, enrasadas y sin marcas de cortes.

#### Carpintería de acero

La carpintería de acero estará formada por perfiles laminados en caliente (según norma UNE-EN 10025-1:2006) de eje rectilíneo sin alabeos ni rebabas, o conformados en frío (según norma UNE-EN 10219-1:2007).

El espesor mínimo de la chapa para perfiles será de 0,8 mm y el de la chapa para junquillos de 0,5mm.

Los encuentros entre junquillos se cubrirán con cantoneras del mismo material. Las uniones entre perfiles irán soldadas en todo su perímetro de contacto. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Si se trata de perfiles laminados, la carpintería estará protegida con imprimación anticorrosiva de quince micrómetros (15) de espesor.

La Carpintería de acero inoxidable estará formada por perfiles obtenidos por plegado mecánico de chapas de acero inoxidable austenítico, según Normas UNE-EN 10088-2:2008 y UNE-EN 10088-3:2008, y de espesor mínimo de 1,2 mm. No presentarán alabeos, grietas ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de acero inoxidable de 1 mm de espesor mínimo. Las uniones entre perfiles se harán mediante soldadura por resistencia o con escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamblajes. Los ejes de los perfiles se encontrarán en ángulo recto y en un mismo plano.

## Carpintería de aluminio

Estará formada por perfiles de aleación de aluminio, según Norma UNE-EN 15088:2006, con espesor medio mínimo de 1,5mm. Serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de aleación de aluminio de un 1 mm de espesor mínimo. Se colocarán a presión en el propio perfil de la hoja y en toda su longitud.

Las uniones entre perfiles se harán mediante soldadura o escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en ángulo recto en un mismo plano. Los planos formados por la hoja y el cerco serán paralelos.

Todos los herrajes y accesorios serán de materiales inoxidable y no susceptibles de producir efectos electrolíticos ni pares galvánicos.

La carpintería llevará una capa mínima de anodizado de 15  $\mu\text{m}$ , en exposición normal y buena limpieza, de 20  $\mu\text{m}$ , en interiores con rozamiento y de 25  $\mu\text{m}$ , en atmósfera marina e industrial.

## Carpintería de materiales plásticos

El espesor mínimo de pared en los perfiles será de 18 mm y el peso específico de 1,40  $\text{gr/cm}^3$ . No presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones. Ejes rectilíneos. Los junquillos serán de espesor mínimo de 1 mm. Los herrajes serán los adecuados para este material. Las masillas para el sellado perimetral serán elásticas permanentes y no rígidas.

## Carpintería de vidrio

La carpintería de vidrio será de vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente (según norma UNE-EN 12150-2:2005), vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente (según norma UNE-EN 13024-2:2005) o vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente (según norma UNE-EN 14179-2:2006).

### 20.3 Condiciones generales

Las ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/ o control de humo cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 14351-1:2006+A1:2011.

Las puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Productos sin características de resistencia al fuego o control de humos cumplirán con el especificado en la norma UNE-EN 13241-1:2004+A1:2011.

Los herrajes para la edificación cumplirán con lo especificado en las normas UNE-EN 179:2009, UNE-EN 1125:2009, UNE-EN 1154:2003, UNE-EN 1155:2003, UNE-EN 1935:2002 y UNE-EN 12209:2004/AC:2008.

Las persianas cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 13659:2004+A1:2009.

### 20.4 Condiciones de ejecución

La fábrica que reciba la carpintería de la puerta o ventana estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- a) Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- b) Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- c) Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- d) Puertas y ventanas de acero: el acero sin protección no entrará en contacto con el yeso.
- e) Puertas y ventanas de aleaciones ligeras: se evitará el contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, u otras protecciones. Se evitará la formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).
- f) Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.
- g) Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso para el precerco.

Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección. Se repasará la carpintería en general: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrán las dimensiones adecuadas; contará al menos con 3 orificios de desagüe por cada metro.

Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto.

Se fijará la carpintería al precerco o a la fábrica. Se comprobará que los mecanismos de cierre y maniobra son de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Las uniones entre perfiles se realizarán del siguiente modo:

- a) Puertas y ventanas de material plástico: a inglete mediante soldadura térmica, a una temperatura de 180 °C, quedando unidos en todo su perímetro de contacto.
- b) Puertas y ventanas de madera: con ensambles que aseguren su rigidez, quedando encolados en todo su perímetro de contacto.
- c) Puertas y ventanas de acero: con soldadura que asegure su rigidez, quedando unidas en todo su perímetro de contacto.
- d) Puertas y ventanas de aleaciones ligeras: con soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Si el grado de impermeabilidad exigido es 5, las carpinterías se retranquearán del paramento exterior de la fachada, disponiendo precerco y se colocará una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro. Se sellará la junta entre el cerco y el muro con cordón en llagueado practicado en el muro para que quede encajado entre dos bordes paralelos. Si la carpintería está retranqueada del paramento exterior, se colocará vierteaguas, goterón en el dintel, etc..., para que el agua de lluvia no llegue a la carpintería. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10° mínimo, será impermeable o colocarse sobre barrera impermeable, y tendrá goterón en la cara inferior del saliente. La junta de las piezas con goterón tendrá su misma forma para que no sea un puente hacia la fachada.

## 20.5 Control de calidad

### Control de recepción

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros, el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de la idoneidad y el control mediante ensayos.

### Criterios de aceptación y rechazo. Tolerancias

Los materiales que no se ajusten a lo especificado se retirarán o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

#### Carpintería exterior

Se realizará una prueba de estanquidad y otra de funcionamiento de la carpintería.

La prueba de estanquidad se realizará mediante un difusor de ducha proyectando agua en forma de lluvia, durante ocho (8) horas, sobre la carpintería recibida, acristalada y pintada, siendo la condición de no aceptación automática la penetración de agua al interior.

La prueba de funcionamiento se hará abriendo y cerrando las zonas practicables de la carpintería, siendo la condición de no aceptación automática el mal funcionamiento del mecanismo de maniobra y cierre.

#### Control - criterios de aceptación o rechazo de carpintería de madera en exterior

Control a realizar	Condición de no aceptación automática
Aplomado de la carpintería	Desplome de 4 mm/m en ventanas y 6 mm/m en puertas
Recibido de patillas	Falta de empotramiento. Deficiencia de llenado de mortero
Enrasado de la carpintería	No está enrasado con el paramento y su variación es mayor de 2mm.
Sellado del cerco	Junta de sellado discontinua

#### Control - criterios de aceptación o rechazo de carpintería de acero, aluminio, plástico en exterior

Control a realizar	Condición de no aceptación automática
Aplomado de carpintería	Desplome de 2 mm a 1 m
Enrasado de carpintería	No está enrasado con el paramento y su variación es mayor de 2 mm
Recibido de las patillas	Falta de empotramiento Deficiente llenado del mortero
Fijación a la peana	El taco expansivo no existe, no (en su caso) está en el centro o el tornillo no está suficientemente apretado
Fijación a la caja de persiana	No existe fijación, falta alguno (en su caso) los tres tornillos o estos no están suficientemente apretados
Sellado del premarco (en su caso)	Junta de sellado discontinua

Los acristalamientos exteriores cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 5 del DB CTE SU1 en lo que se refiere a facilitar su limpieza desde el interior o desde el exterior.

Las puertas previstas como salida de planta o edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas cumplirán todas las condiciones especificadas en el capítulo 3 del DB CTE SI3.

La estanqueidad a la permeabilidad del aire se medirá conforme a lo especificado en el capítulo 2 del DB CTE HE1.

#### Carpintería interior

Se realizará una prueba de funcionamiento de la carpintería.

#### Control - criterios de aceptación o rechazo de carpintería de madera interior

Control a realizar	Condición de no aceptación automática
<b>Puerta abatible</b>	
Desplome del cerco o premarco	6 mm de la vertical
Deformación del cerco o premarco	Flecha máxima de 6mm
Fijación del cerco o premarco	Fijación deficiente
Holgura de hoja a cerco	Mayor de 3mm
Número de pernios o bisagras	Menos de tres en puerta de paso y armario
Fijación y colocación de herrajes	Colocación y fijación deficiente
<b>Puerta corredera.</b>	
Desplome del cerco o premarco	6 mm de la vertical
Deformación del cerco o premarco	Flecha máxima 6mm
Fijación del cerco o premarco	Fijación deficiente
Fijación y colocación de herrajes	Fijación y colocación deficiente
<b>Puerta plegable.</b>	
Desplome del cerco o premarco	Seis milímetros 6mm de la vertical
Deformación del cerco o premarco	Flecha máxima 6mm
Fijación del cerco o premarco	Fijación deficiente
Planeidad de la hoja cerrada	Los nódulos no quedan en un mismo plano
Colocación de pernios	Las cotas de colocación difieren de las previstas en 5mm
Fijación y colocación de herrajes	Fijación y colocación deficiente
Apertura de puertas	Existen roces entre partes fijas y móviles.
Accionamiento de puertas	Dificultades de manipulación y cierre

La altura de paso en zonas de circulación, en zonas de uso restringido y en los umbrales de las puertas deberá cumplir con las tolerancias especificadas en el capítulo 1 del DB CTE SU2.

Las superficies acristaladas en áreas con riesgo de impacto, las partes vidriadas de puertas y cerramientos de duchas y bañeras, las superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas, las

puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas y las puertas correderas de accionamiento manual deberán cumplir con las tolerancias especificadas en el capítulo 1 del DB CTE SU2

Las puertas que disponen de bloqueo desde el interior deberán cumplir con las tolerancias especificadas en el capítulo 1 del CTE DB SU3.

Las puertas de comunicación de las zonas de riesgo especial con el resto con el resto del edificio y las puertas de los vestíbulos de independencia deberán cumplir con las tolerancias especificadas en el capítulo 3 del CTE DB SI1.

El dimensionado y condiciones de puertas y pasos, puertas de salida de recintos, puertas situadas en recorridos de evacuación y previstas como salida de planta o de edificio deberán cumplir con las tolerancias especificadas en el capítulo 3 del CTE DB SI3.

## 20.6 Criterio de medición y abono

La carpintería se medirá por metro cuadrado o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo herrajes de cierre y de colgar, y accesorios necesarios; así como colocación, sellado, pintura, lacado o barniz en caso de carpintería de madera, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos que, salvo indicación en contrario en los documentos del Proyecto, se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada.

## 20.7 Normas de referencia

DB CTE HE1	Ahorro de energía. Limitación de demanda energética
DB CTE SI1	Seguridad en caso de incendio. Propagación interior.
DB CTE SI3	Seguridad en caso de incendio. Evacuación de ocupantes.
DB CTE SU1	Seguridad de utilización. Seguridad frente al riesgo de caídas
DB CTE SU2	Seguridad de utilización. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
DB CTE SU3	Seguridad de utilización. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
UNE-EN 10025-1:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10088-2:2008	Aceros inoxidables. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro para chapas y bandas de acero resistentes a la corrosión para usos generales
UNE-EN 10088-3:2008	Aceros inoxidables. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro para productos semi-acabados, barras, alambión, alambre, perfiles y productos calibrados de aceros resistentes a la corrosión para usos generales.
UNE-EN 10219-1:2007	Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 1125:2009	Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN 1154:2003	Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 1155:2003	Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo
UNE-EN 12150-2:2005	Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.
UNE-EN 12209:2004/AC:2008	Herrajes para edificación. Cerraduras y pestillos. Cerraduras, pestillos y cerraderos mecánicos. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 13024-2:2005	Vidrio para la edificación. Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.
UNE-EN 13241-1:2004+A1:2011	Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto. Parte 1: Productos sin características de resistencia al fuego o control de humos.
UNE-EN 13659:2004+A1:2009	Persianas. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.
UNE-EN 13986:2006	Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado
UNE-EN 14081-1:2006+A1:2011	Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 14179-2:2006	Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente y tratado "heat soak". Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto.
UNE-EN 14188-1:2005	Productos para sellado de juntas. Parte 1: Especificaciones para productos de sellado aplicados en caliente.
UNE-EN 14188-2:2005	Productos para sellado de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío.
UNE-EN 14188-3:2007	Productos para sellado de juntas .Parte 3: Especificaciones para juntas preformadas
UNE-EN 14351-1:2006+A1:2011	Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.
UNE-EN 15088:2006	Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro.
UNE-EN 179:2009	Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 1935:2002	Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje. Requisitos y

métodos de ensayo.

## **21 INSTALACIONES ELECTRICAS DE BT**

### **21.1 Definición**

Instalaciones de la red de distribución de energía eléctrica para tensiones de 230/400 ± 7% Voltios, desde el final de la acometida de la Compañía Suministradora, en la caja general de protección, o cuadro de BT en Centros de transformación particulares, hasta cada punto de utilización.

Todas estas instalaciones se ajustaran al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) así como las Normas UNE que se citan actualizadas a cada momento.

### **21.2 Materiales**

Serán de los tipos exigidos en el articulado del Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.

### **21.3 Condiciones generales**

Serán las indicadas en el Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.

### **21.4 Condiciones de ejecución**

Serán las indicadas en el Reglamento Electrotécnico de BT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.

### **21.5 Control de calidad**

#### **Control de suministro**

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Interior o por el Ministerio de Defensa.

#### **Control de ejecución**

Se comprobarán los elementos integrantes de la instalación, de acuerdo con la documentación técnica del proyecto, así como la calidad del montaje, comprobando la disposición de los elementos de protección y mecanismos, nivelación, cableado, conexiones, etc.

Como elementos importantes a controlar se destacan los siguientes:

- a) sección de conductores: a la salida de los cuadros generales y parciales;
- b) sección de tubos: igual que las secciones de conductores;
- c) identificación de tubos: comprobar que su grado de protección es el indicado en la documentación de proyecto o en el REBT;
- d) cuadros de distribución: comprobar las características y fijación de todos y cada uno de los elementos de protección que contienen;
- e) cajas de derivación: calidad de conexiones y fijación de la caja;

f) mecanismos: colocación y comprobación de las conexiones;

g) red de puesta a tierra: comprobar las protecciones y conexionado en los puntos fijados.

#### Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento

Se entienden como tales las que se realizarán una vez terminada la instalación, antes de ser entregada para su uso normal.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

#### Medida de la resistencia de puesta a tierra

Se comprobará que la resistencia de puesta a tierra es inferior al máximo admitido por el REBT y siempre con un máximo de 20 Ohmios. Las medidas se realizarán por el método de comprobación de resistencias, mediante el Telurómetro.

Se tomarán medidas en las distintas tomas de tierra del edificio.

#### Medida de la resistencia de aislamiento

Se comprobará la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y tierra. Las medidas se realizarán mediante el aparato apropiado a una tensión continua de 250 V como mínimo y los valores obtenidos serán superiores a  $1\,000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de doscientos cincuenta mil (250 000)

#### Comprobación del interruptor diferencial

Se comprobará su correcto funcionamiento realizando una derivación a tierra, a través de una resistencia determinada en función de la sensibilidad del aparato.

La derivación a tierra tendrá lugar sobre la propia tierra del mecanismo en el que se provoca, a fin de comprobar la continuidad del circuito de protección .

Para los valores de resistencia establecidos el interruptor diferencial debe dispararse en un tiempo suficientemente corto.

#### Comprobación del interruptor magnetotérmico

Se comprobará su correcto funcionamiento abriendo el interruptor a comprobar y se provocando un cortocircuito en el enchufe más alejado del cuadro de distribución. Al cerrar el interruptor automático, éste deberá actuar en un espacio de tiempo inferior a dos (2) segundos.

#### Medida de la caída de tensión

Se medirá la caída de tensión en los circuitos más desfavorables de fuerza y alumbrado. Los resultados obtenidos deberán ser inferiores a los máximos fijados en el REBT, es decir, un cinco (5) por ciento en fuerza y un tres (3) por ciento en alumbrado.

La caída de tensión se medirá mediante un ensayo de cortocircuito, haciendo pasar por el circuito a comprobar la intensidad nominal de funcionamiento.

#### Medida del nivel de iluminación

Mediante un aparato apropiado (luxómetro) se tomarán medidas de la iluminancia en varios puntos de las distintas estancias. Los valores obtenidos, corregidos por el factor de conservación, deberán ser superiores a los exigidos en la documentación técnica del proyecto.

## Control de recepción

Se comprobará que las instalaciones de Baja Tension, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPT y en particular las especificaciones de proyecto.

## Criterios de aceptación y rechazo (tolerancias)

### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en el PPT y, en particular, las siguientes:

Los elementos y equipos de cualquier tipo que sean, estarán homologados por la Norma Une que se citan en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de B.T. o, alternativamente, aprobados por un laboratorio de reconocido prestigio.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en el Apartado 4 ó los elementos y equipos no homologados, de acuerdo con los apartados anteriores según su caso, serán rechazados.

### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el proyecto y la instalación han sido realizados por una empresa autorizada por el Ministerio del Interior como Empresa instaladora de B.T. y por el Ministerio de Defensa, según lo establecido en la ITC-BT-03 del REBT.

Se comprobará que la instalación satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en el PPT y, en particular, en el Apartado 4

Se comprobará que la instalación y el conjunto de sistemas que la forman responden a la filosofía del proyecto realizado por la Empresa instaladora de Seguridad.

Si la instalación no satisface las condiciones establecidas en todos o algunos de los puntos anteriores, será motivo de rechazo total o parcial, hasta que se subsanen y modifiquen las anomalías detectadas.

## Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

## 21.6 Criterios de medición y abono

### Caja General de protección

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen fusibles, accesorios, soportes, repasos, etc.

### Centralización de contadores

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen accesorios, soportes, conexiones, etc.

### Canalizaciones

Se abonarán por metro lineal de canalización totalmente colocada, en la que se incluye la parte proporcional de soportes y uniones. La medición corresponderá a la longitud de canalización de igual diámetro, sin descontar paso por cajas. Para bandejas portacables la medición será la longitud de bandeja de iguales características y dimensiones.

#### Conductores

Se abonarán por metro lineal de conductor completamente colocado, en el que se incluye la parte proporcional de conectores, clemas, etc... La medición será igual a la longitud de conductor de igual sección y aislamiento, sin descontar paso por cajas.

#### Caja de derivación

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen conectores y soportes de tubos y conductores.

#### Cuadros de protección

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluyen los elementos de protección como interruptores automáticos, diferenciales, térmicos, aparatos de medida, aparatos de señalización, etc., incluso conexión de dichos elementos, accesorios, soportes, pintura, repasos, etc.

#### Aparatos de alumbrado

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluye la parte proporcional de soportes, conexiones, etc., luminaria y lámpara. La medición corresponderá a los aparatos de similares características.

#### Mecanismos

Se abonarán por unidad colocada, en la que se incluyen soportes, conexión de conductores, etc.. La medición corresponderá a los mecanismos de similares características.

#### Conductor de puesta a tierra

Se abonará por metro lineal de conductor colocado, en el que se incluyen conexiones, registro, puente de medida, etc.

#### Picas y/o placas de puesta a tierra

Se abonará por unidad colocada, en la que se incluye arqueta de puesta a tierra, conexiones, etc.

### 21.7 Normas de referencia

CEI 60079-19 Ed. 3.0 (2010-11)	Material eléctrico para atmósferas explosivas de gas. Parte 19: Reparación y revisión del material empleado de atmósferas explosivas (excluidas las minas o la fabricación de explosivos).
CEI 60189-2 Ed. 4.0 (2007-05)	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.
CEI 61241-10 Ed. 1.0 (2004-06)	Materiales eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 3: Clasificación de lugares donde hay

o puede haber polvos combustibles.

EN 60742:1995	Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad. Requisitos.
EN 61196-2:1995	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 2: Cables semirrígidos y coaxiales con aislamiento de politetrafluoretileno (PTFE). Especificación intermedia.
EN 61196-3:1999	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 3: Especificación intermedia para cables coaxiales para redes locales.
EN 61196-3-2:1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-2: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos sólidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.
EN 61196-3-3:1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-3: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos expandidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.
UNE 20062:1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 20315-1-1:2004	Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos. Parte 1-1: Requisitos generales.
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).
UNE 20392:1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 20460-4-43:2003	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 43: Protección contra las sobrecorrientes.
UNE 20460-4-45:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión.
UNE 20460-4-473:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de las medidas de protección. Sección 473: Protección contra las sobrecorrientes.
UNE 20460-5-52/1M:1999	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones
UNE 20460-5-52:1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones.

UNE 20460-5-523:2004	Instalaciones eléctricas de edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones. Sección 523: Corrientes admisibles.
UNE 20460-7-703:2006	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-703: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Locales que contienen radiadores para saunas.
UNE 20481:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Campos de tensiones.
UNE 20615/1C:1980	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección. Especificaciones particulares de ensayo.
UNE 20615/2C:1985	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 20615:1978	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 207015:2005	Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21018:1980	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21027-1:2003	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21027-10:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 10: Cables flexibles con aislamiento de EPR y cubierta de poliuretano
UNE 21027-11:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 11: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de EVA.
UNE 21027-12:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 12: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de EPR resistente al calor.
UNE 21027-13:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 13: Cables flexibles libres de halógenos con baja emisión de humos.
UNE 21027-14:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 14: Cables para aplicaciones que requieran una alta flexibilidad.
UNE 21027-15:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 15: Cables multiconductores con aislamiento y cubierta de silicona resistente al calor.
UNE 21027-16:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 16: Cables con cubierta de policloropreno, o elastómero sintético equivalente, resistente al agua.

UNE 21027-3:2004	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027-4:2004	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 4: Cables flexibles.
UNE 21027-6/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Punto 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-6:1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-7/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110°C.
UNE 21027-7:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110 °C.
UNE 21027-8/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o elastómetro sintético equivalente para guirnaldas luminosas.
UNE 21027-8:1995	Cables aislados con goma, de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o elastómero sintético equivalente, para guirnaldas luminosas.
UNE 21027-9:2007	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos.
UNE 21030-0:2003	Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 0: Índice
UNE 21031-1:2003	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento termoplástico. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21031-10:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables extensibles.
UNE 21031-11/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-11:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-12/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas

	inferiores o iguales a 450/750V. Parte 12: Cables flexibles resistentes al calor.
UNE 21031-12:1995	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: cables flexibles resistentes al calor.
UNE 21031-13/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21031-13:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21031-3/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-3:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-4:1992	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables con cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-5 /1C:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 5: Cables flexibles. Cables de más de 5 conductores con cubierta normal de policloruro de vinilo.
UNE 21031-5/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031-5/2M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750V. Parte 5: Cables flexibles.
UNE 21031-5:1994	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031-7/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90 °C.
UNE 21031-7:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90 °C.
UNE 21031-8:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Cables sin cubierta para guirnalda luminosas.
UNE 21031-9/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin

	cubierta para instalación a baja temperatura.
UNE 21031-9:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales $U_0/U$ inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables para instalaciones fijas a baja temperatura.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21123-1:2010	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-2:2010	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-3:2011	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 3: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-4:2010	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
UNE 21123-5:2011	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.
UNE 211435:2011	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo

	de cable.
UNE 21150:1986	Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.
UNE 21155-1:1994	Cables calefactores de tensión nominal 300/500 V para calefacción de locales y prevención de formación de hielo.
UNE 21166:1989	Cables para alimentación de bombas sumergidas
UNE 21302-601/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-601:1991	Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-602:1991	Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Producción.
UNE 21302-603/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603: Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-603:1991	Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-604/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-604:1991	Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-605:1991	Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Subestaciones.
UNE 21302-826:2005	Vocabulario electrotécnico. Parte 826: Instalaciones eléctricas
UNE 21302-826:2005	Vocabulario electrotécnico. Parte 826: Instalaciones eléctricas
UNE 21302-841:2006	Vocabulario electrotécnico. Parte 841: Electrotermia industrial.
UNE 21302-845:1995	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 845: Iluminación
UNE 36582:1986	Perfiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas. (tubo "conduit")
UNE-EN 50018:2001	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Envoltorio antideflagrante "d".
UNE-EN 50020:2003	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca "i".
UNE-EN 50065-1:2002	Transmisiones de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50085-1/A1:1999	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50085-1:1997	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos

	cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086-1 CORR:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086-1:1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086-1:1995 ERRATUM:2010	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 50086-2-4 CORR:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086-2-4/A1:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086-2-4:1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50107-1:2003	Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1 kV pero sin exceder 10 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50200:2007	Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.
UNE-EN 50267-1:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Equipo.
UNE-EN 50267-2-1:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
UNE-EN 50267-2-3:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del PH y de la conductividad.
UNE-EN 50362:2003	Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de energía y transmisión de datos de gran diámetro, sin protección,

	para uso en circuitos de emergencia.
UNE-EN 50395:2005	Métodos de ensayo eléctricos para cables de energía en baja tensión.
UNE-EN 50395:2005	Métodos de ensayo eléctricos para cables de energía en baja tensión.
UNE-EN 60061-2/A1:1997	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A18:1999	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A19:2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A2:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A20:2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A3:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A4:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A5:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A6:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A7:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2:1996	Casquillos y portalámparas, junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60079-10:2004	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.
UNE-EN 60079-14:2010	Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas.

UNE-EN 60079-17:2008	Atmósferas explosivas. Parte 17: Verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas
UNE-EN 60079-25:2005	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 25: Sistemas de seguridad intrínseca.
UNE-EN 60079-6:2008	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Inmersión en aceite "o".
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60309-1:2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60309-2:2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 2: Requisitos de intercambiabilidad dimensional para los accesorios de espigas y alvéolos
UNE-EN 60332-3-10:2009	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Equipos.
UNE-EN 60332-3-21:2009	Métodos de ensayos para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-21: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A F/R.
UNE-EN 60332-3-22:2009	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.
UNE-EN 60332-3-23:2009	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-23: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría B.
UNE-EN 60332-3-24:2009	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C.
UNE-EN 60332-3-25:2009	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-25: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría D.
UNE-EN 60335-2-41:2005	Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-41: Requisitos particulares para bombas.
UNE-EN 60335-2-60:2005	Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-60: Requisitos particulares para spas y bañeras de hidromasaje.
UNE-EN 60335-2-76:2006	Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-76: Requisitos particulares para electrificadores de cercas.

UNE-EN 60423:2008	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios.
UNE-EN 60439-1:2001	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Requisitos para los conjuntos de serie y los conjuntos derivados de serie.
UNE-EN 60439-2:2001	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Requisitos particulares para las canalizaciones prefabricadas.
UNE-EN 60439-3/A1:1997	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439-3:1994	Conjuntos de aparamenta para baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439-4:2005	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO).
UNE-EN 60598-2-18:1997	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 18: Luminarias para piscinas y análogos.
UNE-EN 60598-2-22:1999	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 22: Luminarias para alumbrados de emergencia.
UNE-EN 60598-2-3:2003	Luminarias. Parte 2-3: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60669-1:2002	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogos. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60669-1:2002 ERRATUM:2007	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogos. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60670-1:2006	Cajas y envoltentes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60695-11-10:2000	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W.
UNE-EN 60695-2-10:2002	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-10: Método de ensayo del hilo incandescente. Equipos y procedimientos comunes de ensayo.
UNE-EN 60695-2-11:2001	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Método de ensayo del hilo incandescente. Ensayo de inflamabilidad para productos terminados.
UNE-EN 60695-2-12:2001	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-12: Métodos de ensayo del hilo incandescente/caliente. Método de ensayo de inflamabilidad del hilo incandescente para materiales.

UNE-EN 60695-2-13:2002	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-13: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Métodos de ensayo de ignición con hilo incandescente para materiales.
UNE-EN 60702-1:2002	Cables con aislamiento mineral de tensión asignada no superior a 750 V y sus conexiones. Parte 1: Cables.
UNE-EN 60831-1:1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 1: Generalidades. Características de funcionamiento, ensayos y valores nominales. Prescripciones de seguridad. Guía de instalación y explotación.
UNE-EN 60831-2:1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 2: Ensayos de envejecimiento, autorregeneración y destrucción.
UNE-EN 60947-2:2007	Aparata de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos. (IEC 60947-2:2006)
UNE-EN 60998-2-1:2005	Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 2-1: Reglas particulares para dispositivos de conexión independientes con elementos de apriete con tornillo.
UNE-EN 61034-1:2005	Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.
UNE-EN 61034-2:2005	Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
UNE-EN 61241-14:2006	Material eléctrico para uso en presencia de polvo inflamable. Parte 14: Selección e instalación.
UNE-EN 61386-21:2005	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 61386-22:2005	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
UNE-EN 61386-23:2005	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 61558-2-4:2010	Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y productos análogos para tensiones de alimentación hasta 1100 V. Parte 2-4: Requisitos particulares y ensayos para transformadores de separación de circuitos y unidades de alimentación que incorporan transformadores de separación de circuitos.
UNE-EN 61558-2-4:2010	Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y productos análogos para tensiones de

	alimentación hasta 1100 V. Parte 2-4: Requisitos particulares y ensayos para transformadores de separación de circuitos y unidades de alimentación que incorporan transformadores de separación de circuitos.
UNE-EN 61558-2-5:2011	Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y las combinaciones de estos elementos. Parte 2-5: Requisitos particulares y ensayos para los transformadores, unidades de alimentación y bloques de alimentación para máquinas de afeitar.
UNE-HD 603 (serie)	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV
UNE-HD 60364-1:2009	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 1: Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones.
UNE-HD 60364-1:2009	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 3: Determinación de las características generales.
UNE-HD 60364-4-41:2010	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra los choques eléctricos.
UNE-HD 60364-4-41:2010	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
UNE-HD 60364-5-54:2011	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra, conductores de protección y conductores de equipotencialidad.
UNE-HD 60364-6:2009	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 6: Verificación.
UNE-HD 60364-7-704:2009	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-704: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones en obras y demoliciones.
UNE-HD 60364-7-705:2011	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-705: Requisitos para instalaciones y emplazamientos especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
UNE-HD 60364-7-708:2010	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-708: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Parques de caravanas, campings y emplazamientos análogos.
UNE-IEC 60050-461:2009	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461: Cables eléctricos.
UNE-IEC/TS 60479-1:2007	Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum 1:2006).

## **22 INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION**

### **22.1 Definición**

Corresponde a las Instalaciones de la red de distribución de energía eléctrica para tensiones de más de 1000 Voltios, tanto para las líneas eléctricas de distribución, como las Estaciones de Transformación, que alimentan las redes de distribución de baja tensión.

### **22.2 Materiales**

Serán de los tipos exigidos en el articulado del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT.

### **22.3 Condiciones generales**

Serán las indicadas en el articulado del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT.

### **22.4 Condiciones de ejecución**

Serán las indicadas en el articulado del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT.

### **22.5 Control de calidad**

#### **Control de suministro**

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología o por el Ministerio de Defensa.

#### **Control de ejecución**

##### **Comprobaciones**

Se comprobarán los elementos integrantes de la instalación, de acuerdo con la documentación técnica del proyecto, así como la calidad del montaje, comprobando la disposición de los elementos de protección y mecanismos, nivelación, cableado, conexiones, etc.

Como elementos importantes a controlar se destacan los siguientes:

Se comprobarán los siguientes extremos:

- a) todos los apoyos deberán haber sido puestos a tierra;
- b) los electrodos de puesta a tierra deberán estar hincados en el terreno correctamente;

- c) deberán haberse colocado tubos atravesando las peanas de hormigón para alojar los conductores de conexión a tierra;
- d) las conexiones de los conductores, tanto a los apoyos como a los electrodos, deberán estar correctamente realizadas;
- e) en los postes de hormigón deberá existir la conexión de las crucetas a los bornes de tierra situados en la parte superior de los apoyos;
- f) en los apoyos con aparatos de maniobra deberá haber sido instalada la toma de tierra formando un anillo cerrado, tal como debe de estar detallado en un plano del proyecto.

Se medirá la resistencia de difusión máxima de la puesta a tierra de cada apoyo, comprobando que los valores que se obtengan cumplan con lo establecido en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Áreas de Alta Tensión.

Se comprobará que los apoyos situados en zonas frecuentadas, han sido protegidos contra la escalada.

Se comprobará que en todos los apoyos se ha colocado la correspondiente placa de señalización de riesgo eléctrico.

Se comprobará que la arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Podrá ser indistintamente, de mina o de río, siempre que reúna estas condiciones.

Las dimensiones de los granos serán de tres milímetros (3mm) como máximo y no inferiores a dos décimas de milímetro (0,2mm), para garantizar que está exenta de polvo.

Se comprobará que los materiales empleados se corresponden exactamente en su tipo, calidad y características con lo que figuran en el correspondiente proyecto y en este PPT.

El Ministerio de Defensa podrá exigir las certificaciones de calidad que acrediten que los materiales han sido sometidos a los ensayos pertinentes previstos en la normativa que afecta a cada uno.

#### Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento

Se entienden como tales las que se realizarán una vez terminada la instalación, antes de ser entregada para su uso normal.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

#### Medida de la resistencia de puesta a tierra

Se comprobará que la resistencia de puesta a tierra es inferior al máximo admitido por el RET y RLE y siempre con un máximo de 20 Ohmios. Las medidas se realizarán por el método de comprobación de resistencias, mediante el Telurómetro.

Se tomarán medidas en las distintas tomas de tierra de Centros de Transformación, Apoyos, De difusión en auto válvulas, de herrajes y de neutro.

#### Medida de la resistencia de aislamiento

Se comprobará la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y tierra. Las medidas se realizarán mediante el aparato apropiado a una tensión continua de 250 V como mínimo y los valores obtenidos serán superiores a  $1\ 000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de doscientos cincuenta mil (250 000)

#### Comprobación tensiones de paso y contacto

Se medirán las tensiones de paso y contacto en todos los Centros de Transformación y anillos difusores, donde se produzcan permanencia de personas con los límites y periodicidad indicados, indicados la MIE-RAT-13.

Comprobación de interruptores automáticos, ruptofusibles y fusibles.

Se comprobará su correcto funcionamiento abriendo y cerrando el interruptor a comprobar provocando un cortocircuito en el circuito de mayor longitud. Al cerrar el interruptor automático, éste deberá actuar en un espacio de tiempo inferior a dos (2) segundos.

Se comprobara el correcto funcionamiento y regulación de los relés térmicos para sobrecarga.

Medida de la caída de tensión

Se medirá la caída de tensión en los circuitos más desfavorables. Los resultados obtenidos deberán ser inferiores a un cinco (5) por ciento de la tensión nominal.

### Control de recepción

Se comprobará que las instalaciones de alta tensión, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPT y en particular las especificaciones de proyecto.

### Criterios de aceptación y rechazo

Materiales y sus acopios

Generalidades

Se comprobará que los materiales empleados se corresponden exactamente en su tipo, calidad y características con lo que figuran en el correspondiente proyecto y en este PPTP.

El Ministerio de Defensa podrá exigir las certificaciones de calidad que acrediten que los materiales han sido sometidos a los ensayos pertinentes previstos en la normativa que afecta a cada uno.

Conductores

Se exigirá la homologación UNESA según el ensayo de certificación UNESA expedido por laboratorio autorizado.

Se efectuarán los ensayos de recepción individuales sobre todas las piezas de cable. Dichos ensayos son:

- a) medida de la resistencia eléctrica de los conductores, según norma UNE 21123-1:2010 ó UNE-EN 60228:2005. Los valores a obtener han de ser no superiores a los de la tabla 1 de la R. UNESA 3305B;
- b) medida de la resistencia eléctrica de una pantalla metálica; según norma UNE 21123-1:2010. Valor a obtener no superior a 1,24  $\Omega$ /km (a 20° C);
- c) ensayo de tensión, según norma UNE 21123-1:2010. No debe producirse perforación;
- d) ensayos de descargas parciales, según norma UNE 21175-1:1992 y UNE-EN 60811-409:2012. Valores a obtener no superiores a los dados por UNE 21123-1:2010.

Se efectuarán los ensayos de muestreo sobre una pieza de cada serie de fabricación del mismo tipo y de la misma sección de cable, limitándose, sin embargo, el número de piezas al diez por ciento (10%) del total de piezas del pedido. Se efectuarán los siguientes ensayos:

- a) examen del conductor, según norma UNE-EN 60228:2005.

- b) examen de la pantalla metálica, según norma UNE-EN 60228:2005.
- c) medida del espesor del aislamiento, según norma UNE 21123-1:2010, UNE 21175-1:1992 y UNE-EN 60811-201:2012
- d) medida del espesor de la cubierta, según norma UNE 21123-1:2010, UNE 21175-1:1992 y UNE-EN 60811-1-1/A1:2001.
- e) ensayo dieléctrico de la cubierta exterior, según norma UNE-EN 60229:2009. No debiendo producirse perforación en la cubierta.
- f) medida del espesor de las pantallas semiconductoras, según norma UNE 21123-1:2010, UNE-EN 60811-1-1/A1:2001.

Se efectuarán, asimismo, los ensayos de muestreo, sobre el número de muestras indicado a continuación:

- a) de 4 a 20km            1 muestra;
- b) de 20 a 40km        2 muestras;
- c) de 40 a 60km        3 muestras.
- d) etcétera.

Tomadas de los cables fabricados para el suministro, a condición de que la longitud total del suministro sea superior a cuatro (4) km. Se efectuarán los siguientes ensayos:

- a) ensayo de tensión de cuatro horas, según norma UNE 21123-1:2010. No debe producirse perforación del aislamiento;
- b) alargamiento en caliente del aislamiento: según norma UNE 21175-1:1992, UNE 21123-1:2010 y UNE-EN 60811-1-1/A1:2001;
- c) ensayo de separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento: según la R. UNESA 3305C. 1<sup>er</sup> Complemento;
- d) ensayo de compatibilidad de los constituyentes: según R. UNESA 3305B, 1<sup>er</sup> Complemento.

Si uno cualquier de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contraensayos resultan satisfactorios, se considerará que el conjunto de los cables del lote cumple las prescripciones exigidas. En caso contrario, no se aceptará el conjunto de los cables del lote.

#### Puesta a tierra

Según las recomendaciones UNESA 6501F, las picas llevarán gravado, de forma indeleble y fácilmente legible, el nombre o marca del fabricante, su longitud expresa en metros y las siglas UNESA 6501. Las marcas se colocarán en la parte superior de la pica.

Los ensayos que se indican a continuación, se efectuarán según la R. UNESA 6501F y sobre un uno por ciento (1%) de las picas de cada suministro, con un mínimo de dos picas. En el caso de que un ensayo no sea satisfactorio, se repetirá el mismo sobre un doble número de muestras y entonces todas deberán cumplirlo. Si no es así, se rechazará el suministro:

- a) comprobación de las medidas;
- b) adherencia de la capa de cobre;
- c) dureza del acero;
- d) espesor de la capa de cobre.

En los cables tripolares, cada una de las almas llevará exteriormente una cinta con la impresión literal del color correspondiente, cada treinta centímetros (30 cm) como máximo.

#### Acopios

Según se vaya realizando el acopio de los diferentes materiales, se comprobarán las siguientes condiciones:

##### a) conductor:

1. las bobinas deberán haberse colocado en terrenos sin pendientes y con fácil acceso.
2. no deberán presentar daños procedentes de su transporte.
3. el sentido de giro de trefilado del cable deberá ser el mismo para las diferentes bobinas.
4. las bobinas deberán estar colocadas de forma que el conductor salga por la parte superior.

##### b) aislamiento y pequeño material:

- \* su embalaje y transporte deberá ser el adecuado sin que ningún elemento resulte dañado.

#### Instalaciones de centros de tipo interior

Se comprobarán las siguientes condiciones para cada apartado. Cualquier desvío será subsanado para poder realizar la aceptación del Centro de Transformación.

#### Celdas

Su situación y tipo deberán ser los proyectados.

Deberán estar niveladas y ancladas correctamente.

El aparellaje que contienen las celdas deberá funcionar correctamente, sin rozamientos ni brusquedad.

El circuito de disparo en las celdas de protección de transformador deberá funcionar correctamente.

Si existen enclavamientos, deberán funcionar como está previsto en el proyecto.

Las celdas deberán estar conectadas al circuito de tierra de herrajes.

#### Conexión entre celdas

Las celdas contiguas deberán estar unidas entre sí con los tornillos adecuados.

Las barras aisladas de conexión deberán estar correctamente conectadas al aparellaje y habrán de apoyarse sobre los aisladores adecuados, que estarán bien anclados.

#### Puentes de celda de protección a transformador

Se comprobará que los terminales y las clemas de conexión son los adecuados al cable y a los aparatos que conectan y que están correctamente montados.

Deberán discurrir por las canalizaciones previstas y en su remonte hasta las bornas del transformador deberán estar sujetos a los parámetros verticales mediante las adecuadas abrazaderas.

Sus pantallas metálicas deberán estar conectadas a la red de tierra de herrajes.

#### Colocación del transformador

Se comprobará que se ha colocado correctamente sobre los carriles.

El nivel de aceite deberá ser el adecuado.

La cuba habrá de estar conectada a la tierra de herrajes.

Las barreras de protección deberán estar bien colocadas y conectadas a la red de tierra de herrajes.

Circuito de puesta a tierra de herrajes

Se comprobará que se ha situado sobre los paramentos tal como se especifica en este capítulo.

Deberán haberse conectado al mismo todas las masas metálicas.

Los terminales y piezas de derivación deberán estar correctamente colocados.

Los electrodos de puesta a tierra deberán estar colocados correctamente.

Se comprobará que la resistencia a tierra del circuito cumple con lo especificado en la Instrucción MIE RAT 13, del Reglamento sobre Conducciones Térmicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Circuito de puesta a tierra del neutro

Se comprobará que el conductor, terminales y piezas de conexión sean los especificados en el apartado correspondiente de este capítulo.

Que el recorrido desde el cuadro de BT a la arqueta de toma de tierra es lo más corto posible.

Que los electrodos de puesta a tierra están colocados correctamente.

Que la resistencia a tierra del circuito cumple lo especificado en la instrucción MIE RAT 13.

Equipo de seguridad

Se comprobará que el centro de transformación ha sido dotado de todos los elementos de seguridad enumerados en el apartado correspondiente de este capítulo.

## Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

## 22.6 Criterio de medición y abono

### Criterio de medición

Las medidas se realizarán sobre el terreno.

### Criterio de abono

Las instalaciones se abonarán de acuerdo con los precios unitarios correspondientes a las unidades siguientes:

Conductores

Se abonarán por medio de línea colocada.

#### Empalmes y terminales

Se abonarán por unidad colocada, incluso su puesta a tierra de pantallas y soportes.

#### Tubo de protección de acero en montaje exterior

Se abonará por metro de tubo colocado, incluso soportes y elementos de fijación.

#### Obras auxiliares

Zanjas: se abonarán por metro de zanja tipo realizada incluso hormigón arena, rasilla, tubos de protección, cinta de señalización y reposición de pavimento.

Arquetas: se abonarán por unidad tipo realizada.

#### Columna metálica para soporte transformador montaje exterior

Se abonará por unidad tipo colocada, incluyendo cruceta, aisladores, herrajes, excavación, hormigonado y puesta a tierra.

#### Apoyo de hormigón para soporte transformador montaje exterior

Se abonará por unidad tipo colocada, incluyendo cruceta, aisladores, herrajes, excavación, hormigonado y puesta a tierra.

#### Conductores para puentes aéreos

Se abonará por unidad lineal instalada, incluyendo conductores, terminales y conexionado.

#### Elementos de protección y maniobra en instalaciones eléctricas de exterior

Se abonará por unidad colocada de:

- a) cortacircuitos-seccionador de intemperie con fusibles de expulsión;
- b) seccionadores tripolares intemperie con accionamiento mecánico-manual a distancia;
- c) seccionadores unipolares de intemperie, accionados mediante pértiga;
- d) pararrayos de resistencia variable (auto-válvulas).

#### Celdas prefabricadas

Se abonará por unidad tipo colocada, incluyendo su conexionado.

#### Transformadores

Se abonará por unidad colocada, incluyendo su conexionado al lado primario, secundario y centrales, si los hubiera.

#### Cables alimentación transformadores

Se abonará por unidad lineal instalada.

#### Cajas terminales

Se abonará por unidad colocada, incluso su puesta a tierra de pantallas y soportes, y el conexionado a su equipo.

#### Circuito de tierra

Se abonará por unidad lineal colocada, incluso su fijación mediante grapas y elementos apropiados.

Edificio prefabricado para Centro de Transformación

Se abonará por unidad colocada.

## 22.7 Normas de referencia

Las normas de aplicación serán las que figuran en los reglamentos RAT y RCE antes citados así como las actualizaciones que AENOR y UNESA realicen de las mismas.

Todas estas instalaciones se ajustaran a la siguiente Reglamentación:

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-LAT 01 a 09).

REAL DECRETO 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT.

ORDEN de 10 de marzo de 2000 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación

UNE 21123-1:2010	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados
UNE 21175-1:1992	Métodos de ensayo eléctrico para los cables eléctricos. Ensayos eléctricos para cables de tensión inferior o igual a 450/750 V.
UNE-EN 60811-409:2012	Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 409: Ensayos varios. Ensayo de pérdida de masa de los aislamientos y cubiertas termoplásticos.
UNE-EN 60811-201:2012	Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento.
UNE-EN 60811-1-1/A1:2001	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica. Parte 1-1: Aplicación general. Medida de espesores y dimensiones exteriores. Determinación de las propiedades mecánicas.
UNE-EN 60229:2009	Cables eléctricos. Ensayos de cubiertas exteriores con una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

## 23. GENERADORES DE ENERGÍA Y SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

### 23.1 Generadores de emergencia

#### 23.1.1 Definición. Ámbito de aplicación

Se consideran generadores de emergencia los grupos electrógenos para suministrar la energía eléctrica a aquellos receptores calificados como críticos, ya sean máquinas o equipos de alumbrado y que, por su tipo de servicio, necesitan funcionar ininterrumpidamente, aún cuando falte la energía eléctrica en la red de la Compañía Suministradora, con destino a edificios o instalaciones.

Las empresas instaladoras deberán estar en posesión del Documento de Calificación Empresarial (DCE) debidamente renovado, otorgado por la Delegación del Ministerio de Industria y Energía.

El personal responsable al cargo de la dirección de ejecución de las instalaciones deberá estar en posesión del título de grado superior o medio y en su defecto, el de instalador autorizado, con el alcance que a cada título le sea aplicable, según la normativa oficial vigente ITC-BT-03 (Instalaciones que pueden dirigir instaladores autorizados sin título facultativo).

#### 23.1.2 Materiales

- Características:

Las características que deben reunir los Grupos Electrógenos de Emergencia son las siguientes:

- a) arranque totalmente automático, a partir de una orden exterior por fallo de la RED o variaciones de tensión fuera de límites;
- b) alta fiabilidad en el arranque;
- c) corto tiempo de arranque desde la orden exterior hasta la consecución de los valores nominales de la tensión en bornas del generador, tiempo regulable entre siete segundos (7" y 14");
- d) funcionamiento sin vigilancia con una autonomía mínima de 10 horas a plena carga;
- e) alta estabilidad en el funcionamiento, tanto en estado estable como en variaciones de la carga conectada, en los valores indicados a continuación:
  - \* en condiciones estables sin cambio de carga, la oscilación del voltaje deberá ser menor del cero con cinco por ciento (0,5%);
  - \* en bloques de cargas de golpe, el tiempo de recuperación, tanto de voltaje como de frecuencia a sus valores nominales, no debe ser superior a cinco segundos (5");
  - \* la máxima variación de tensión en bornas de generador en conexiones bruscas de los distintos bloques de cargas, deberán ser inferior o igual al diez por ciento (10%);
  - \* la máxima variación de frecuencia en conexiones bruscas de los distintos bloques de carga deberá ser inferior o igual al cinco por ciento (5%).

Los Grupos Electrógenos de Emergencia, deben ser diseñados, fabricados, envasados e instalados de acuerdo con las siguientes normas.

- la potencia de los motores diesel se indicará bajo las condiciones de referencia de la Norma ISO 3046/1;

- el alternador cumplirá con la Norma VDE 0530. Norma alemana de equipos electrónicos.

## Grupo motor-alternador

El Grupo Electrónico estará formado por un motor diesel y un generador de corriente alterna trifásico con neutro, en una unidad compacta en ejecución monobloque, con los elementos necesarios para su funcionamiento y con las siguientes características:

### Motor

El motor será de tipo diesel, con los componentes descritos a continuación:

- a) filtros de aire con indicador de servicio;
- b) colectores de escape secos;
- c) conexión flexible de escape para absorber las dilataciones y vibraciones;
- d) silencioso de los gases de escape a instalar en el trazado de tubería de salida de los mismos;
- e) arranque eléctrico corriente continua 24 V;
- f) equipo de batería que permita suministrar la energía necesaria para garantizar cinco maniobras de arranque sucesivas;
- g) filtro de combustible;
- h) bomba de baja presión, de alimentación de combustible;
- i) bomba manual de cebado de combustible;
- j) filtro de aceite;
- k) aceites utilizados en sus circuitos. Serán los normalmente utilizados en el mercado nacional;
- l) enfriador de aceite en caso necesario;
- m) respiradero del cárter del motor preparado para sacar al exterior;
- n) sistema de seguridad para llevar las alarmas con paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad;
- o) sistema de refrigeración, movido por bomba centrífuga y caja de termostatos, incluyendo radiador con ventilador o tanque de expansión con intercambiador y torre;
- p) resistencias de calefacción del agua de refrigeración con termostato para los períodos de paro del motor;
- q) control de parada manual;
- r) regulador de velocidad del motor con ajuste;
- s) panel de instrumentos con los siguientes indicadores:
  - \* manómetro de combustible;
  - \* manómetro de aceite de lubricación;
  - \* indicador de temperatura del agua.

### Generador

El generador será de corriente trifásica, autorregulado, sin escobillas, de las siguientes características:

- a) revoluciones: Máximo mil quinientas (1 500);

- b) número de fases: Tres (3);
- c) conexión: En estrella con neutro accesible;
- d) frecuencia: Cincuenta Herzios (50 Hz);
- e) protección: IP-23;
- f) aislamiento: Clase F;
- g) excitación y regulación: Estática;
- h) regulación de tensión: Menor o igual a un dos por ciento (2%), con todos los valores de potencia desde  $\text{Cos } \varphi$  cero como ocho (0,8) hasta  $\text{Cos } \varphi$  uno (1) para todas las cargas y teniendo en cuenta una caída de velocidad del motor hasta un tres por ciento (3%);
- i) intensidad de cortocircuito: doscientos cincuenta por ciento (250%);
- j) desviación de onda: Menor del cinco por ciento (5%);
- k) factor de influencia telefónica: Inferior a cincuenta (50).

#### **a) Acoplamiento**

La unión entre motor y generador se debe realizar mediante acoplamiento elástico, ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

#### **b) Bancada**

El conjunto motor-generador estará alineado sobre una bancada metálica común de acero, mecanizada y electrosoldada.

#### **c) Cuadro de control**

El cuadro de control y arranque automático, irá ubicado en la misma sala del grupo electrógeno, construido en chapa de acero de dos milímetros (2 mm), con protección contra oxidación mediante fosfato y pintura al horno. Acceso frontal, conexión a bornas por su parte inferior o superior y montaje de aparatos de mando, señalización y medida en las puertas del mismo.

Contendrá las siguientes funciones:

- a) desconectado;
- b) servicio automático;
- c) servicio de prueba;
- d) servicio manual.

En Desconectado, el grupo no podrá ser arrancado, pudiéndose realizar reparaciones y revisiones en el grupo electrógeno.

En Servicio Automático, el grupo arrancará automáticamente por:

- a) fallo de RED;
- b) fallo de una o dos fases;
- c) caída de tensión en red por debajo de un valor ajustable del valor nominal.

En el caso de que el motor diesel no arranque, seguirán dos arranques más después de cortos intervalos de tiempo ajustables. Si el motor sigue fallando, se deberá señalar el fallo.

Una vez arrancado el grupo y alcanzar los valores nominales de tensión, dará la orden de apertura de contactor o interruptor de RED y cierre del contactor o interruptor de GRUPO.

Al retomar la RED después de un tiempo ajustable, se producirá la conmutación automática, conectando el contactor o interruptor de RED y abriendo el contactor o interruptor de GRUPO. El motor diesel permanece durante un tiempo regulable en marcha sin carga para igualar las temperaturas.

En Servicio de Prueba se puede efectuar el arranque automático del motor diesel al simularse una caída de alimentación de la RED, funcionando en vacío y encarga al actuar sobre los pulsadores del contactor de RED Y GRUPO.

En Servicio Manual, el grupo electrógeno puede ser arrancado pulsando la tecla correspondiente y la conmutación debe realizarse, igualmente, en forma manual.

La medida y control comprenderá:

- a) voltímetro;
- b) conmutador de voltímetro;
- c) amperímetros;
- d) frecuencímetro;
- e) voltímetro de baterías;
- f) amperímetro de baterías;
- g) automatismo electrónico de arranque y parada;
- h) selector de funcionamiento;
- i) pulsadores de arranque y parada;
- j) vigilante de tensión de RED y GRUPO;
- k) indicador de nivel de combustible;
- l) mando de resistencia de calefacción del agua de refrigeración del motor;
- m) alarmas con señalización óptica y acústica con parada del grupo electrógeno por:
  - \* fallo de arranque automático;
  - \* baja presión de aceite;
  - \* alta temperatura de agua;
  - \* sobrevelocidad;
  - \*parada de emergencia;
- n) alarma y señalización sin parada del grupo electrógeno por:
  - \* sobrecarga;
  - \* cortocircuito.
- o) sistema de cargas de baterías para el mantenimiento correcto de las mismas, mediante un sistema de flotación que consiga el estado óptimo de carga, pudiéndose seleccionar: carga lenta y rápida.

#### **d) Almacenamiento de combustible**

El sistema de suministro del combustible, debe asegurar al motor diesel un aprovisionamiento del mismo, continuo y limpio. El combustible debe ser almacenado en un depósito principal y transferido mediante

electrobombas a un depósito más pequeño de uso diario. La instalación del depósito principal de almacenamiento y de uso diario, se realizará de acuerdo con las normas del Ministerio de Industria, exigiéndose la legalización de dicha instalación.

No será necesaria la legalización de la instalación en los casos que se instale solamente el depósito de uso diario.

La tubería de interconexión entre depósitos de combustible de uso diario y grupos electrógenos, deben ser de acero o de cobre, no instalándose en el retorno ninguna válvula de cierre.

El depósito de combustible de uso diario debe estar situado lo más cerca posible del grupo electrógeno y a un nivel de altura por debajo de los inyectores del motor diesel. Incorporará sensores de nivel de máximo y mínimo para a través del cuadro de control, accionar las electrobombas de trasiego de combustible, en el caso de instalar depósito de almacenamiento. Igualmente, dispondrá de válvula de drenaje y respiradero del mismo.

#### **e) Equipo auxiliar**

Se suministrará para la completa instalación de los grupos electrógenos, los siguientes componentes:

- a) en caso, necesario, ventiladores y mando de los mismos para refrigeración de la sala;
- b) conducto de salida del aire de refrigeración con ventana de lamas;
- c) juego de tacos antivibratorios, tipo muelle;
- d) silencioso de relajación del aire de entrada y salida a la sala que permita una amortiguación de ruidos de 65 dB a uno con cinco metros (1,5m).

### 23.1.3 Condiciones generales

#### **Bancada**

La función que debe tener es la de soportar el peso total del grupo electrógeno, mantener la alineación entre motor, generador y equipo accesorio y aislar la vibración procedente del grupo electrógeno de las instalaciones que existen alrededor.

Se debe considerar el peso total del grupo incluido todo su equipo accesorio y el de los líquidos refrigerantes, aceite y combustible, así como analizar la resistencia del terreno o material que soportará el grupo. Si es necesario una bancada de hormigón se debe considerar:

- a) la longitud y anchura deben sobrepasar la longitud y anchura del grupo electrógeno, un mínimo de treinta centímetros (30cm) por todos los lados;
- b) la profundidad de la bancada deber ser suficiente para conseguir un peso mínimo igual al peso con líquidos del grupo electrógeno. Si no se utilizaran aisladores, el suelo debe diseñarse para soportar el ciento veinticinco por ciento (125%) del peso del grupo electrógeno.

#### **Escape**

El diámetro de la tubería de los gases de escape debe ser el que corresponda para que no supere la contrapresión máxima permisible para el grupo electrógeno que se instala.

Se tendrá en cuenta el trazado de la tubería, número de codos, silenciador empleado y tipo de chimenea para el cálculo correspondiente.

La tubería se instalará calorifugada y recubierta de aluminio o de acero inoxidable.

Se debe incluir un colector para que la humedad sea drenada de los tubos, instalándose en el punto más bajo de la conducción lo más cerca posible de la salida del escape del motor de forma que el agua no llegue al silenciador.

El silenciador de los gases de escape debe colocarse muy cerca del motor para aumentar al máximo su eficacia.

Debe instalarse un flexible de escape a la salida del colector del motor para aislar el peso de la tubería de escape, permitir desplazamientos laterales y longitudinales, como consecuencia de dilataciones y reacciones de par.

Los recorridos largos de la tubería de escape deben dividirse en secciones que lleven juntas de dilatación entre ellas. Cada sección debe estar fija en un extremo y permitir que se dilate el otro.

## Ventilación

Las elevadas temperaturas resultantes en la sala del grupo electrógeno pueden afectar adversamente al personal de mantenimiento, al cuadro de control y al rendimiento del grupo electrógeno. En consecuencia se tendrá en cuenta la ventilación de la sala, necesaria para la combustión del motor diesel y la no elevación de temperatura de la sala por encima de la permisible.

En los casos de refrigeración del motor por intercambiador y torre, se necesitará un extractor, y en los casos de refrigeración del motor por radiador y ventilador, éste servirá de extractor.

Idealmente, el aire limpio frío y seco circulará alrededor el cuadro de control, después fluirá a través de la parte posterior del generador, a través del motor y descarga por el radiador.

## Refrigeración

Dependiendo de las condiciones de la sala, la refrigeración del motor diesel se efectuará por radiador y ventilador o por intercambiador, tanque de expansión y torre de refrigeración.

Por radiador y ventilador se instalará un fuelle o conducto metálico de salida del aire de ventilación, entre el radiador y la apertura de salida en la pared.

Por intercambiador, tanque de expansión y torre, es necesario realizar el trazado de tuberías entre grupo electrógeno intercambiador de calor electrobomba de circulación de agua-torre de refrigeración.

Se instalarán las válvulas correspondientes a la entrada y salida del intercambiador y torre de refrigeración.

El diámetro de las tuberías será el necesario para proporcionar el caudal que requiera la refrigeración del motor diesel.

## Interconexiones eléctricas

En los casos en que el cuadro de control del grupo no forme parte de la unidad compacta del grupo motor-generador, y se instale en la sala pero por separado del grupo, debe preverse y se realizará la interconexión eléctrica, tanto de fuerza como de mando, bien por zanja, bien por bandeja, de las secciones reglamentadas, entre grupo electrógeno y cuadro eléctrico de control del mismo.

El neutro del generador se pondrá rígidamente a tierra a través del cable de cobre desnudo o aislado, que finalizará en una pica o electrodo de acero cobrizado para puesta a tierra, instalado generalmente en la sala donde se instala el grupo, dentro de arqueta registrable.

## Ruidos

En función de las condiciones del local y si se requiere amortiguación de ruidos al existir locales de oficinas o viviendas próximas, se instalarán silenciosos de relajación a la entrada y salida del aire de refrigeración de la sala, así como el aislamiento de las paredes, de tal forma que en los puntos exigidos cumpla con los niveles de dB de la Reglamentación.

#### Combustible

Se instalarán las tuberías de conexión del diámetro indicado por el fabricante del grupo electrógeno, entre grupo depósito de uso diario - depósito de almacenamiento, teniendo en cuenta los requisitos marcados en 23.1.3 de Parte 3.

#### Obras auxiliares

Las obras auxiliares necesarias para la instalación del generador de emergencia, comprenden:

- a) zanjas para el tendido de cables y tuberías con sus drenajes;
- b) bancada para sustentación del grupo electrógeno y bombas auxiliares;
- c) huecos en techos y paredes para dar paso a tubo de escape, tuberías de combustible o agua de refrigeración y los necesarios para la instalación de ventiladores-extractores o salida de aire caliente del radiador del motor;
- d) colocación de soportes y elementos de suspensión;
- e) arqueta con tapa para el hincado de la pica de tierra.

#### Condiciones de los locales

Los grupos electrógenos se instalarán en el interior de un edificio, en una sala del mismo con las dimensiones y condiciones necesarias para permitir:

- a) acceso de los equipos;
- b) pesos;
- c) admisión de aire de refrigeración;
- d) salida de aire refrigeración;
- e) trazado de tuberías de gases de escape;
- f) trazado de alimentación de combustible;
- g) interconexiones eléctricas;
- h) aislamiento de ruidos y vibraciones.

#### 23.1.4 Condiciones de ejecución

Se dan las mismas condiciones que en el punto 23.1.3 de Parte 3.

#### 23.1.5 Control de calidad

#### Control de suministro

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Defensa.

#### Control de ejecución

En el proyecto inicial se establecerán controles durante el proceso de ejecución de las instalaciones, de generadores de emergencia.

#### Control de recepción

Se comprobará que las instalaciones de generadores de emergencia, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPT y en particular los especificaciones de proyecto.

#### Criterios de aceptación y rechazo

El suministro e instalación del grupo electrógeno de emergencia se ajustará a los controles y recepción que se especifican en los apartados siguientes:

##### **a) Materiales**

Con diez (10) días de antelación a la entrega física, el fabricante comunicará la disponibilidad del suministro para su inspección.

Se comprobará en fábrica físicamente, el alcance de suministro, con respecto al pedido y a éste PPT, realizándose las siguientes pruebas:

- a) rodaje del grupo electrógeno en el banco de pruebas del fabricante, durante dos horas, en condiciones de plena carga, con objeto de obtener la temperatura de funcionamiento de régimen. No se deberán observar ruidos, vibraciones y/o aumentos de temperatura en la refrigeración superiores a los indicados en el contrato;
- b) comprobación de Tensión, Intensidad y Frecuencia al veinticinco por ciento (25%), cincuenta por ciento (50%), setenta y cinco por ciento (75%) y cien por cien (100%) de carga. Los valores de tensión, intensidad y frecuencia deberán estar dentro de los valores indicados en el Apartado 1, del Artículo 62.12;
- c) comprobación del tiempo de arranque. Deberá estar comprendido entre siete (7) y catorce (14) segundos;
- d) comprobación de temperaturas de motor y generador. No deberá existir un incremento de temperatura superior a lo indicado en el contrato;
- e) ensayo de rigidez dieléctrica del generador y del cableado del cuadro de control de acuerdo con las Normas UNE-EN 60034-1:2005;
- f) simulación de maniobras y operación de los diferentes dispositivos, alarmas y señalizaciones, no aceptándose diferencias de funcionamiento sobre lo indicado en 23.1.2 c) Cuarto de control de Parte 3.

Finalizadas las pruebas, el fabricante facilitará los protocolos de estas pruebas, debidamente cumplimentados.

##### **b) Instalaciones**

El fabricante realizará la instalación del grupo electrógeno de emergencia, de acuerdo con los requisitos de esta especificación, planos y planning entregados.

Una vez finalizada la instalación, se realizarán las pruebas de funcionamiento con las cargas reales de utilización enseñando el manejo del grupo electrógeno y comprobando potencia, tensión, frecuencia, respuesta, con la carga máxima así como las alarmas especificadas.

#### Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

#### 23.1.6 Criterio de medición y abono

##### Grupo generador

##### **c) Tuberías**

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente instalada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

##### **d) Motor generador**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas. Se entenderá como unidad al conjunto de motor-generador con cuadro de control y arranque automático, radiador y bomba de agua de refrigeración, silenciador y salidas de escape y aire de refrigeración, completamente instalado sobre tacos antivibratorios.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### **e) Depósitos de almacenamiento de combustible y de uso diario (nodriza)**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características. La unidad comprenderá, soportes y accesorios (niveles, sondas, bocas de carga, ventilaciones, etc.).

Se abonará por unidad colocada incluido montaje.

##### **f) Electrobomba de combustible**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### **g) Accesorios: Válvulas, flexibles, manómetro, etc.**

La medición comprenderá el número de unidades empleadas de igual diámetro y características. Si los accesorios fueran embridados se incluirán en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### **h) Cableado**

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable completamente instalado, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, grapas, etc.

### 23.1.7 Normas de referencia

Las instalaciones comprendidas en la presente sección cumplirán con la siguiente normativa:

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja Tensión, modificado por el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismo resistente. Parte general y edificación (NCSR-02); y en concreto la I.T.C-BT-40;

Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre.

UNE-EN 60034-1:2005 Máquinas eléctricas rotativas. Parte 1: Características asignadas y características de funcionamiento.

## 23.2 Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

### 23.2.1 Definición. Ámbito de aplicación

Se especifican en esta Sección las condiciones que deben cumplir todos los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) así como las condiciones de instalación y conexionado necesarias.

Ciertos sistemas electrónicos, tales como ordenadores, equipos de comunicación, control de procesos, instrumentación, sistemas de seguridad, etc., que denominaremos en adelante como cargas críticas, están expuestos a averías y/o problemas de funcionamiento completamente intolerables, dado el servicio que realizan, debidos a perturbaciones de la red eléctrica de alimentación.

Las perturbaciones más usuales en las redes de energía eléctrica son las siguientes:

- a) sobretensiones parásitas, producidas por inducciones de descargas atmosféricas o por la conexión/desconexión de grandes capacidades o inductancias en las proximidades;
- b) variaciones de tensión instantáneas, debidas a la conexión/desconexión de cargas importantes tales como motores;
- c) microcortes, debido a disparos intempestivos de interruptores y su posterior reenganche rápido en centros de distribución;
- d) cortes de tensión;
- e) ruido eléctrico;
- f) variaciones de frecuencia.

Los sistemas SAI pueden definirse como el conjunto de equipos electrónicos, que instalados entre la red comercial de corriente alterna (fuente primaria) o grupo electrógeno (fuente reserva) y la utilización (carga crítica), permiten obtener en permanencia sin defectos, corriente alterna sinusoidal, incluso interrupciones de la red, inferiores a un determinado tiempo definido como de autonomía.

Como características y propósitos principales de la utilización de los SAI conviene destacar:

- a) suministrar energía sin interrupción a los consumidores (cargas críticas) aún en el caso de fallos en la red de la compañía eléctrica;

- b) eliminar las perturbaciones de la red indicadas anteriormente, y mantener la tensión estabilizada, libre de trastornos, ruidos eléctricos, etc.;
- c) alta fiabilidad;
- d) reducido y fácil mantenimiento;
- e) las empresas instaladoras deberán estar en posesión del documento de Calificación Empresarial (DCE) debidamente renovado, otorgado por la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, de acuerdo con lo indicado en la Orden de 25 de octubre de 1979;
- f) el personal responsable a cargo de la dirección de ejecución de las instalaciones, se encuentran en posesión del título de grado superior o medio y, en su defecto, el de instalador autorizado, con el alcance que a cada título le sea aplicable, según la normativa oficial vigente ITC-BT-03 (Instalaciones que pueden dirigir instaladores sin título facultativo).

## 23.2.2 Materiales

### Composición de los SAI

Los sistemas estáticos de alimentación ininterrumpida (SAI) de energía eléctrica alterna, para asegurar la corrección de las perturbaciones indicadas en 2.1, deben cumplir con las siguientes condiciones básicas:

- a) disponer de un sistema de acumulación de energía que permita disponer de ella durante un determinado tiempo de autonomía, cuando la fuente primaria (red o grupo electrógeno) ha dejado de suministrarla. Dicho sistema de acumulación son baterías de acumuladores;
- b) generar corriente alterna sinusoidal por procedimientos tales que la tensión y frecuencia suministradas sean totalmente independientes de las perturbaciones que se puedan producir en la fuente primaria de energía.

Para ello, los sistemas SAI deberán estar compuestos básicamente por:

- a) un rectificador-cargador de batería;
- b) una batería de acumuladores estacionaria;
- c) un convertidor (inversor) estático sincronizado a la red;
- d) un dispositivo de transferencia estático (by-pass estático);
- e) un by-pass manual para mantenimiento y pruebas;
- f) dispositivos opcionales.

### Rectificador-cargador de batería

Irà conectado a la red de alimentación y estará dimensionado de forma que sea capaz de suministrar simultáneamente corriente al inversor a plena carga y la intensidad de carga a fondo de la batería, estando ésta totalmente descargada.

Dispondrá de doble límite de corriente: una de corriente total y otra exclusiva e independiente para la carga de la batería, lo que asegura una prolongación de su vida.

### Proceso de carga

El proceso de carga rápida-carga-flotación se realizará de acuerdo con la siguiente secuencia:

- a) carga flotación: Carga normal de mantenimiento de la batería, que se da de forma permanente cuando la batería ya está perfectamente cargada. Se da a tensión constante (estabilizada) y se limita la corriente únicamente con fines de protección;
- b) carga rápida: Carga que se da para reponer la capacidad perdida por la batería en las descargas. Se da a corriente limitada y tensión final de carga estabilizada. El valor límite de la corriente es el que absorbe la propia batería para garantizar un correcto proceso.

El paso de un régimen de carga a otro será como se indica a continuación:

- a) de flotación a carga rápida: Automáticamente cuando, estando la batería en flotación, absorbe una corriente superior a un valor especificado o, manualmente, por acción sobre un pulsador ubicado en el propio armario y/o por un contacto procedente de un centro de control remoto;
- b) de carga rápida a carga flotación: Automáticamente, una vez se ha cargado la batería o, manualmente, por acción sobre un pulsador local y/o remoto. Los valores de límite de corriente, niveles de tensión y niveles de corriente para efectuar los cambios de proceso, serán todos ellos ajustables.

Dispositivo de arranque lento.

Dispondrá de dispositivo de arranque lento para no producir puntas de corriente de entrada sí como la limitación de potencia absorbida a un valor ajustable, mediante la recepción de una señal exterior para servicio con grupo electrógeno.

Composición del rectificador-cargador

El rectificador-cargador estará formado básicamente por:

- a) seccionador o interruptor de acometida de entrada.
- b) transformador con aislamiento galvánico (opcional).
- c) puente rectificador a tiristores (SCR) tipo trifásico, onda completa, doble vía protegidos por fusibles ultrarrápidos.
- d) unidad de control y regulación de tensión y/o intensidad;
- e) unidad de maniobra automática de carga y mantenimiento de batería;
- f) relés electrónicos de vigilancia del estado de batería;
- g) filtro de salida de CC;
- h) protecciones incorporadas contra:
  - \* sobretensiones de alta energía (hasta 4 kV en 100 ms y mediante redes RC-MOV);
  - \* sobrecargas limitación electrónica más relé térmico;
  - \* cortocircuitos mediante fusibles.

Características de la alimentación y salida

Las características de la corriente de alimentación al rectificador deberán estar dentro de los siguientes valores:

- a) tensión de alimentación, en régimen permanente 380/220 V.c.a. 3F + N a partir de 10 kVA y 220 V.c.a. monofásico para potencias inferiores;
- b) variaciones admisibles tensión entrada: máxima + 10%, mínima -15%;

- c) frecuencia de entrada en régimen permanente: 50 Hz;
- d) variaciones admisibles frecuencia entrada: +5%, -5%;
- e) factor de potencia a plena carga:  $\cos \varphi = 0,8$ .

Las características de la corriente de salida serán las siguientes:

- a) rendimiento superior al 95% a plena carga y condiciones nominales;
- b) estabilidad estática de la tensión e intensidades de salida  $\pm 1\%$  en las condiciones de plena carga, de vacío y máximas variaciones en la entrada;
- c) rizado menor del 2%.

## Baterías

### Selección del tipo de batería

La batería se seleccionará para obtener la deseada relación calidad/precio, teniendo en cuenta la vida media, seguridad, mantenimiento, etc. con arreglo a los tipos existentes en el mercado.

- a) baterías de Níquel-Cadmio (Ni-Cd) con una vida de 20-25 años, teniendo prioridad los elementos en vaso de plástico translúcido frente a los vasos de acero;
- b) baterías de plomo:
  - \* estacionarias ácidas con una vida de 20-25 años en vaso transparente;
  - \* plomo hermética con tecnología de recombinación de gases, no requiere mantenimiento ni local especial, siendo su vida estimada de diez años;
  - \* plomo estanca sin mantenimiento, no requiere local especial. Vida media cinco años.

La batería se dimensionará de forma que, estando al ochenta y cinco por ciento (85%), permita al inversor dar su máxima potencia, durante el tiempo de autonomía indicado en el pedido y considerando una descarga continua igual a la intensidad máxima de descarga.

Se aplicarán los factores de corrección adecuados, de acuerdo con la temperatura de ambiente mínima de operación de la batería.

A definir por el suministrador: tensión final de carga, tensión de flotación, tensión final de descarga, intensidad de descarga, número de elementos, capacidad. Todos estos valores serán indicados en las ofertas, con los cálculos correspondientes.

### Instalación de la batería

La batería estará protegida contra cortocircuitos mediante fusibles, los cuales se deberán calibrar de forma que no se fundan con los requisitos normales de carga.

Para aislar la batería del rectificador y/o inversor, se dispondrá del correspondiente seccionador, dimensionado adecuadamente.

La batería se instalará dentro de armario metálico, con una adecuada ventilación natural y la disposición de la batería será tal que permita su fácil inspección y mantenimiento (cuando se requiera).

Si la instalación anterior no es posible, debido al tipo (plomo ácido estacionaria, vaso de acero) o al tamaño de la batería, se instalarán en bancada.

Cuando la batería vaya montada en armario, se incluirá en el mismo, el conjunto seccionador y fusibles de batería. Si fuese en bancada, se suministrará un cofre metálico, que incorpore el seccionador y fusibles de batería, para instalarlo en las proximidades de la bancada, o en la puerta de acceso de la sala de baterías.

Siempre que sea posible, las baterías se enviarán cargadas, con todos los útiles necesarios para su instalación y mantenimiento.

## Inversor estático

La tecnología a emplear será Modulación por Anchura de Impulsos y Conmutación en Alta Frecuencia que sintetiza la forma de onda de salida y estabiliza la tensión.

Será totalmente estático y de construcción modular con objeto de reducir el mantenimiento.

### Composición del inversor

Está compuesto interiormente por los siguientes elementos:

- a) interruptor automático de entrada;
- b) filtro de corriente continua de entrada;
- c) unidad de potencia, que utilizará transistores monopolares (MOSFET), de forma prioritaria, por sus ventajas y sólo se emplearán tiristores ultrarrápidos (ASCR) en los equipos de gran potencia;
- d) unidades de control y regulación, con punta de test e indicadores luminosos LED;
- e) transformador de aislamiento de salida;
- f) filtro de corriente alterna de salida;
- g) protección con desconexión del inversor por tensión de entrada fuera de márgenes;
- h) protección contra sobretensiones;
- i) juntas accesibles, con unidad en operación, para:
  - \* tensión de salida (independiente por fase para los trifásicos);
  - \* límite automático de corriente (independiente por fase para los trifásicos);
  - \* frecuencia de salida;
  - \* fusible electrónico;
- j) inhibición automática del sincronismo si la frecuencia de la red de apoyo se desvía de los límites ajustados.

### Características técnicas inversor

#### Características entrada a inversor:

- tensión de entrada:
  - \* máxima: tensión final de carga de batería;
  - \* mínima: tensión final de descarga de batería;
  - \* nominal: tensión de flotación de batería.

(Valores a definir por el suministrador).

Características salida inversor: La corriente de salida del inversor tendrá las siguientes características:

- a) potencia de salida: kVAs, a definir en la requisición de material;
- b) factor de potencia en la carga entre 0,8 capacitivo y 0,75 inductivo;
- c) tensión de salida: 220 V.c.a. (monofásica), 380/220 V.c.a. (trifásica);  
(valores a definir en la requisición del material)
- d) número de fases: Monofásico, Trifásico + Neutro;  
(a definir en la requisición de material)
- e) frecuencia de salida: 50 Hz;
- f) estabilidad de frecuencia:  $\pm 0,5\%$ ;
- g) ajuste de frecuencia:  $\pm 2$  Hz;
- h) forma de onda de salida: Senoidal;
- i) tasa distorsión armónica: inferior al 5% total, inferior al 3% un sólo armónico;
- j) estabilidad estática de tensión:  $\pm 1\%$  para cualquiera de las siguientes condiciones:
  - \* entre vacío y plena carga;
  - \*  $\cos \varphi$  de carga entre 0,7 y 1;
  - \* máximas variaciones admisibles de la tensión de entrada;
  - \* máxima variación a temperatura ambiente  $\pm 2\%$  para todas las combinaciones anteriores;
- k) estabilidad dinámica de tensión:  $\pm 5\%$  por un cambio brusco de la carga (0-100%) y un tiempo de recuperación de 30 ms;
- l) rendimiento: 90% a plena carga y condiciones nominales;
- m) modulación de tensión: 2% máximo, a plena carga;
- n) limitación electrónica de la intensidad de salida, ajustable independiente por cada fase para los trifásicos);
- o) desequilibrio de fases (sólo en equipos trifásicos).
  - \*  $\pm 3\%$  máximo en amplitud, con cargas desequilibradas al 100 por 100;
  - \*  $\pm 3\%$  máximo en desequilibrio angular;
- p) sincronismo con la red exterior: automático con error menor de  $\pm 5\%$  y velocidad de sincronismo máxima 1 Hz/s La sincronización se anula si la frecuencia de la red alternativa supera los límites ajustados ( $\pm 1\%$ ) y se vuelve a sincronizar automáticamente cuando está dentro del margen ajustado ( $\pm 1\%$ );
- q) arranque: el inversor debe ser capaz de arrancar con la carga conectada, o en sobrecarga sin riesgo de perturbación.

## By-pass estático

Permite de manera automática, la conexión de la carga crítica, bien al inversor (conducciones normales de funcionamiento) o bien a la red alternativa cuando el inversor esté fuera de servicio o por acción manual por activación sobre el mando correspondiente.

La transferencia por sobrecarga se anula cuando la red alternativa no es correcta o no están sincronizados la red y el inversor.

#### Composición del by-pass

Será totalmente estático para garantizar una elevada fiabilidad, no empleándose elementos electromecánicos que darían problemas de mantenimiento, averías, etc.

Está formado básicamente por:

- a) conmutador de potencia formado por dos tiristores en antiparalelo, por fase;
- b) unidad de disparo de tiristores;
- c) unidad de vigilancia del sistema;
- d) unidad de señalización y alarma;
- e) fusibles de protección.

#### Características by-pass estático

Las características principales del by-pass estático son:

- a) conmutación automática por sobrecarga o cortocircuito en salida a la red alternativa, con retorno automático al inversor una vez desaparecida la anomalía;
- b) conmutación automática por fallo del inversor con rearme manual;
- c) conmutación manual por actuación del mando correspondiente;
- d) tensión nominal de trabajo (V): la de salida del SAI;
- e) número de fases de la salida del SAI;
- f) frecuencia (Hz): la del SAI;
- g) potencia nominal (kVA):
  - \* en permanencia: la del SAI;
  - \* sobrecarga: 800% durante 1 ciclo;
- h) rendimiento: 99%;
- i) tiempo de transferencia:
  - \* 100 mseg. máximo con red/inversor sincronizado;
  - \* 1/2 ciclo con red/inversor no sincronizado.

#### By-pass manual

Realizado con seccionadores, permite efectuar la conexión de las cargas críticas a la red y, de esta forma, aisla y deja fuera de servicio al SAI pudiéndose realizar en los equipos y baterías su mantenimiento, pruebas, sin ninguna perturbación sobre las cargas críticas.

El diseño del by-pass manual será tal que no produzca ningún corte en la tensión de salida, ni interrumpa el servicio.

Normalmente el by-pass manual formará parte del SAI, aunque si se desea aumentar la seguridad del personal en las eventuales revisiones, puede instalarse en un cofre exterior.

### Control y mando

El sistema dispondrá, en la parte exterior, de lo siguiente:

- a) interruptor aislador general sobre rectificador;
- b) interruptor aislador general sobre red alternativa;
- c) interruptor inversor;
- d) selector automático-manual para dispositivo de transferencia (by-pass);
- e) pulsador Marcha/Parada inversor.

En la parte interior, entre otros, se dispondrá de:

- a) potenciómetro ajuste tensión de carga a fondo;
- b) potenciómetro ajuste tensión de carga flotación;
- c) potenciómetro ajuste intensidad de carga a fondo;
- d) ajustes de tensión de salida inversor, frecuencia, límite de corriente, etc.

### Aparatos de medida

En la parte exterior, se dispondrá, como mínimo de los aparatos de medida semiempotrados, en cajas de noventa y seis por noventa y seis milímetros (96x96 mm), precisión uno con cinco por ciento (1,5%), siguientes:

- a) voltímetro corriente continua, tensión de batería;
- b) amperímetro corriente continua carga-descarga batería, con cero central;
- c) amperímetro corriente alterna salida SAI;
- d) voltímetro corriente alterna salida SAI/Inversor;
- e) frecuencímetro salida SAI/Inversor.

En los sistemas trifásicos se dispondrán de los correspondientes conmutadores voltimétricos y amperimétricos, para medir las tensiones e intensidades por fase, respectivamente.

### Señalizaciones y alarmas

Las señalizaciones de las alarmas se realizarán en el frente de los equipos, mediante indicadores luminosos LED.

Para la extensión remota de las diferentes alarmas, se dispondrá de contactos libres de potencial (LP) y serán del tipo "conmutado".

Como mínimo se dispondrá las señalizaciones y alarmas indicadas en la tabla siguiente:

## Señalizaciones y alarmas en Sistemas de Alimentación Ininterrumpidas (SAI)

	Optica local Color	Contacto LP para extensión de alarma
<b>1. Rectificador</b>		
1. Avería rectificador	Rojo	X
2. Tensión alta	Rojo	
3. Sobrecarga	Rojo	
4. Fusión fusibles	Rojo	
5. Sobretemperatura	Rojo	
6. Batería en descarga	Ambar	X
7. Tensión Red presente	Verde	-
<b>2. Inversor</b>		
1. Avería Inversor	Rojo	X
2. V. entrada fuera márgenes.	Rojo	
3. Disparo automático	Rojo	
4. Fusión fusibles	Rojo	
5. Sobretemperatura	Rojo	
6. Fallo ventiladores	Ambar	X
7. Tensión salida	Verde	
<b>3. By-pass</b>		
1. Avería by-pass	Rojo	X
2. Fusión fusibles (Sobretemperatura).	Rojo	
3. Sobrecarga	Ambar	
4. Sincronismo Red/Inversor.	Ambar	
5. Salida por fuente reserva	Ambar	X
6. By-pass automático en red	Ambar	
7. By-pass manual (si se dispone)	Ambar	

### Dispositivos opcionales SAI

Los dispositivos que a continuación se relacionan, son opcionales y en la requisición de material se indicarán los que completen al sistema SAI.

#### Panel de señalización remoto

Este panel contendrá diferentes señalizaciones, tales como las indicadas en la tabla siguiente:

Señalizaciones en panel remoto de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

	Alarma (1)	Alarma(2)	Intermitente	
	Acústica	Optica	Rojo	Ambar
1. Avería Rectificador	X	X Roja	X	
2. Batería en descarga	X	X Ambar		X
3. Avería Convertidor	X	X Roja	X	
4. Fallo Ventilación Convertidor	X	X Ambar		X
5. Avería en by-pass	X	X Roja	X	
6. Salida por Red Auxiliar	X (3)	X Roja		X
7. Salida por Convertidor	-	X Verde	-	-
8. Fallo Tensión Segura	X	X Roja	X	

(1) Con pulsador de parada claxon.

(2) Piloto fijo indicador más intermitente, uno de cada color para todas las alarmas.

(3) Alarma temporizada con 5 segundos de retardo a la aparición.

Transformador aislador en línea by-pass/Red

Se deberá utilizar cuando la tensión de red no coincida con la de salida de SAI o cuando se requiera un aislamiento galvánico de la salida con la red.

Las características principales serán:

- a) tensión de entrada: La de la línea alimentación al by-pass, lado red;
- b) tensión salida: La del SAI;
- c) potencia nominal: La del SAI, en permanencia;
- d) sobrecargas: Las del SAI, vía by-pass estático;
- e) condiciones ambientales: Las del SAI;
- f) tipo: Seco;
- g) conexión: D y 11 Aislamiento 1ª y 2ª.

Transformador aislador con regulación (estabilizador)

Se deberá utilizar cuando la tensión de red no coincida con la de salida del SAI, o cuando se requiera un aislamiento galvánico de la salida con la red y además compensar las variaciones de la tensión de red, manteniendo la salida estabilizada aunque se opere en la forma de by-pass manual o by-pass estático vía Red Auxiliar.

La regulación será por sistema de control electrónico, con actuación sobre mando mecánico de conmutación de tomas por escobillas.

Las características principales serán:

- a) tensión de entrada: La de la línea de alimentación;

- b) tensión de salida: La del SAI;
- c) potencia nominal: La del SAI en permanencia;
- d) potencia sobrecargas: Las del SAI en permanencia;
- e) estabilidad tensión:  $\pm 2\%$  estática;
- f) condiciones ambientales: Las del SAI;
- g) aislamiento galvánico: Sí.

#### Aviso anticipado final de autonomía

Cuando lo requiera el servicio se dispondrá de un relé voltimétrico de vigilancia de tensión de batería, con contacto libre de potencial para aviso local y/o remoto de la proximidad del final del tiempo de autonomía de la batería. El nivel de tensión de preaviso será ajustable.

#### Señal para arranque grupo emergencia

Cuando se utilice conjuntamente con un grupo de emergencia dispondrá de un contacto libre de potencial, que puede utilizarse como orden de arranque del grupo electrógeno de emergencia, cuando la batería está descargándose, con un tiempo (ajustable) de espera.

### 23.2.3 Condiciones generales

#### Mecánicas

Los equipos que constituyen el SAI irán alojados en armarios metálicos, realizados con chapa de acero de dos milímetros (2mm) de espesor, como mínimo.

Los armarios serán autosoportados, no necesitándose cimentación ni anclaje al suelo.

Estarán provistos de puertas frontales, con juntas de neopreno y sistema de cierre mecánico.

En la parte posterior, se dispondrán de tapas fácilmente desmontables a menos de vaya adosado a la pared, en cuyo caso, se dispondrán de tapas desmontables en otras posiciones.

#### Mantenimiento

Se deberá prever el equipo de forma que se pueda ajustar y probar sin necesidad de extraer ningún componente.

Las tarjetas de control serán desconectables, de forma que se puedan reemplazar fácilmente y en las mismas se preverán juntas de ajuste y de test.

Se deberán poder hacer todas las pruebas con el empleo de voltiamperímetro y osciloscopio y no serán necesarias herramientas especiales.

#### Ventilación

Si fuese necesaria ventilación forzada, los ventiladores serán redundantes y de las siguientes características:

- a) se alimentarán de tensión segura;
- b) se protegerán individualmente y estarán dimensionados de forma que cada uno de ellos pueda disipar la carga térmica;

- c) se dispondrá de la correspondiente alarma y señalización de fallo de los ventiladores;
- d) la entrada del aire será por la parte inferior y se dispondrá de filtro contra polvo, fácilmente recambiable;
- e) si las baterías fuesen montadas en armario la ventilación será por convección natural.

#### Entrada/Salida de cables

La entrada y salida de cables será por la parte inferior a través de prensaestopas o por la parte superior, dependiendo de la ubicación del equipo.

#### Cableado interno

Irá debidamente identificado mediante anillas de plástico imperdible y con rotulación indeleble.

Discurrirá por canaleta o irá debidamente sujeto.

#### Identificación

Todos los componentes irán identificados de acuerdo con los planos, por medio de etiquetas rotuladas.

Los elementos de mando, medida, señalización, etc. irán provistos de sus respectivas etiquetas rotuladas en castellano, para identificar su función.

Las placas de identificación serán de plástico laminado.

#### Acabado y pintura

El acabado de los armarios se realizará con un tratamiento antióxido y anticorrosivo de la chapa de acero y el acabado final del color de la pintura será la normalizada del fabricante.

Todas las piezas que no sean de acero inoxidable, así como las piezas de acero, serán cadmiadas, cromadas, o, en todo caso, tratadas de manera que estén protegidas contra la corrosión.

#### Interferencias RF

Los equipos SAI deberán cumplir las normas UPE 0875 grado N, contra la generación de interferencias de radiofrecuencia (RF).

#### Descripción general de funcionamiento del SAI

En condiciones normales de funcionamiento la carga crítica (consumidores) es alimentada en corriente alterna (c.a.) a través del by-pass estanco de inversor estático el cual, a su vez, es alimentado en corriente continua (c.c.) por medio del rectificador cargador, a partir de la red alterna. Simultáneamente la batería se mantiene cargada.

Cuando falla la red (fuente primaria de c.a.), el inversor sigue funcionando a partir de la energía almacenada en la batería (durante el tiempo de autonomía previsto), descargándola por consiguiente. Los fallos de la red no perturbarán la alimentación a las cargas críticas.

Al volver de nuevo la red, se pone en funcionamiento un grupo electrógeno (fuente reserva), el rectificador cargador vuelve a alimentar al inversor y, simultáneamente, se inicia la recarga automática de la batería, mediante un proceso de carga a fondo y una vez cargada, se pasará a un estado de flotación.

Cuando en la salida se produce un cortocircuito, o bien una sobrecarga, o en el caso eventual del fallo en el inversor, el by-pass estático transfiere automáticamente la alimentación de la carga crítica a la red.

## Instalación

### Seguridad

La batería y el SAI se colocarán en un sitio donde haya poco tráfico, preferiblemente con una puerta de acceso. Aunque los armarios del SAI están cerrados, las baterías tienen bornas en tensión accesibles y se recomienda por tanto, disponer de una puerta separada de acceso.

Durante el ciclo de carga, las baterías abiertas y ácidas expiden algunos gases potencialmente peligrosos.

Estará prohibido fumar en la sala donde se encuentren baterías ácidas.

### Montaje

Las baterías normalmente se suministran cargadas en húmedo e individualmente embaladas en cajas, agrupando varios vasos en un embalaje de madera.

Al recibir las baterías, se deberá comprobar, en primer lugar, el embalaje, por si han sufrido algún daño durante el transporte.

Al posicionar los racks de la batería, se deberá de tener en cuenta el disponer de un fácil acceso a cada célula. La mayoría de los fabricantes de baterías recomiendan para el mantenimiento, un espacio de cincuenta centímetros (50 cm) por encima de las células.

Para permitir una fácil instalación y mantenimiento, se recomienda un pasillo de noventa centímetros (90cm), entre las filas de baterías.

Cuando se hayan conectado adecuadamente todos los vasos entre sí y al SAI, se deberá dar a las baterías su carga inicial.

Esta carga reemplazará cualquier pérdida de carga que se haya producido durante el transporte o mientras hayan estado en vacío, antes de su instalación y uso.

En baterías abiertas de plomo (Pb) y níquel-cadmio (Ni-Cd) se comprobará mensualmente la densidad del electrolito, según el valor recomendado por el fabricante.

## Condiciones de los locales

### Elección del emplazamiento

La batería deberá colocarse en un lugar limpio, seco y fresco, cerca del SAI si es posible. Las células estarán protegidas contra las fuentes de calor radiante, tales como calentadores o la luz directa del sol. Se deberá disponer de suficiente ventilación.

### Protección contra incendios

Las paredes y el techo de la sala donde se instale el equipo SAI serán de material no combustible. Se deberá disponer de un extintor de dióxido carbónico de seis coma ocho kilos (6,8 kg) de masa.

Si se utiliza un sistema de riego, debe ser del tipo de prerreacción para reducir las posibles descargas accidentales.

### 23.2.4 Condiciones de ejecución

### 23.2.5 Control de Calidad

### Control de suministro

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Defensa.

#### Control de ejecución

En el proyecto inicial se establecerán controles durante el proceso de ejecución de las instalaciones del Sistema de alimentación ininterrumpida.

#### Control de recepción

Se comprobará que el Sistema de alimentación ininterrumpida, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPT y en particular los especificaciones de proyecto.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Será condición necesaria para la aceptación de los equipos que los resultados de los diferentes ensayos y pruebas realizadas cumplan las especificaciones y valores de las diferentes variables indicadas en el contrato de suministro del material y en este Pliego.

#### Pruebas en fábrica

El sistema será verificado completamente en fábrica, para garantizar el riguroso cumplimiento de las especificaciones y la alta calidad de los mismos, de acuerdo con los siguientes procedimientos.

#### Lista de materiales

Se verificará tipo, situación y estado de interruptores, contactores, relés, pilotos, semiconductores, circuitos de regulación, transformadores, reactancias y condensadores, así como pequeño material según lista de materiales y/o planos.

#### Inspección y montaje

Una vez verificados los materiales, se procederá a inspeccionar el montaje mecánico y eléctrico así como el cableado.

#### Prueba de rigidez dieléctrica y aislamiento

Se efectuará una prueba de rigidez dieléctrica, aplicando una tensión dos veces la nominal más 1000 V durante un (1) minuto, entre puntos activos y masa.

A continuación, se hará una medición de aislamiento contra tierra, mediante Megger de 500 V.

#### Pruebas eléctricas y de funcionamiento

##### Pruebas del rectificador-cargador

Se someterá al rectificador a las siguientes pruebas en vacío:

- a) ajustar tensión de alimentación al valor máximo especificado y comprobar tensión de salida en vacío;
- b) repetir lo mismo con el valor mínimo de tensión de alimentación.

Idem. para pruebas en carga:

- a) repetir las operaciones anteriores, pero a plena carga;
- b) comprobar que se cumplen las especificaciones.

### Pruebas del convertidor

Se someterá al convertidor a las siguientes pruebas en vacío:

- a) conectar el convertidor a su tensión nominal de alimentación y ponerlo en funcionamiento. Dejarlo en funcionamiento el tiempo necesario para estabilizar la temperatura en los circuitos de regulación;
- b) alimentar el convertidor a su tensión máxima y mínima. Comprobar ajustes de los disparos y lecturas de tensión y frecuencia;
- c) igualmente se le someterá a las siguientes pruebas en carga;
- d) alimentar al convertidor a su tensión nominal y poner carga en la salida hasta que el convertidor suministre su potencia nominal;
- e) variar la tensión de alimentación a sus valores máximo y mínimo, tomando lecturas de tensión, intensidad y frecuencia de salida;
- f) con el convertidor en carga y a valores nominales, comprobar forma de onda de la tensión de salida y medir la distorsión de la misma;
- g) con el convertidor alimentado a tensión nominal, aumentar la carga vigilando la tensión de salida hasta que comienza a descender, anotando el valor de la intensidad de salida.

### Pruebas by-pass

Se comprobará la maniobra de transferencia, mediante el by-pass electromecánico accionando el selector manual desde la posición "Normal" a la de "Emergencia", así como la transferencia desde la red auxiliar a convertidor. Se comprobarán las diversas alarmas y señalizaciones del by-pass.

a) se realizarán las siguientes pruebas en vacío:

- alimentar el by-pass por las dos ramas, observando que la rama de convertidores está en fase y sincronizada con la rama de red auxiliar;
- provocando la transferencia directa e inversa manualmente, medir tiempos de la misma;
- provocando el fallo de una de las ramas, medir tiempos de transferencia;
- realizar las pruebas anteriores con valores extremos de las tensiones de alimentación de los inversores;
- sacando los convertidores del sincronismo con la red auxiliar, realizar transferencias manuales midiendo tiempos;

b) se probará en carga mediante los siguientes ensayos:

- alimentar las dos ramas del by-pass a su tensión nominal;
- cargar el equipo sobre carga resistiva a plena carga;
- provocar transferencias directas e inversas en estas condiciones, midiendo tiempos con un osciloscopio.

### Ensayo calentamiento

Se efectuará un ensayo de calentamiento a plena carga durante el tiempo necesario, suficiente para lograr la estabilización de temperaturas, midiéndose éstas, en los diversos componentes y comprobando su valor dentro de las especificaciones de los mismos.

### Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

### 23.2.6 Criterios de medición y abono

#### Materiales

##### Sistema SAI

Se medirán y abonarán por unidad, colocada y funcionando, formada por armario metálico con equipo rectificador-cargador de batería, inversor estático, conmutador de transferencia, señalización y control.

##### Batería estacionaria

Se medirán y abonarán por unidad colocada y funcionando.

#### Instalaciones

##### Conductores o pletinas de cobre

La medición corresponderá a la longitud de los metros lineales (m.l.) de conducto o pletinas de cobre para unión del SAI con la batería estacionaria.

Se abonará por metros lineales incluyendo soportes con aisladores de apoyo.

#### Obras auxiliares

##### Instalación de ventiladores-extractores

Se medirán y abonarán por unidad colocada en funcionamiento.

##### Necesidades de Obra Civil

Se medirá y abonará de acuerdo con la unidad de Obra Civil correspondiente.

### 23.2.7 Normas de referencia

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja Tensión, modificado por el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismo resistente. Parte general y edificación (NCSR-02) y en concreto la ITC-BT-40

Las instalaciones comprendidas en la presente Sección, deberán cumplir todos los Artículos e Instrucciones Técnicas Complementarias contenidas en el (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) RE de BT que le sean aplicables (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto) y en concreto la ITC-BT-40

En cuanto a los materiales a emplear, cumplirán con lo especificado en las normativas y en las recomendaciones que se especifican en los apartados anteriores.

UPE 0875

## **24 FONTANERÍA**

### **24.1 Definición**

Instalaciones de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de los edificios, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambas inclusive.

### **24.2 Materiales**

- En las redes de agua fría se emplearan los elementos que se indican en el capítulo 3.2.1 del DB CTE HS 4.
- En las instalaciones de agua caliente sanitaria se emplearan los elementos que se indican en el capítulo 3.2.2 del DB CTE HS 4.
- Como norma general los materiales que se empleen en este tipo de instalaciones deberán cumplir con las especificaciones que se indican en el capítulo 6 del DB CTE HS 4.

### **24.3 Condiciones generales**

Se cumplirá con lo especificado en el capítulo 2 del DB CTE HS 4.

### **24.4 Condiciones de ejecución**

Se cumplirá con lo especificado en el capítulo 5.1 del DB CTE HS 4.

### **24.5 Control de Calidad**

#### Control de suministros

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto y las normas UNE que le sea de aplicación de acuerdo con el DB CTE HS 4.

Se verificará el marcado CE para los materiales siguientes:

- a) Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano según UNE-EN 10224:2003/A1:2006.
- b) Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos según UNE-EN 10311:2006.
- c) Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos según UNE-EN 10312:2003/A1:2006.
- d) Tubos redondos de cobre según UNE-EN 1057:2007.

Las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

#### Control de ejecución

El control de la ejecución se llevará a cabo verificando que se cumple con lo especificado en el capítulo 3 del DB CTE HS 4.

## Criterios de aceptación y rechazo

Se llevarán a cabo las pruebas que se indican en el capítulo 5.2 del DB CTE HS 4, siendo motivo de rechazo las siguientes condiciones:

- a) Colocación y uniones defectuosas.
- b) Estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, se rechazará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.
- c) Funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, se rechazará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

### 24.6 Criterio de medición y abono

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorio, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

### 24.7 Normas de referencia

DB CTE HS 4	Documento Básico del Código Técnico de la Edificación. Salubridad.
UNE-EN 10224:2003/A1:2006	Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10311:2006	Uniones para la conexión de tubos de acero y sus accesorios para la conducción de agua y otros líquidos acuosos.
UNE-EN 10312:2003/A1:2006	Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro
UNE-EN 1057:2007 + A1:2010	Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción

## **25 SANEAMIENTO**

### **25.1 Definición**

Instalación de la red de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del Código Técnico de la Edificación, incluido el tratamiento de aguas residuales previo a su vertido.

Cuando exista una única red de alcantarillado público deberá disponerse un sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior.

Cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales deberá disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones deberá conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

### **25.2 Materiales**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte 2, "Condiciones de recepción de productos". Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

De forma general, las características de los materiales para la instalación de evacuación de aguas serán:

- a) Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- b) Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- c) Suficiente resistencia a las cargas externas.
- d) Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- e) Lisura interior.
- f) Resistencia a la abrasión.
- g) Resistencia a la corrosión.
- h) Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas deben ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua.

Estos sistemas deben estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción.

El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas debe ser impermeable y resistente a la corrosión.

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento en obra se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **25.3 Condiciones generales**

#### Condiciones previas: soporte

Se habrán dejado en los forjados los huecos necesarios para el paso de conducciones y bajantes, al igual que en los elementos estructurales los pasatubos previstos en proyecto.

Se procederá a una localización de las canalizaciones existentes y un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma.

Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

- a) Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie).
- b) Forjados.
- c) Zanjas realizadas en el terreno.

#### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- a) Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- b) Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- c) Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- d) En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos).

Para realizar la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

- a) Con tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;
- b) Con tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

- a) Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el AISI- 304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el AISI-316.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

- b) Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.
- c) Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos).

En el caso de utilizar tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

La derivación o manguetón del inodoro que atraviese un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico.

Válvulas de desagüe: en su montaje no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá evitar la acción de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.

En redes de pequeña evacuación en el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

En el caso de colectores enterrados, para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

## **25.4 Condiciones de ejecución**

El ensamblaje de las válvulas de desagüe y su interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que estén instalados. Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua. No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación. El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

Los canalones, en general y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado.

Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50cm e irá remetido al menos 1,5cm de la línea de tejas del alero. Con canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70cm. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 1cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70cm para tubos de diámetro no superior a 5cm y cada 50cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no deberá ser menor de 12cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro. Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos. En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante;

para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.

En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3cm.

En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3mm.

Aunque se deberá comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos, (aguas arriba y aguas abajo), del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.

En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10m. La tubería principal se prolongará 30cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas "in situ", podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo, como disponer mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10cm).

Esta base, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15cm y sobre él irá el lecho descrito anteriormente. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10cm, compactando, hasta 30cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

Con tuberías de materiales plásticos, el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1mm), no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1cm.

El depósito acumulador de aguas residuales será de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 8cm.

Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos.

Debe quedar un mínimo de 10cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25 %.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo.

En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 60cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 10cm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención.

No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

## 25.5 Control de calidad

### Control de suministros

No se admitirán desviaciones respecto a los valores de proyecto superiores al 10%.

### Control de ejecución

Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

Red horizontal

#### **Conducciones enterradas:**

Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno.

Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado.

Pozo de registro y arquetas:

Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro.

Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.

#### **Conducciones suspendidas:**

Material y diámetro según especificaciones. Registros.

Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70cm). Pendientes.

Juntas estancas.

Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.

Red de desagües

#### **Desagüe de aparatos:**

Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.

Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.

Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)

Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.

Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

#### **Sumideros:**

Replanteo. Nº de unidades. Tipo.

Colocación. Impermeabilización, solapos.

Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.

#### **Bajantes:**

Material y diámetro especificados.

Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados.

Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo.

Protección en zona de posible impacto

Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.

La ventilación de bajantes no está asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt)

#### **Ventilación:**

Conducciones verticales:

Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas.

Apomado: comprobación de la verticalidad.

Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo.

Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.

Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos.

Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación. Correcta colocación de la rejilla.

Revestimientos o falseado de la instalación: se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior. No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas.

### **Ensayos y pruebas**

Según CTE DB HS 5, apartado 5.6, se realizarán pruebas de estanqueidad.

## **25.6 Criterios de medición y abono**

Las canalizaciones se medirán por metro lineal, incluyendo solera y anillado de juntas, relleno y compactado, totalmente terminado.

Los conductos y guardacaños, tanto de la red horizontal como de la vertical, se medirán y valorarán por metro lineal, incluyendo uniones, accesorios y ayudas de albañilería. En el caso de colectores enterrados se medirán y valorarán de la misma forma pero sin incluir excavación ni relleno de zanjas.

Los conductos de la instalación de ventilación se medirán y valorarán por metro lineal, a excepción de los formados por piezas prefabricadas que se medirán por unidad, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas, capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

Las canalizaciones y zanjas filtrantes de igual sección de la instalación de depuración se medirán por metro lineal, totalmente colocadas y ejecutadas, respectivamente.

Los filtros de arena se medirán por metro cuadrado con igual profundidad, totalmente terminados.

El resto de elementos de la instalación, como sumideros, desagües, arquetas, botes sifónicos, etc., se medirá por unidad, totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

### **25.7 Normas de referencia**

CTE DB HS Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Salubridad

## **26 CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN**

### **26.1 Definición**

Instalaciones de calefacción y climatización que se emplean en edificios para modificar la temperatura de su interior, con el fin de conseguir el confort deseado.

### **26.2 Materiales**

Los equipos y materiales cumplirán, de modo general, lo especificado en el artículo 19 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Las instalaciones de calefacción y climatización estarán compuestas por los siguientes elementos:

- a) Equipos de generación y frío. Cumplirán con lo especificado en las Instrucciones Técnicas (IT) 1.2.4.1 y 1.3.4.1 del RITE.
- b) Redes de tuberías y conductos. Cumplirán con lo especificado en la IT1.2.4.2 y en la IT1.3.4.2 del RITE.
- c) Equipos de control. Cumplirán con lo especificado en la IT1.2.4.3 del RITE.
- d) Equipos de contabilización de consumos. Cumplirán con lo especificado en la IT1.2.4.4 del RITE.
- e) Equipos para la recuperación de energía. Cumplirán con lo especificado en la IT1.2.4.5 del RITE.
- f) Equipos de aprovechamiento de energías renovables. Cumplirán con lo especificado en la IT1.2.4.6 del RITE.

### **26.3 Condiciones generales**

Se cumplirá lo especificado en el artículo 19 del capítulo IV del RITE.

### **26.4 Condiciones de ejecución**

En el proceso de ejecución se verificará que se cumple con las especificaciones técnicas del capítulo II del RITE (artículos 10, 11 ,12 y 13).

### **26.5 Control de calidad**

#### **Control de suministros**

Se cumplirá lo especificado en el apartado 2 del artículo 20 del capítulo IV del RITE.

#### **Control de recepción**

Se cumplirá lo especificado en los apartados 3 y 4 del artículo 20 del capítulo IV del RITE.

#### **Control de ejecución**

Se cumplirá lo especificado en los artículos 21, 22 y 23 del capítulo IV del RITE.

#### **Criterios de aceptación y rechazo**

Se llevarán a cabo las pruebas que se indican en la IT 2.2 del RITE. Rechazándose la instalación en caso de:

- a) Cambio de situación, tipo o parámetros del equipo, accesibilidad o emplazamiento de cualquier componente de la instalación de climatización. Diferencias a lo especificado en proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.
- b) Variaciones en diámetros y modo de sujeción de las tuberías y conductos. Equipos desnivelados.
- c) Que los materiales que no sean homologados, siempre que los exija el RITE o cualquiera de los reglamentos en materia frigorífica.
- d) Las conexiones eléctricas o de fontanería sean defectuosas.
- e) No se disponga de aislamiento para el ruido y vibración en los equipos frigoríficos, o aislamiento en la línea de gas.
- f) El aislamiento térmico de las redes de tuberías y de conductos no cumplen con lo especificado en las IT,s 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 del RITE.
- g) El trazado de instalaciones no sea paralelo a las paredes y techos.

## **26.6 Criterio de medición y abono**

Las tuberías y conductos de la instalación de climatización se medirán y valorarán por metro lineal de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación, como aparatos de ventana, consolas inductores, ventilosconvectores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

Las tuberías y conductos de la instalación de calefacción se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación como calderas, radiadores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

## **26.7 Normas de referencia**

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), modificado por el Real Decreto 1826, de 27 de noviembre.

## **27 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y CARBURANTES**

### **27.1 Depósitos de gases licuados**

#### **27.1.1 Definición**

Se refiere al almacenamiento de propano en depósitos de 2 500 a 20 000L de capacidad, con suministro por cisternas cada 15 días, al almacenamiento en botellas de 83L de capacidad y al butano para uso doméstico en botellas de 26,1L de capacidad. Deberá proporcionarse un plano altimétrico de la zona de ubicación, otro de ordenación urbanística de la zona a servir, y otro de las Instalaciones previstas de fontanería, gas y electricidad.

#### **27.1.2 Materiales**

Los depósitos serán de chapa de acero con resistencia mínima de 5000 Kg/cm<sup>2</sup> y límite elástico superior a 3600 Kg/cm<sup>2</sup>. las virolas y fondos se unirán con soldadura eléctrica. Las paredes del depósito resistirán una presión uniforme de 20 Kg/cm<sup>2</sup> y una prueba hidrostática de 30 Kg/cm<sup>2</sup>. Estará provisto de capó de material incombustible para protección de los accesorios y soportes de acero soldado sin que coincidan con ningún cordón de soldadura de las virolas o asas de transporte. En su generatriz superior se dispondrán anillos o collarines para embridar los accesorios. Los depósitos de más de 10.000L llevarán en el fondo una compuerta de 40cm de diámetro para el acceso a los mismos. La superficie exterior se metalizará con una capa superior a 85 micras, o en su defecto se decapará y se aplicará doble capa de pintura blanca, tipo alcídica o gliceroftálica. El depósito estará homologado por el Ministerio de Industria, y llevará en una placa la presión de timbre, capacidad, fecha de prueba, nº de registro y nombre de producto y fabricante.

#### **27.1.3 Condiciones generales**

##### **Planos de obra**

Se representarán en planta por su símbolo todos los elementos de la instalación y se numeraran, acompañando una relación de las especificaciones que correspondan a cada elemento numerado, especificando todos aquellos detalles, no recogidos en el CTE o para los que no exista NTE.

##### **Cálculo**

Las dimensiones del depósito se obtienen a partir del tipo de edificación (bloque abierto o manzana cerrada), de la zona climática en que están ubicados los edificios, de los equipos instalados (Cocina, agua caliente o calefacción) y de la superficie construida en metros cuadrados. Todo ello según lo especificado en el CTE o en las NTE-I.

#### **27.1.4 Condiciones de ejecución**

El almacenamiento se realizará de acuerdo con alguno de los sistemas siguientes:

- a) depósitos de superficie: Se utilizará en zonas de temperaturas altas o medias y cuando no sea necesario proteger u ocultar el depósito. La zona de depósitos tendrá un área de protección que diste 125 cm del perímetro de los depósitos, se situará en lugar bien ventilado y estará abierta al menos en

una cuarta parte de su perímetro a una zona de igual o menor altitud. Si hay más de un depósito irán separados entre sí una distancia igual a la semisuma de sus radios y no podrá superar la cantidad total de 20 000 L por cada instalación.

- b) depósitos enterrados: Se utilizarán en zonas de baja temperatura o cuando sea necesario ocultar o proteger el depósito. Se situará en un foso en el terreno, fuera de todo edificio y de fácil acceso. Cuando en el mismo foso haya varios depósitos estos se separarán entre sí una distancia igual a la semisuma de los radios y la capacidad total no superará los 20.000L. Entre el perímetro de los depósitos y los paramentos existirá una distancia de al menos 20cm y la generatriz superior de los mismos estará una distancia por debajo del terreno de 15cm.
- c) batería de botellas: En almacenamientos de capacidad inferior a 2 380 L o cuando el acceso a las cisternas de suministro sea difícil. El conjunto de botellas se situará fuera del edificio en una caseta o armario de material incombustible con puerta con ventilación no menor de 1/10 del recinto. La canalización de entre botellas se hará de acuerdo con la NTE-IGL. Toda la instalación eléctrica de la caseta será antideflagrante y los interruptores irán en el exterior de ella.
- d) botellas individuales: En almacenamiento no superior a 83L. Podrán instalarse en el interior de viviendas o locales cuyo piso esté más alto que el nivel del terreno. Los lugares de almacenamiento de estas botellas cumplirán lo especificado en la NTE-ISV en cuanto a ventilación. Cuando se ubiquen en el interior de armarios o muebles estos llevarán una ventilación de 1/10 del recinto.
- e) depósito con vaporizador se dispondrá en depósitos enterrados cuando la ventilación natural sea insuficiente.

#### 27.1.5 Control de calidad

Todas las Instalaciones estarán dotadas de extintores de polvo seco de 5Kg por cada 1 000 de gas licuado almacenado, con un mínimo de 2,5kg de materia extintora repartido en al menos 2 extintores.

#### 27.1.6 Criterio de medición y abono

La propiedad debe recibir a la entrega de la obra todos los planos, manuales y catálogos de la instalación, y no podrá realizar modificación alguna en la misma. Si cambiara el tipo o características del gas será necesario revisar la instalación de nuevo. Se deben colocar carteles avisadores de "Gas inflamable", "Prohibido fumar" y el símbolo de peligro de muerte.

Se revisarán periódicamente cada uno de los elementos que componen la instalación de acuerdo con la el CTE o la NTE-I Instalaciones.

#### 27.1.7 Normas de referencia

Como regla general se respetará lo especificado en el C.T.E. (Código Técnico de la Edificación) y en su defecto en las NTE-I (Instalaciones).

## 27.2 Depósitos de combustibles líquidos

### 27.2.1 Definición

Se refiere al almacenamiento de fuel-oil pesado y gasóleo clase C, en depósitos metálicos fijos, destinados a suministro de combustible en Instalaciones de agua caliente y calefacción, para uso no

industrial. Deberá proporcionarse un plano altimétrico de la zona de ubicación, otro de ordenación urbanística de la zona a servir, y otro de las Instalaciones previstas de fontanería, gas y electricidad.

## 27.2.2 Materiales

## 27.2.3 Condiciones generales

El tipo de combustible se elegirá en función de:

- a) la localización del depósito, según la zona de contaminación
- b) la potencia de la caldera;
- c) las posibilidades locales de abastecimiento

La capacidad total de almacenamiento del depósito o depósitos no será superior a 50 000 L, salvo autorización especial del Ministerio de Industria y podrán ir en el interior o en el exterior de edificios.

## 27.2.4 Condiciones de ejecución

- **depósitos de interiores.** Se colocarán en un recinto destinado exclusivamente para ello, situado en la planta más baja del edificio, con ventilación al exterior natural o forzada. Alrededor del depósito existirá un espacio libre mínimo de 40 cm para su inspección y estará separado del suelo al menos 50 cm. La distancia mínima entre depósitos será igual al radio del mayor, se dejará previsto sobre la boca de hombre un espacio libre para extraer los tubos interiores para su mantenimiento así como los pasos necesarios para la entrada de los depósitos. Todos los elementos constructivos, paredes techos suelos y puertas tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con lo especificado en el CTE o en su defecto en la NTE-I. Se colocará un extintor contra incendios en el exterior y cercano a la puerta, así como un cartel avisador en la misma con el rótulo "Peligro. Depósito de combustible".
- **depósitos exteriores.** Se colocarán en un cubeto formado por solera y muros de fábrica, provisto de sumidero. La conducción de evacuación de aguas de lluvia y derrames de combustibles llevará una válvula de cierre rápido. La distancia mínima del depósito a las edificaciones será de 3 m y desde el borde interior del cubeto de 1m. La distancia mínima de cada depósito a las paredes del cubeto será igual al diámetro de aquel. En todo el borde del cubeto se colocará una malla metálica en una altura desde el suelo igual o superior a 2,5m, provista de puerta con cerradura y cartel indicador de "Peligro". Depósito de combustible. Prohibido fumar o acercar llamas o aparatos que produzcan chispas". Todo ello de acuerdo con el CTE o, en su defecto, con la NTE-I Instalaciones;
- **depósitos enterrados.** La capacidad total de almacenamiento no será superior a 75 000 L, salvo que se autorice expresamente por el Ministerio de Industria. Podrán ir en el interior o exterior de edificios. Es conveniente prever pasos para la entrada de los depósitos. La distancia de cualquier punto del depósito a la cimentación o estructura del edificio será superior a 50cm y estará situado de forma que no pueda sufrir esfuerzos transmitidos por las mismas. Alrededor del edificio existirá un espacio no inferior a 50cm. La profundidad mínima del foso será igual a l diámetro del depósito incrementado en 1,5m. Cuando por encima del depósito hayan de circular vehículos se construirá una losa de hormigón que sobrepase en 50cm el perímetro del foso con un espesor mínimo de 20cm si es hormigón en masa o de 15cm si es armado, de acuerdo con en CTE o, en su defecto, con la NTE "EHL- Estructuras de hormigón armado-losas". Si el pavimento que cubre el depósito no está preparado para el paso de vehículos se rodeará el perímetro con un bordillo de 30cm de altura. Cuando las características del terreno no garanticen el corte vertical de las paredes del vaciado, se realizará un muro de fábrica de

ladrillo o de hormigón, según el CTE, o la NTE “CCM-Cimentaciones. Contenciones de muros”. Cuando se prevean inundaciones o subidas del nivel freático, se fijará el depósito mediante pletinas o cables de acero a unos tacos en forma de cono invertido de forma que pueda resistir el empuje de 1,5 veces el peso del depósito vacío, considerando el nivel de agua a cota máxima. Si existen aguas delimitadas o corrosivas se protegerá el depósito con un muro de hormigón impermeabilizado. Además, cuando los suelos sean agresivos, de pH inferior a 6,5, se protegerá catódicamente el depósito y las canalizaciones subterráneas.

Según el sistema de alimentación, los depósitos pueden ser:

- a) depósito para gasóleo C y alimentación por aspiración directa;
- b) depósito para gasóleo C y alimentación mediante bomba de trasiego;
- c) depósito para gasóleo C y alimentación mediante grupo de presión;
- d) depósito para fuel-oil pesado y alimentación mediante depósito nodriza;
- e) depósito para fuel-oil pesado y alimentación con bucle directo desde el depósito

Las canalizaciones según su función pueden ser de llenado, de ventilación, de aspiración y de retorno y pueden ser exteriores o enterradas. Las exteriores discurrirán a no menos de 50cm de cualquier conducción eléctrica y las enterradas a más de 1m de cualquier canalización de agua, gas o electricidad.

La pintura de depósitos, instalación y canalizaciones se realizará de acuerdo con lo especificado en el CTE y según la NTE-RPP.

Se representarán en planta por su símbolo todos los elementos de la instalación y se numerarán, acompañando una relación de las especificaciones que correspondan a cada elemento numerado, siguiendo el código de colores siguiente:

- a) marrón con bandas negras para fuel-oil pesado;
- b) marrón con bandas amarillas para gasóleo.

Los elementos metálicos estarán conectados a la red de puesta a tierra del edificio

Se representarán en planta todos los elementos de la instalación y numeración de los mismos, con la relación de las especificaciones que corresponda cada uno y se representarán todos los detalles que no se hayan especificado. Se realizarán todos los esquemas de acuerdo con lo dispuesto en el CTE y en la NTE-I Instalaciones.

La cantidad de combustible a almacenar o Consumo Q se a partir de la Potencia calorífica de la caldera y el uso del edificio y la zona climática. Para la zona climática y para el cálculo se utilizará lo especificado en el CTE y la NTE-I Instalaciones.

Los diámetros de las canalizaciones, el material del tubo, el caudal de las bombas de llenado, aspiración y trasiego, así como la resistencia eléctrica en el caso de fuel-oil pesado, se calcularán de acuerdo con lo especificado en el CTE y las tablas 3, 4 y 5 de la NTE-I Instalaciones.

## 27.2.2 Control de Calidad

### Criterios de aceptación y rechazo

Los depósitos serán de chapa de acero laminado UNE-EN 10083-1:2008 y UNE-EN 10083-2:2008 con resistencia mínima a rotura de 5000 Kg/cm<sup>2</sup> y límite elástico superior a 3600 Kg/cm<sup>2</sup>, con contenido en azufre o fósforo no superior al 0,06%. Las virolas y fondos se unirán a tope con soldadura eléctrica.

Estará provisto de capó de material incombustible para protección de los accesorios y soportes de acero soldado sin que coincidan con ningún cordón de soldadura de las virolas o asas de transporte. El depósito llevará en una placa la presión de timbre, superficie exterior, capacidad, fecha de prueba, nº de registro y nombre de producto y fabricante. Las características del material así como las especificaciones de fabricación estarán de acuerdo con lo especificado en el CTE y la NTE-I Instalaciones, tanto del depósito, como de los elementos accesorios, bien sea al exterior, interior o enterrado.

La propiedad debe recibir a la entrega de la obra todos los planos, manuales y catálogos de la instalación, y no podrá realizar modificación alguna en la misma. Conviene limpiar la instalación cuando se modifiquen las características del combustible suministrado.

#### 27.2.7 Normas de referencia

UNE-EN 10083-1:2008 Aceros para temple y revenido. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.

UNE-EN 10083-2:2008 Aceros para temple y revenido. Parte 2: condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados.

### 27.3 Instalaciones de gas combustible

#### 27.3.1 Definición

Se refiere a las instalaciones receptoras de gas combustible desde la acometida hasta los aparatos de consumo, en edificios con un máximo de 20 plantas. Las condiciones de suministro, la presión en la acometida y la densidad del gas serán suministrados por la compañía suministradora. Deberá proporcionarse un plano con la localización de la acometida y de las instalaciones de electricidad, agua, saneamiento, vapor, climatización y audiovisuales. Además otro con las plantas y secciones del edificio que definan la situación, el número y los equipos a instalar.

#### 27.3.2 Materiales

#### 27.3.3 Condiciones generales

Redes receptoras interiores o exteriores al edificio con presión de suministro en la acometida a la red general comprendida entre 1 000 y 2 000 Pa y densidad del gas con respecto al aire menor o igual de 0,7.

#### 27.3.4 Condiciones de ejecución

El diámetro D preciso para un tramo de canalización horizontal se obtiene en las tablas 5, 7 y 9 de la NTE Instalaciones, capítulo IGN, a partir de los valores:

Q = Caudal que sirve en m<sup>3</sup>/h.

L = Longitud de cálculo en m.

K = Coeficiente de corrección.

El diámetro D preciso para un tramo de canalización vertical se obtiene en las tablas 6,8 y 10 de la NTE Instalaciones, capítulo IGN, a partir del caudal Q en m<sup>3</sup> /h servido por el mismo.

Los caudales están consignados, para viviendas, hoteles, hospitales y residencias en las Tablas 1 y 2 de la NTE Instalaciones, capítulo IGN, según los equipos instalados, dependiendo cuando disponen de calefacción, de la zona climática del emplazamiento y del tipo de construcción.

Para otros tipos de edificios o para instalaciones especiales se tomará el consumo Q por equipo, que figure en sus características homologadas.

La zona climática se determinará por las coordenadas geográficas del emplazamiento, de acuerdo con el CTE y la NTE mencionada.

Todos los elementos y accesorios a emplearse estarán de acuerdo con las especificaciones y se dispondrán y representarán según lo especificado en el CTE y la NTE Instalaciones capítulo IGN.

Para la protección a todo lo largo de la zanja se seguirán las condiciones de seguridad indicadas en la NTE-ADZ: Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Zanjas y pozos.

Los taladradores eléctricos y demás maquinaria portátil, alimentada por electricidad, tendrán doble aislamiento o toma de puesta a tierra según NTE-IEP: Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra.

Los soldadores irán provistos de gafas, guantes y calzado adecuado.

Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo o cualquier otra Ley o reglamento vigente que la sustituya.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, así como las Normas Básicas de instalaciones de gas en edificios habitados y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE que estén en vigor.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Se realizará una prueba de estanquidad sobre toda la instalación exceptuando el contador y aparatos de consumo, con aire o gas inerte a 5 000 Pa cerradas todas las llaves de consumo, y desconectada la fuente de alimentación, se espera el tiempo necesario para la estabilización de la presión y la temperatura, en cuyo momento se hará la primera lectura. Durante el ensayo se irán maniobrando las llaves intermedias para comprobar su estanquidad tanto en la posición de cerrado como de abierto. Transcurridos quince minutos se dará por finalizada la prueba.

Si la presión no se estabilizase al final de dicho intervalo, se comprobará con agua jabonosa o producto similar, todas las juntas y accesorios de la instalación.

### 27.3.5 Control de Calidad

#### Control de ejecución

La instalación constará de:

Distribuidor: Canalización desde la arqueta de acometida hasta el pie de las columnas. Podrá disponerse enterrada o vista.

Columna: Canalización vertical ascendente desde el distribuidor hasta las derivaciones. Se dispondrá vista e irá por fachada, patio interior o caja de conducciones, ventilada por ambos extremos y accesible.

Derivación: Canalización desde la columna hasta los aparatos de consumo. Podrá disponerse empotrada o vista.

En ningún caso las canalizaciones irán por conductos de humos, ventilación y evacuación de basuras, huecos de ascensor, locales de transformadores o depósitos de combustibles.

Se dispondrán alejadas de cualquier elemento productor de chispas y de lugares en que queden expuestas a choques o deterioros.

Se cumplirá con lo especificado en el CTE y la NTE en cuanto a las distancias mínimas en curso paralelo, y en cruce con conducciones de electricidad, agua, saneamiento, vapor, climatización y audiovisuales, entre el suelo así como entre la conducción de gas y un conducto de evacuación de humos y gases quemados.

Los elementos y accesorios empleados en la instalación estarán de acuerdo con lo especificado en el CTE y la NTE Instalaciones.

Se representarán en planta por su símbolo todos los elementos de la instalación y se numerarán, acompañando una relación de las especificaciones que correspondan a cada elemento numerado, especificando todos aquellos detalles para los que no normativa.

#### 27.3.6 Criterio de medición y abono

La medición y valoración de cada especificación se obtendrá de acuerdo con lo especificado en el CTE y en la NTE Instalaciones, capítulo IGN.

#### 27.3.7 Normas de referencia

Se comprobará, de acuerdo con la periodicidad exigida en la normativa en vigor, por la empresa suministradora del gas la estanquidad de la llave de cierre, tanto abierta como cerrada, reponiéndola en caso de rotura o mal funcionamiento.

El usuario deberá revisar periódicamente la instalación, utilizando los servicios de un instalador autorizado que extenderá un certificado acreditativo de dicha revisión.

Cuando el usuario precise realizar alguna modificación que altere el funcionamiento de la instalación, utilizará los servicios de un instalador autorizado que extenderá un certificado de trabajo realizado.

En cuanto a los accesorios, el usuario cambiará el tubo flexible antes de la fecha de caducidad grabada en el mismo. La empresa suministradora cuidará del control de medida y estanquidad del contador

## **28 INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

### **28.1 Definición**

Instalaciones para suministro de agua potable a núcleos residenciales que no excedan de 12.000 habitantes, desde la toma de un depósito o conducción hasta las acometidas.

Plano altimétrico de la zona a servir, incluyendo el punto de toma, ordenanzas municipales, planos de ordenación, incluyendo zonificación, usos, parcelación, altura de edificación, densidad de población, trazado viario y otros espacios públicos. Perfiles longitudinales y transversales-tipo de la red viaria. Si existe un sistema de abastecimiento, situación de la conducción y punto en que se puede efectuar la toma. Certificado de la entidad suministradora garantizando caudal y presión disponible en el punto de toma, una vez derivado aquél. Si no existe sistema de abastecimiento, situación de la captación, potabilidad del agua y recorrido previsto para la conducción de alimentación al depósito regulador. Situación de las instalaciones subterráneas como electricidad, alumbrado, gas, telefonía, alcantarillado y drenaje. Naturaleza del terreno hasta 2 m de profundidad.

### **28.2 Materiales**

### **28.3 Condiciones generales**

La instalación se compondrá de punto de toma en conducción o depósito, conducción de alimentación y red de distribución.

#### **Punto de toma**

Existe sistema de abastecimiento: La toma se efectuará en la conducción, que parte de un depósito del sistema y conduce el agua a otros núcleos o en la conducción que alimenta a un depósito del sistema. En primer caso, si la presión es suficiente la red de distribución se conectará directamente a la conducción del sistema y si la presión es insuficiente será necesario elevar el agua a un depósito regulador. Cuando la población sea inferior a 500 habitantes se podrá sustituir el sistema elevación-depósito por un grupo hidroneumático de presión. En el segundo caso habrá que colocar un depósito regulador cualquiera que sea la presión o población.

No existe sistema de abastecimiento: La toma se efectuará en un sistema de regulación y reserva. Su emplazamiento estará en función de la situación de la captación con respecto al núcleo, de la topografía y de la presión requerida.

#### **Conducción de alimentación**

Es la conducción que lleva el agua desde la toma hasta la red de distribución. Cuando sea posible se llevará por caminos existentes y se señalará su posición. En los tramos que presenten mayor probabilidad de avería o de difícil acceso se duplicará la conducción. Se seguirá un trazado regular con líneas largas y ángulos abiertos, con profundidad uniforme y evitando profundidades que impidan la reparación con medios normales y nunca por encima de la línea piezométrica.

#### **Red de distribución**

Estará formada por las conducciones llamadas arterias, distribuidores y ramales de acometida. Se trazará por viales o espacios públicos no edificables, con los tramos lo más rectos posibles, con la

máxima curvatura la que permita el juego de las juntas, sin piezas especiales. Se situarán bajo las aceras, y sólo bajo las calzadas cuando la calle sea muy irregular. Cuando el ancho de la calzada sea superior a 20m o a la media de separación entre arquetas, o cuando la importancia del tráfico o el tipo de pavimento lo requiera, se instalarán conducciones en ambas aceras para evitar en lo posible el cruce de calzada.

**Arterias:** Conducen el agua de alimentación hasta los distribuidores.

**Distribuidores:** Conducen el agua desde las arterias hasta los ramales de acometida.

**Ramales de acometida:** Conducen el agua desde los distribuidores hasta las arquetas de acometida. Cada ramal de acometida abastecerá a un máximo de 100 viviendas y no servirá a más de 2 arquetas de acometida. Los edificios provistos de instalación de protección contra el fuego dispondrán de un ramal de acometida para servir exclusivamente a dicha instalación. En los edificios en los que la falta de suministro ocasione un grave perjuicio se instalarán dos ramales de acometida conectados si es posible a distintos sectores de la red.

## Condiciones de presión

La presión estática en cualquier punto de la red no será superior a 60m c.d.a. Cuando la toma se realice en un punto de presión superior a ésta, se dispondrá de una válvula reductora de presión. Cuando las sobrepresiones se produzcan en zonas de núcleo urbano debido a diferencias altimétricas, se dispondrán diferentes sectores escalonados independientes conectados entre sí mediante válvulas reductoras. Siempre se instalará en paralelo a la válvula reductora una línea con llave de paso para permitir el caso de avería de la válvula reductora. Si la presión aguas arriba es superior en dos veces a la permitida se dispondrán 2 válvulas reductoras en paralelo.

## Tipos de red de distribución

La red puede ser ramificada o mallada:

**Ramificada.** Se utilizará en núcleos residenciales de menos de 1.000 habitantes y configuración urbana lineal. La arteria tendrá una longitud máxima de 1.000 m y seguirá el eje del núcleo. Los distribuidores tendrán una longitud máxima de 300m.

**Mallada.** Las arterias formarán una o más mallas y su trazado seguirá las vías urbanas de primer orden, coincidentes con las zonas de mayor consumo. La separación máxima entre dos lados opuestos de una malla será de 900m y la mínima de 250m. La superficie máxima de una malla será de 30 ha y la mínima de 9 ha. Los detalles constructivos se realizarán de acuerdo con la NTE Instalaciones de Fontanería: Abastecimiento (IFA)

## Sectores de red

La red quedará dividida en sectores mediante llaves de paso, de manera que cualquiera de ellos pueda quedar fuera de servicio. Las llaves de paso se colocarán de forma que una avería en una conducción no implique el cierre de conducciones de diámetro superior. Para ellos se seguirán los criterios marcados en la NTE-IFA. Se colocarán además los desagües necesarios para que cualquier sector pueda ser vaciado en su totalidad. Dichos desagües estarán conectados a cauces naturales o a pozos de red de alcantarillados, en éste último caso con una válvula de retención para evitar succiones.

## Separación con otras instalaciones

Las conducciones de abastecimiento de agua estarán separadas de los conductos de otras instalaciones por unas distancias mínimas de acuerdo con la tabla que figura en la NTE-IFA. En caso de no poder respetar las separaciones mínimas se dispondrán protecciones especiales.

#### Instalaciones de bocas de incendio

Estarán conectadas a la red mediante una conducción para cada boca, provista en su comienzo de una llave de paso. En redes malladas se procurará no conectar bocas de incendio en distribuidores ciegos, o como mucho una boca por distribuidor.

En calles con dos conducciones se conectarán a ambas. Se situarán preferentemente en intersecciones de calles y lugares fácilmente accesibles por el equipo de bomberos. La distancia entre bocas será función del riesgo de incendio, de su posibilidad de propagación y de los posibles daños del mismo, pero como mínimo de 200m. Se podrá prescindir de su colocación o ponerlas a distancias mayores en lugares carentes de edificación, como parques públicos. Para la instalación de bocas de incendio en edificios singulares véase la NTE-IPF: Instalaciones. Protección contra el fuego.

#### Planos de obra

Se representarán por su símbolo todos los elementos de la instalación, de acuerdo con la NTE-IFA.

### 28.4 Condiciones de ejecución

#### Número de viviendas

Se obtendrá sumando a las viviendas reales las equivalentes a otros usos de acuerdo con la tabla 1 de la NTE- IFA.

#### Consumo diario, caudal y punta total

Se obtendrá multiplicando el nº de viviendas del apartado anterior por la dotación y caudal punta unitario según la tabla 2 de la NTE- IFA.

#### Redes ramificadas

El cálculo de las acometidas, las conducciones y los diámetros de los mismos, así como de las arterias y distribuidores se realizarán de acuerdo con las tablas 3 a 18 de la NTE-IFA, en función del consumo, del nº de habitantes, de las presiones, del material de la tubería y de la pérdida de carga.

#### Redes malladas

El esquema de la red se preparará para el cálculo reduciendo el nº de acometidas según lo establecido para las redes ramificadas y transformando la red en ramificada. Una vez hecho esto se seguirá el mismo procedimiento que para aquellas. Para el cálculo definitivo se puede usar un método de cálculo exacto, bien manual, bien por ordenador.

#### Comprobación en caso de incendio

Para esta comprobación se partirá de la siguiente hipótesis:

- a) el incendio se situará en el punto de la red que con el cálculo anterior haya resultado de menor presión residual;

b) la extinción del incendio se realizará con las dos bocas de incendio más próximas al punto considerado, funcionando simultáneamente;

c) durante el tiempo de incendio se considerará que el resto de los consumos se reducen a la mitad.

Bajo estos supuestos se realizarán los nuevos cálculos de presiones, introduciendo en el esquema general de la red las modificaciones siguientes:

d) se mantendrán las acometidas reduciendo a la mitad el número N de viviendas servidas por cada una de ellas;

e) se considerarán dos nuevas acometidas, situadas en las bocas de incendio en funcionamiento, que servirán a efectos de cálculo, a un nº de viviendas N dado por la tabla 1 de la NTE- IFA;

f) en cada boca de incendio en funcionamiento la presión residual no será inferior a 10 m d.c.a.

### Presión normalizada

Conducción de alimentación: La tabla 19 de la NTE-IFA permite determinar las presiones por golpe de ariete en la conducción de alimentación, en función del diámetro y del tipo de llave empleado para una conducción de 1000 m.

Red de distribución: La tabla 20 de la NTE- IFA permite calcular la presión normalizada que deben tener los tubos de fibrocemento y fundición, así como la máxima de trabajo, en función de la presión máxima estática de la red.

### Válvula reductora y ventosa

La tabla 21 de la NTE- IFA permite determinar en función del diámetro de la conducción y del tipo de tubería, las dimensiones de la válvula reductora, de la ventosa y de la arqueta y tapa para la válvula.

### Dimensiones y armaduras de los anclajes

Codo y reducción: La tabla 22 de la NTE-IFA permite determinar las dimensiones de los anclajes de hormigón en función del diámetro de la conducción y del tipo de tubería.

Llaves de paso y piezas especiales en T: Las tablas 23 y 24 de la NTE-IFA permiten determinar del mismo modo las dimensiones de los anclajes de hormigón, así como el nº y diámetro de las armaduras de refuerzo.

## 28.5 Control de calidad

### Control de ejecución

#### Especificaciones

Todos los elementos y accesorios empleados en la construcción de las conducciones como son: tubos, piezas especiales, llaves de paso, válvulas reductoras, ventosas, bocas de incendio, tapas de arquetas, conducciones reforzadas, codos, reducciones y tapones, vienen perfectamente definidos en la norma NTE- IFA.

#### Condiciones generales de ejecución

Si al excavar la zanja quedase al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc. se excavará por debajo de la rasante y se rellenará con arena.

Las zanjas se mantendrán libres de agua.

La tubería se colocará al lado opuesto de la zanja a aquel en que se depositen los productos de excavación, evitando que el tubo quede apoyado en extremos aislados.

A continuación se bajarán los tubos, examinándolos una vez que se hayan depositado sobre la cama de arena, eliminando aquellos que hayan sufrido daños y limpiando el interior de la tierra que se haya podido introducir en su interior. Luego se centrarán, calzándolos para impedir su movimiento.

La zanja se rellenará parcialmente, dejando las juntas descubiertas. Si la junta es flexible se cuidará en el montaje que los tubos no queden a tope.

Cuando se interrumpa la colocación se taponarán los extremos libres.

Cuando la pendiente de la zanja sea superior al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente. Una vez montados los tubos y las piezas se procederá a la ejecución de los anclajes. No se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno de la zanja.

#### Condiciones de seguridad en el trabajo

Cuando se efectúen voladuras para la excavación se tomarán las precauciones necesarias, de acuerdo a la legislación vigente. Se dispondrá en obra de los medios de bombeo adecuados. Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación, se determinará su trazado, solicitando si es necesario, su corte o desvío. Al comenzar la jornada se revisarán las estibaciones, comprobando la ausencia de gases y vapores. Si existiesen se ventilará la zanja antes de comenzar el trabajo.

El material procedente de la excavación se apilará alejado del borde de la zanja. En el borde libre se colocará una valla a todo lo largo de la zanja, cuando las obras se realicen en zonas habitadas. Se dispondrán pasarelas en los pasos habituales de peatones. La separación máxima entre dos pasos será de 50 m. Si atraviesan zonas de tráfico rodado, la zanja se realizará en dos mitades, compactando una mitad antes de excavar la otra. En todos los casos se iluminará y señalizará convenientemente. Se cumplirán además todas las disposiciones generales, que le sean de aplicación, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

#### Puesta a punto de la red para el servicio

Limpieza interior de la red: Se actuará por sectores. Aislado un sector mediante el cierre de las llaves de paso pertinentes se abrirán las de desagüe y se hará circular el agua, haciéndola entrar sucesivamente por cada uno de los puntos de conexión de la red, mediante la apertura de las llaves de paso que correspondan.

Desinfección de la red: Se actuará también por sectores. Aislado un sector mediante las llaves de paso oportunas, se introducirá una solución de cloro en cantidad tal que en el punto más alejado al de inyección presente un residual de 25 mg/L. Transcurridas 24 horas, el residual en dicho punto será de como mínimo, 10 mg/L.

Evacuación del agua clorada y limpieza final: Una vez efectuada la desinfección, se evacuará el agua contenida en cada sector mediante las llaves de desagüe, y se hará circular nuevamente el agua siguiendo el proceso descrito en el primer párrafo.

Limpieza exterior de la red: Se limpiarán las arquetas y se limpiarán y pintarán todas las piezas alojadas en ellas.

#### Control de recepción

## Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE correspondiente, así como el PPTDEF para tuberías y abastecimiento de agua del MOP y demás disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o en su defecto las normas UNE que se indican a continuación:

a) UNE-EN ISO 1183-2:2005, UNE-EN ISO 1183-1:2004; UNE-EN ISO 1452-3:2010, UNE-EN ISO 1452-2:2010, UNE-EN ISO 1452-1:2010, UNE-EN ISO 306:2005, UNE-EN ISO 53126:1979, UNE-EN 12201-1:2012.

b) IFA-1 a IFA-10, relativas a los diferentes elementos que componen las conducciones.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Se aplicarán las especificaciones y se realizarán los controles que se describen en la NTE- IFA para los diferentes tipos de conducciones (IFA-11 a IFA-26).

## Mantenimiento y conservación

Una vez al año se limpiarán las arquetas y se comprobará el funcionamiento del mecanismo de regulación de las válvulas y de las bocas de incendio y se lubricarán las llaves de paso y de desagüe, cambiando si es necesario las empaquetaduras. En el caso de éstas últimas se comprobará su funcionamiento abriéndolas durante 3 minutos y cuando estén situadas en una conducción ciega las operaciones anteriores se realizarán una vez al mes. Una vez cada 2 años se revisarán los mecanismos de las válvulas reductoras, se limpiarán los exteriores de las llaves de desagüe, se limpiarán y pintarán las ventosas y las arquetas de acometida y los mecanismos y el exterior de las bocas de incendio.

## Criterios de aceptación y rechazo

Se realizará una prueba parcial por tramos. El valor de la presión de prueba en el punto más bajo será de 1,4 veces la presión máxima de trabajo en dicho tramo. Cuando el tramo pertenezca a la red de distribución la presión de prueba será de 1,7 veces la presión estática en el mismo. La presión de prueba se alcanzará de forma que no se supere 1 Kg/cm<sup>2</sup> por minuto. De esta forma se comprobará el comportamiento de la presión interior. Para la prueba de estanquidad se someterá en tramo a la presión máxima de trabajo durante 2 horas. Una vez en servicio la red, se comprobarán las llaves y ventosas bajo la presión estática máxima. Se comprobará el caudal y la presión en las bocas de incendio. Las condiciones de aceptación o rechazo, así como los controles a realizar y el nº de ellos se harán de acuerdo con la NTE- IFA.

## 28.6 Criterio de medición y abono

La forma y la unidad de medición se realizarán de acuerdo con la IFA correspondiente (IFA-11 a IFA-26).

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios por sus coeficientes de medición, sustituidos los parámetros por sus valores numéricos. En los precios unitarios irán incluidos además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada. Para ello se utilizarán los coeficientes y unidades que se determinan para cada componente en la IFA correspondiente (IFA-11 a IFA-26)

## 28.7 Normas de referencia

Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, modificada por las leyes 50/98; 39/99, Real Decreto Legislativo 5/2000 y Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

NTE-IFA/1975	Instalaciones de fontanería: Abastecimiento” aprobada por Orden de 23 de diciembre de 1975
Pliego de Prescripciones Técnicas Generales	Para tuberías de abastecimiento de agua. Orden del Ministerio de Obras Públicas de 28 de Julio de 1.974.
NTE-IPF:	Instalaciones. Protección contra el fuego
UNE-EN ISO 1183-1:2004	Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración (ISO 1183-1:2004).
UNE-EN ISO 1183-2:2005	Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 2: método de la columna por gradiente de densidades (ISO 1183-2:2004).
UNE-EN ISO 1452-1:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades.
UNE-EN ISO 1452-2:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos.
UNE-EN ISO 1452-3:2010	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Accesorios.
UNE-EN ISO 306:2005	Plásticos. Materiales termoplásticos. Determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) (ISO 306:2004).
UNE-EN ISO 53126:1979	Plásticos. Determinación del coeficiente de dilatación lineal.
UNE-EN 12201-1:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 545:2011	Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

## 29 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 29.1 Instalación de columnas hidrantes exteriores

#### 29.1.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en esta apartado son aplicables a las instalaciones de hidrantes de columna en el exterior de los edificios cuya finalidad exclusiva es suministrar agua para la lucha contra incendios e instalaciones particulares.

Quedan excluidos de esta apartado los hidrantes incluidos en los Proyectos situados en la vía pública y conectados directamente a la red pública de suministro de agua, y cumplirán las normas particulares de la misma.

#### Hidrante de incendios

Dispositivo capaz de dispensar agua para la lucha contra incendios.

#### Columnas hidrantes (CHE)

Hidrante de incendios constituido por un cuerpo en forma de columna, con salida o salidas de agua, a través de racores que permiten la conexión a mangueras o tuberías, o cañones, o monitores, acoplados a ellos.

Los hidrantes de columna o columnas hidrantes empleados en la lucha contra incendios suelen instalarse en el exterior de los edificios y, por ello, es frecuente referirse a ellos como CHE (columnas hidrantes al exterior).

#### Cuerpo de la CHE

Componente de la CHE que cumple la doble función de conducir el agua, desde la red de abastecimiento hasta el racor de conexión de salida y soportar mecánicamente, los distintos componentes de la CHE.

#### Equipo auxiliar de la CHE

Conjunto de material de lucha contra incendios que es necesario para utilizar eficazmente la CHE. Generalmente, este material se sitúa próximo a la CHE, frecuentemente, en casetas apropiadas y debe formar parte de la instalación cuando ésta sirve a un recinto industrial. En áreas públicas urbanas el equipo auxiliar es aportado por los servicios públicos de extinción de incendios.

#### 29.1.2 Materiales

Una instalación de columnas hidrantes está compuesta por:

a) hidrantes de columna exteriores, formados por:

1. cuerpo de la columna;
2. guarnición;
3. racores de conexión;
4. válvulas;

- b) red de agua específica de las CHE;
- c) equipo auxiliar complementario, cuando proceda, formado por:
  - 1. mangueras;
  - 2. lanzas;
  - 3. bifurcación;
  - 4. reducción;
  - 5. llave de válvula.

## Clasificación

Con carácter general, los hidrantes de incendio pueden ser, según la forma del elemento dispensador de agua: de columna y de arqueta.

Las instalaciones aquí consideradas, como ya se ha dicho, son las de columnas hidrantes exteriores.

Según el diámetro de sus bocas, las CHE se clasifican en tres grupos:

- a) con diámetro mínimo de salida de cuarenta y cinco milímetros (45mm);
- b) con diámetro mínimo de salida de setenta milímetros (70mm);
- c) con diámetro mínimo de salida de cien milímetros (100mm).

Las instalaciones de columnas hidrantes exteriores aquí especificadas siempre han de realizarse con CHE, cuyas salidas sean de un diámetro nominal mínimo de setenta milímetros (70mm).

Según el tipo de construcción, las CHE se clasifican en dos grupos:

- a) de columna mojada;
- b) de columna seca.

## Características

### a) Columnas hidrantes exteriores

Los diferentes elementos constitutivos de las CHE tendrán las siguientes características:

1. Cuerpo de la columna: Será de fundición o de acero estirado sin soldadura. Su diámetro nominal será superior o igual a 100mm. Sólo podrán utilizarse cuerpos de columna de diámetro inferior cuando la instalación requiera columnas de una sola salida de setenta milímetros (70mm). Deberán utilizarse CHE de columna seca cuando haya riesgo de congelación;
2. Guarnición: Será de bronce o acero inoxidable;
3. Racores de salida para conexión: Será del tipo Barcelona, según lo dispuesto en el Real Decreto 824/1982, de 26 de marzo.
4. Válvulas: Serán, preferentemente, de asiento. El cuerpo de la válvula podrá ser de bronce, de hierro o de acero fundido.

### b) Red de agua específica de las CHE

Además de cumplir, con carácter general, las condiciones y especificaciones propias de las redes de abastecimiento y suministro de agua, la red específica de las CHE satisfará, si aquéllas fueran distintas, las siguientes condiciones:

1. se admiten las tuberías de acero y las de hierro fundido, exclusivamente. (El empleo de otro material deberá justificarse adecuadamente para que pueda ser admitido);
2. las tuberías de acero deben protegerse exteriormente contra la corrosión por un sistema de suficiente garantía.

c) Equipo auxiliar complementario

Los diferentes componentes de este equipo auxiliar complementario, tendrán las siguientes características:

Mangueras: Serán de material sintético, según lo dispuesto en el Real Decreto 824/1982, de 26 de marzo y de acuerdo con las normas:

1. UNE 23091-1:1989. Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
2. UNE 23091-2A:1996. Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2A: Manguera flexible plana para servicio ligero de diámetros cuarenta y cinco milímetros (45mm) y setenta milímetros (70mm).
3. UNE 23091-2B:1981 Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2B: Manguera flexible plana para servicio duro de diámetros veinticinco milímetros (25mm), cuarenta y cinco milímetros (45mm), setenta milímetros (70mm) y cien milímetros (100mm).
4. UNE 23091-4:1990. Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos para pruebas y ensayos.
5. Lanzas. Serán de material resistente a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión. Llevarán incorporado un sistema de apertura y cierre y estarán provistas de boquilla para salida de agua a chorro y pulverizada.
6. Bifurcación 70/2 x 45 será de aleación ligera de aluminio.
7. UNE 23400-2:1998. Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 25mm.
8. UNE 23400-3:1998. Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70mm.
9. Reducción 70/45 será de aleación ligera de aluminio según Normas UNE 23400-2:1998 y UNE 23400-3:1998, citadas anteriormente.

### 29.1.3 Condiciones generales

### 29.1.4 Condiciones de ejecución

#### Número de salidas de setenta milímetros (70mm)

La determinación del número y situación de las salidas de setenta milímetros (70mm), necesarias en una instalación, depende de la peligrosidad y dimensiones del volumen edificatorio que protegen, así como del tipo de construcción del mismo.

En cuanto a la peligrosidad se consideran tres tipos:

PP= Poco peligroso, que supone una carga de fuego unitaria inferior a cien (100) Mcal/m<sup>2</sup>

P = Peligroso, que supone una carga de fuego unitaria comprendida entre cien (100) Mcal/m<sup>2</sup> y trescientas (300) Mcal/m<sup>2</sup>

MP= Muy peligroso, cuando la carga de fuego unitaria es superior a trescientas (300) Mcal/m<sup>2</sup>

En cuanto a las dimensiones del volumen edificatorio, se reducen a la superficie del sector de incendio que requiera mayores necesidades de agua de todos los situados en dicho volumen edificatorio, ocupe éste una o varias plantas (ello supone evaluar las necesidades para todos los sectores, atendiendo a su peligrosidad y tipo de construcción).

En cuanto al tipo de construcción, se consideran dos tipos:

- a) tipo A. Edificios con estructura de hormigón o muros de carga cerámicos, de hormigón o piedra, o estructura metálica protegida, con RF ciento veinte minutos (120') y cerramientos con resistencia al fuego mínima de RF noventa minutos (90').
- b) tipo B. Edificios que no reúnan las condiciones del tipo A.
- c) De acuerdo con estos criterios, resulta que el número de salidas de setenta milímetros (70mm) que deben utilizarse simultáneamente y el tiempo de autonomía de su abastecimiento de agua, en función de los tres parámetros definidos (peligrosidad, dimensiones, tipo de construcción), son los indicados en este apartado.

### Número de CHE

El número de CHE que deben instalarse se determina de forma que existan, como mínimo, el número de salidas de setenta milímetros (70mm), deducido de la siguiente tabla, al tiempo que se satisfacen las condiciones que para la implantación e Instalación de CHE,s se establecen en 30.1.7.

Las CHEs elegidas pueden estar dotadas de una o dos salidas de setenta milímetros (70mm), siempre que se satisfagan los requisitos del párrafo anterior.

Elección de número de columnas de hidrantes exteriores (CHE)

Superficie del sector de incendio	CONSTRUCCIÓN TIPO A						CONSTRUCCIÓN TIPO B					
	PP		P		MP		PP		P		MP	
	Nº	Ta	Nº	Ta	Nº	Ta	Nº	Ta	Nº	Ta	Nº	Ta
1.000	1	1	2	1 1/2	2	2	2	1	3	1 1/2	3	2
2.000	2	1	3	1 1/2	4	2	3	1	4	1 1/2	5	2
4.000	3	1	4	1 1/2	6	2	4	1	5	1 1/2	7	2
8.000	4	1	6	1 1/2	8	2	5	1	7	1 1/2	9	2

PP = Poco peligroso.

Nº = Número de salidas de setenta milímetros (70mm).

P = Peligroso.

Ta = Tiempo de autonomía en horas

MP = Muy peligroso.

Las CHE instaladas serán del tipo de columna seca o mojada según las condiciones climáticas del lugar de instalación.

### Red de agua específica de las CHE

## Características hidráulicas

La red se calculará para asegurar los caudales y presiones siguientes:

- a) caudal mínimo de quinientos litros por minuto (500 l/min), multiplicado por el número de salidas de setenta milímetros (70mm), calculado según 30.1.6.1;
- b) presión en la salida de 7 bar;
- c) es recomendable que el dimensionado de la red prevea eventuales ampliaciones;
- d) la red se dispondrá en anillo, salvo imposibilidad manifiesta. Estará dotada de válvulas de seccionamiento que garanticen su uso en caso de averías parciales.

## Abastecimiento de agua de las CHE

Se podrá alimentar la instalación de CHE desde una red general de incendios común a otras instalaciones de protección, siempre que en el cálculo de abastecimiento de agua se hayan tenido en cuenta los mínimos requeridos por cada una de las instalaciones que han de funcionar simultáneamente.

El tipo de abastecimiento de agua debe ser de Categoría II, según la Norma UNE 23500:2012, Sistemas de abastecimiento de agua contra incendio, salvo imposibilidad manifiesta.

## Equipo auxiliar complementario

El equipo auxiliar complementario para cada salida de setenta milímetros (70mm) debe estar constituido por los siguientes elementos:

### a) Mangueras:

1 tramo de manguera de quince metros de longitud y setenta milímetros de diámetro (70mm).

2 tramos de manguera de quince metros de longitud y cuarenta y cinco milímetros de diámetro (45mm).

### b) Lanzas:

1 lanza de setenta milímetros (70mm).

2 lanzas de cuarenta y cinco milímetros (45mm).

### c) Accesorios:

1 bifurcación 70/2 x 45.

1 reducción 70/45.

1 llave para válvula, si es necesaria para la puesta en servicio de la CHE.

## 29.1.5 Control de calidad

### Control de ejecución

#### Columnas hidrantes exteriores

La implantación de las CHE se establecerá, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) la distancia entre cada CHE y el límite de la zona protegida (fachada, cerca, cubeto, etc.), medida en dirección normal a este límite, deberá estar comprendida entre cinco metros (5m); y quince metros

(15m); salvo cuando no sea posible respetar el mínimo, debido al trazado de vías de circulación u otros condicionamientos ineludibles;

- b) para que una zona o volumen pueda considerarse protegido, por una CHE, la distancia entre ésta y un punto cualquiera del límite de aquél, deberá ser inferior a cuarenta metros (40m), a nivel de rasante;
- c) las CHE deberán situarse de forma tal que resulte fácil el acceso a las mismas y sea posible situar en su proximidad el equipo auxiliar complementario, cuando éste deba ser instalado;
- d) la situación de cada CHE será señalizada de acuerdo con la Norma UNE 23033-1:1981.

#### Red de agua específica de las CHE

Cuando exista riesgo de congelación del agua en las tuberías, éstas deberán estar enterradas o calorifugadas.

En los puntos de la red en que sean previsibles esfuerzos mecánicos, sobre las tuberías por causas externas, deberán enterrarse a la profundidad necesaria para evitar esfuerzos perjudiciales.

Se dispondrá de un extremo libre, con válvula o brida ciega, para la limpieza interior de las tuberías de la red por flujo de agua.

#### Equipo auxiliar complementario

El equipo auxiliar complementario se encontrará almacenado en una caseta/armario, situada próxima a la CHE que sirve, cuya puerta sea de fácil apertura y acceso rápido. La caseta/armario debe tener suficiente amplitud para la colocación ordenada del equipo, su interior debe estar siempre seco y ventilado, su piso debe estar aislado del suelo y, si es metálica debe estar protegida por un tratamiento anticorrosivo.

En todo caso, la distancia máxima a recorrer desde cada CHE de la instalación hasta la caseta/armario más próxima (donde se encuentra el material auxiliar que la da servicio) será de cuarenta metros (40m).

La instalación debe contar con tantos equipos auxiliares complementarios como salidas de setenta milímetros (70mm) de utilización simultánea correspondan a la instalación, según 30.1.7.1.

### Criterios de aceptación o rechazo

#### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen con carácter general, las características establecidas en el PPTP y en particular las siguientes de 30.1.6.

Se comprobará que los racores de conexión cumplen con la Norma UNE 23400-2:1998, según se debe acreditar por Certificado o Protocolo de Ensayos de Laboratorio oficialmente reconocido.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en 30.1.6 o los racores no conformes a Norma serán rechazados.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en este PPTP y, en particular, en 30.1.7 además de las siguientes:

La distancia entre cada CHE y el límite de la zona protegida, medida normalmente a ese límite, esté comprendida entre cinco metros (5m) y quince metros (15m), salvo cuando existan condicionamientos ineludibles.

La distancia entre una CHE y cualquier punto del volumen que debe proteger sea inferior a cuarenta metros (40m).

Se comprobará que es fácil el acceso a las CHE y es posible situar el equipo auxiliar complementario en sus proximidades.

La situación de cada CHE esté señalizada de acuerdo con la Norma UNE 23033-1:1981.

Se comprobará si existe riesgo de congelación, las tuberías estarán enterradas o calorifugadas.

Se comprobará que se dispone de un extremo libre, en la red específica de agua por válvula o brida ciega, para la limpieza interior de las tuberías por flujo de agua.

El equipo auxiliar complementario se encuentre almacenado en una caseta/armario próxima a la CHE que sirve a no más de cuarenta metros (40m) de distancia.

Se comprobará que existen tantos equipos auxiliares complementarios como salidas de setenta milímetros (70mm) de utilización simultánea tenga la instalación.

Se comprobará que, una vez seccionada en tramos la red de abastecimiento de agua y sometidos estos tramos a una presión de prueba de 10 bar, se mantienen estancos durante un periodo de tiempo que depende de la capacidad del tramo probado, pero que nunca será inferior a seis horas.

Se comprobará, por medida directa del caudal, que cuando la presión en la salida de cada boca de la CHE es de 7 bar, el agua dispensada es de 500 litros por minuto.

#### 29.1.6 Criterio de medición y abono

##### Instalación de red exterior de tuberías e hidrantes contra incendios (CHE)

###### **a) Tuberías**

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

###### **b) Valvulería**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas, de igual diámetro y características. Si las válvulas son embridadas, se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje.

###### **c) Columnas de hidrantes exteriores**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características. Se incluirá en la unidad la contrabrida, junta y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje.

###### **d) Equipo auxiliar complementario**

La medición corresponderá al número de casetas o armarios de iguales características e idéntico contenido.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje y accesorios, llaves, cadenillas, etc. según que el cuerpo de la columna este ocupado o no por agua cuando la CHE no está siendo utilizada.

### 29.1.7 Normas de referencia

#### Normas obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 824/1982, de 26 de marzo de 1982: Diámetros de las mangueras contra incendios y sus racores de conexión.

#### Otra normativa

En cuanto a los materiales a emplear, cumplirán con lo especificado en las Normas UNE.

UNE 23091-1:1989	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
UNE 23091-2A:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2ª: Manguera flexible plana para servicio ligero de diámetros 45 y 70mm.
UNE 23091-2B:1981	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios Parte 2B: Manguera flexible plana para servicio duro de diámetros 25, 45, 70 y 100mm.
UNE 23091-4:1990	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23400-2:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45mm.
UNE 23400-3:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 mm.
UNE 23500:2012	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
UNE 23033-1:1981	Seguridad contra incendios: Señalización.

## 29.2 Instalación en columna seca

### 29.2.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en este apartado son aplicables a las instalaciones de columnas secas para uso exclusivo del personal de los Cuerpos de Bomberos.

#### Columna seca

Sistema de extinción de incendios para uso exclusivo de los bomberos, formado por una conducción de agua, de acero, que es independiente de toda la red y que se encuentra vacía, salvo caso de incendio.

#### Composición

Una instalación de columna seca está compuesta por:

- a) toma de alimentación;
- b) distribuidor;
- c) columna;

- d) boca de columna seca;
- e) boca de columna seca con llave de seccionamiento.

## 29.2.2 Materiales

### Toma de alimentación

La toma de alimentación, en fachada, estará formada por una conexión siamesa, con llaves de bola y con palanca, incorporadas sobre cada una de las dos ramas de los racores, que serán de setenta milímetros (70), con tapa sujeta por cadena, confluyendo en una rama de ochenta milímetros (80mm) de diámetro para roscar en tubería. Este conjunto se alojará en una hornacina de cincuenta y cinco centímetros de anchura (55cm) x cuarenta centímetros de altura (40cm) x treinta centímetros (30cm) de profundidad, provista de tapa metálica, pintada en blanco, con la inscripción "Uso Exclusivo Bomberos", en letras rojas. La tapa dispondrá de cierre simple, de resbalón, para llave de cuadradillo de ocho milímetros (8mm) y bisagras en su parte inferior que permitan su total abatimiento.

La toma de alimentación tendrá una llave de purga, con diámetro mínimo de 25mm, para vaciado de la columna, una vez utilizada.

Los racores de conexión cumplirán con la Norma UNE 23400-3:1998. Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 mm.

### Distribuidor

El distribuidor estará formado por un tramo de tubería de ochenta milímetros (80mm) de diámetro nominal, de acero galvanizado y permitirá enlazar la toma de alimentación de fachada con la columna. Las curvas del distribuidor tendrán un radio mínimo de un metro (1m).

### Columna

La columna será una tubería de acero galvanizado de ochenta milímetros (80mm) de diámetro nominal (cualquiera que sea el número de plantas del edificio donde esté instalada), y enlazará el distribuidor con las salidas de pisos.

### Bocas de salida

Las bocas de salida en pisos estarán conectadas a la columna y provistas de conexión siamesa, con llaves de corte en cada una de las dos ramas de racores, que serán de cuarenta y cinco milímetros (45mm), con tapa sujeta por cadena y cumplirán con la Norma UNE 23400-2:1998, Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45mm.

Las bocas de salida en pisos con llave de seccionamiento estarán dotadas, además de los elementos anteriores, de una válvula de corte, que se situará por encima de la conexión siamesa y en su misma hornacina.

Todas las llaves de la instalación serán del modelo de bola, con palanca incorporada de aleación ligera.

Las bocas de salida en pisos estarán alojadas en hornacinas provistas de tapa de cristal, con la inscripción "Uso Exclusivo Bomberos", en letras rojas.

La hornacina para bocas de salida será de cincuenta y cinco centímetros de anchura (55cm) x treinta y cinco centímetros (35cm) de altura x treinta centímetros (30cm) de profundidad.

La hornacina para bocas de salida con llave de seccionamiento será de cincuenta y cinco centímetros (55cm) de anchura x sesenta centímetros (60cm) de altura x treinta centímetros (30cm) de profundidad.

### 29.2.3 Condiciones generales

### 29.2.4 Condiciones de ejecución

La columna seca debe partir de la fachada del edificio que protege y discurrir por la caja de la escalera, de modo que en la fachada se encuentre su toma de alimentación y en los rellanos de las plantas correspondientes, junto a la escalera, se sitúen las bocas de salida en pisos.

Se instalarán tantas columnas secas como cajas de escalera sobrepasen las siete plantas.

Cada columna debe tener su propia toma de alimentación, que permita la acometida con manguera de los servicios públicos de extinción de incendios.

### 29.2.5 Control de calidad

#### Control de ejecución

La toma de fachada se dispondrá con el centro de sus entradas (racores de setenta milímetros (70mm) a noventa centímetros (90cm) del suelo, en lugares fácilmente accesibles para el Servicio de Extinción de Incendios y lo más próxima posible a la columna, de modo que la longitud del distribuidor sea mínima.

Caso de que la toma de fachada no esté próxima al acceso principal del edificio, debe señalizarse su situación en dicho acceso.

Las bocas de salida de pisos se situarán en todas las plantas pares hasta la 8ª y en todas las plantas a partir de ésta (la planta de calle o planta baja se considera planta 0).

Las bocas de salida de pisos, con llave de seccionamiento se situarán en todas las plantas, cuyo número de orden sea múltiplo de cuatro.

Las bocas de salida de pisos, con o sin llave de seccionamiento, se instalarán de modo que el centro de sus bocas de salida (racores de cuarenta y cinco milímetros (45mm) esté situado en los embarques de escalera y a noventa centímetros (90cm) sobre el suelo de los mismos.

#### Criterios de aceptación y rechazo

##### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en este PPTP y, en particular, las establecidas en 29.2.2.

Se comprobará que los racores de conexión cumplen las Normas UNE 23400-2:1998 y UNE 23400-3:1998, según se debe acreditar por Certificado o Protocolo de Ensayos de Laboratorio oficialmente reconocido.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en 29.2.3, o los racores no conformes a Norma, serán rechazados.

##### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas en este PPTDEF y, en particular, en 29.1.4 de Parte 3, además de las siguientes:

- a) Que el centro de la toma (entrada) en fachada esté a noventa centímetros (90cm) sobre el suelo, en lugar fácilmente accesible y próximo a la columna.
- b) La toma en fachada esté señalizada de acuerdo con la Norma UNE 23033-1:1981, caso de no estar situada junto a acceso principal de edificio que protege.
- c) Que existen bocas de salida de piso en todas las plantas pares, hasta la 8ª y en todas las plantas a partir de ésta).
- d) Que existen bocas de salida con llave de seccionamiento en todas las plantas cuyo número de orden sea múltiplo de cuatro (la planta de calle o planta baja se considera, a estos efectos, planta 0).
- e) Las bocas de salida de pisos, con o sin llave de seccionamiento, tengan el centro de sus bocas (racores de cuarenta y cinco milímetros (45mm), en los embarques de escalera y a noventa centímetros (90cm), sobre el suelo de los mismos.

Se comprobará que, sometida la instalación a una presión de 20bar, durante un período de dos horas, no aparecen fugas en ninguno de sus elementos componentes. (Esta comprobación se realizará con todas las válvulas de seccionamiento abiertas, todas las válvulas de piso cerradas y los racores de piso sin tapa).

Si la instalación no satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en 29.1.4 de Parte 3, ello será motivo de rechazo de la instalación, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

#### 29.2.6 Criterio de medición y abono

##### Instalación de columna seca

###### Tuberías

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, bocas de salida, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

###### Toma de alimentación en fachada

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje.

###### Boca de salida de piso

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada incluido montaje.

###### Boca de salida de piso con llave de seccionamiento

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características. Se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje.

## 29.2.7 Normas de referencia

### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 824/1982, del 26 de marzo de 1982. Diámetros de las mangueras contra incendios y sus racores de conexión. Acreditación de laboratorios para ensayos de mangueras y racores.

UNE 23400-2:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45mm.
UNE 23400-3:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70mm.
UNE 23033-1:1981	Seguridad contra incendios: Señalización.

### Otra normativa

En cuanto a los equipos y materiales a emplear, cumplirán con lo especificado en 29.2.2.

## 29.3 Instalación de sistemas de detección automática

### 29.3.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en este Capítulo son aplicables a las instalaciones de sistemas de detección automática de incendios, cuyo funcionamiento sea eléctrico y estén compuestas por detectores puntuales, siempre que estén montadas en edificios.

Cuando el sistema de detección automática de incendio esté destinado a controlar el funcionamiento de un sistema fijo de extinción, es necesario respetar las recomendaciones aplicables específicamente a tales sistemas.

### Sistema automático de detección de incendios

Conjunto de dispositivos que permiten descubrir y señalar, inmediatamente, sin intervención humana, los incendios en su fase inicial o muy próximos a ella.

### Detector de incendios

Elemento del sistema que observa permanentemente o con breves intervalos sucesivos, la variación de una magnitud física apropiada para descubrir un incendio en una cierta zona de vigilancia que tiene encomendada.

- Detector térmico: Aquel que es sensible a una elevación de temperatura.
- Detector termostático: Se activa cuando la temperatura excede de un cierto valor predeterminado.
- Detector termovelocimétrico: Se activa cuando la velocidad del incremento de temperatura excede de un cierto valor predeterminado.

- Detector térmico combinado: Aquel que incorpora a un elemento termostático otro termovelocimétrico.
- Detector de humos: Aquel que es sensible a las partículas de los productos de combustión o de pirólisis en suspensión en el aire (aerosoles):
- Detector iónico: Se activa cuando los productos de la combustión o pirólisis influyen la corriente eléctrica que circula en una cámara de ionización.
- Detector óptico: Se activa cuando los productos de la combustión o pirólisis influyen el flujo o la difusión de la luz en las zonas infrarroja, visible o ultravioleta del espectro electromagnético.
- Detector de llamas: Aquel que es sensible a la radiación emitida por las llamas.

### Central de señalización y control

Parte del sistema automático de detección de incendios que:

- a) alimenta los elementos detectores;
- b) recibe la señal enviada por éstos cuando se activan;
- c) indica el lugar en que está situado el detector (o detectores) activado(s);
- d) indica, por una señal óptica y/o acústica que se ha producido la activación (alarma);
- e) transmite la señal de alarma y/o activa dispositivos (optativo);
- f) vigila la instalación del propio sistema y sus posibles averías;
- g) indica, por una señal óptica y/o acústica que existe una avería;
- h) transmite la señal de avería (optativo).

### Panel repetidor principal

Parte del sistema destinado a recibir las señales de alarma de incendio y de avería en una estación receptora, desde la Central de señalización y control, de donde proceden dichas señales.

### Zona

Sector o área vigilada para el cual es necesaria una indicación propia diferenciada de alarma de incendios.

### Bucle

Circuito eléctrico autovigilado que conecta los detectores de una zona a la central de señalización y control.

### Superficie vigilada

Área, al nivel del suelo, vigilada por un detector automático de incendio.

### Extensión de la protección

Conjunto de todas las zonas vigiladas por detectores.

### Dispositivo de alarma

Aparato, equipo o mecanismo que permite generar una señal óptica y/o acústica que avisa y comunica que se ha producido una situación de alarma.

### 29.3.2 Materiales

Un sistema de detección automática de incendios está compuesto por:

- a) detectores de incendio;
- b) central de señalización y control;
- c) dispositivo de alarma;
- d) dispositivo de transmisión de las señales de alarma y avería (optativo);
- e) estación de recepción de las señales de alarma y de avería (optativo);
- f) alimentación eléctrica del sistema.

### Clasificación

Los sistemas de detección automática de incendios se clasifican, generalmente, atendiendo a efecto del fuego que sensibiliza al elemento detector, por lo que, en función del fenómeno detectado, aquí se consideran los sistemas de detección automática de incendios formados por los siguientes tipos de detectores puntuales:

- a) detectores térmicos;
- b) detectores de humos;
- c) detectores de llama.

### Características de los equipos y materiales

#### Contenido

El contenido de este apartado se refiere a las características y condiciones requeridas para los componentes de los sistemas de detección automática de incendios (según 29.3.2 de Parte 3).

Las condiciones requeridas fijan las características que deben satisfacer el equipo o los materiales empleados en la instalación de los sistemas y se definen los métodos de ensayo a que deben someterse dichos equipos y materiales, cuando proceda.

#### Con carácter general

- a) El equipo y los materiales deben tener indicaciones suficientes para ser identificado sin riesgo de error (nombre del fabricante, modelo, tipo, etc.).
- b) Los detectores automáticos y las centrales de señalización deben corresponder a modelos aceptados por el Ayuntamiento, en su caso.

#### Detectores de incendio

Los elementos detectores son uno de los componentes de los sistemas de detección automáticos cuyas características y cualidades técnicas resultan determinantes de la eficacia y fiabilidad del sistema, junto con la adecuada elección del tipo de detector de incendios, según las condiciones de la zona vigilada.

Las características y cualidades técnicas exigibles a los elementos detectores se recogen, según los diferentes tipos, en:

- b-1) Detectores térmicos

UNE-EN 54-5:2001 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales.

b-2) Detectores de humos

UNE-EN 54-7:2001 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 7: Detectores de humo: Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización. CTN: AEN/CTN 23 - SEGURIDAD CONTRA

Los detectores de ionización, que contienen una fuente radiactiva, independientemente de su función detectora y sus características en relación con ella, deben satisfacer los requisitos que como aparato radiactivo exige la Orden del Ministerio de Industria, de 20 de marzo de 1975, sobre Normas de homologación de aparatos radiactivos, que implica una específica aprobación ministerial, publicada en el BOE y que no supone un cumplimiento del resto de las especificaciones exigidas como elemento detector.

### Central de señalización y control

La central de señalización y control debe reunir todos los dispositivos necesarios para: recibir, controlar, registrar y transmitir las señales procedentes de los elementos detectores conectados a la misma y para accionar el, o los, dispositivos de alarma.

Las características y condiciones requeridas a la Central de señalización y control, así como sus métodos de ensayo, están recogidas en la Norma UNE 23007-2:1998, "Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación".

### Dispositivos de alarma

Los dispositivos de alarma, cuando son otros que los incorporados a la central de señalización y control, pueden ser dispositivos acústicos y ópticos.

En general, debe existir un dispositivo acústico de suficiente potencia sonora, adecuada al espacio donde debe ser escuchada la alarma, pudiendo emplearse timbres, campanas, claxon, sirenas, etc., capaces de emitir una señal continua o intermitente del nivel y frecuencia sonoras adecuadas al medio.

El dispositivo acústico debe complementarse, o incluso puede ser sustituido, justificadamente, por un dispositivo de alarma óptico, cuando en el espacio donde debe manifestarse la alarma hay un nivel de ruido alto, pudiendo emplearse lámparas o aparatos luminosos capaces de emitir destellos, o luz permanente, o intermitente, de intensidad y color adecuados al medio.

Los dispositivos de alarma, acústicos y ópticos deben ser de características tales que no perturben el funcionamiento de la instalación del sistema de detección y deben satisfacer las disposiciones de la Administración con carácter general y, en especial, las relativas a la Ordenanza General del Trabajo.

### Alimentación eléctrica

#### Fuentes

El sistema de detección automática de incendios debe alimentarse eléctricamente como mínimo, por dos fuentes tales que, cada una de ellas tenga capacidad y potencia suficientes para asegurar el funcionamiento del sistema en las condiciones más desfavorables.

Es indispensable que la perturbación o mal funcionamiento de una fuente no provoque mal funcionamiento o fallo de la otra.

La tensión de alimentación recomendable es de veinticuatro voltios (24 V).

#### Red pública

Una de las dos fuentes de alimentación deberá ser una red eléctrica pública de funcionamiento permanente; la otra fuente debe ser una batería de acumuladores.

La alimentación del sistema de detección a partir de la red eléctrica pública constituirá un circuito diferenciado que posea su propio limitador de corriente, derivado lo más cerca posible del punto de enganche de la acometida del edificio en que se encuentre instalada la central de señalización y control. Es preciso garantizar que este circuito no queda fuera de servicio cuando se corta la corriente en cualquier otro, tal como el de fuerza o el de alumbrado.

La alimentación procedente de la red eléctrica pública debe ser tal que permita asegurar, simultáneamente, el funcionamiento de la red de circuitos de detección, los dispositivos de alarma y, en caso de descarga de la batería de acumuladores, la corriente de carga máxima de la misma.

#### Batería de acumuladores

En caso de fallo de la red pública de suministro eléctrico, la batería de acumuladores debe alimentar, automáticamente, la red del sistema de detección automática sin ninguna interrupción. Se considera que existe un fallo en la red pública de suministro eléctrico, cuando la tensión del suministro desciende por debajo del setenta por ciento (70%) de su valor nominal de servicio.

La batería de acumuladores tendrá unas características que aseguren, no solamente el funcionamiento continuo del sistema, al menos, durante setenta y dos (72) horas, sino en todo momento el de los dispositivos de alarma durante, al menos, media hora. Se podrán autorizar duraciones de funcionamiento inferiores a setenta y dos (72) horas, pero siempre superiores a veinticuatro (24) horas, considerando la fiabilidad de detección de fallos en la red eléctrica de suministro y la duración probable de su reparación.

La recarga de la batería de acumuladores será automática. El equipo de carga de la batería de acumuladores tendrá características técnicas tales que permitan recargar, en un máximo de veinticuatro (24) horas, la batería cuando ésta se halle totalmente descargada y de modo que los dispositivos de alarma puedan funcionar de forma continua durante media hora, por lo menos, alimentados por la batería de acumuladores.

### 29.3.3 Condiciones generales

### 29.3.4 Condiciones de ejecución

#### Extensión de la detección

La detección debe abarcar la totalidad del volumen que pueda ser afectado por un mismo incendio, bien sea un sector de incendio, un edificio o un conjunto de edificios.

En especial, se deben vigilar, entre otros, los espacios siguientes:

- a) los creados por estanterías o pantallas distantes del techo menos de trescientos milímetros (300 mm);
- b) los ocultos por los falsos techos y los falsos suelos;
- c) los huecos de elevadores, conductos y patinillos verticales y patios interiores cubiertos;

- d) los conductos de cables, horizontales y verticales;
- e) las instalaciones y conductos de ventilación y climatización;
- f) las conducciones para el transporte de materias primas o de desechos, así como sus conectores.

Pueden ser excluidos de vigilancia:

- a) los pequeños locales sanitarios, como lavabos, urinarios, baños, etc., siempre que en ellos no puedan depositarse productos o desechos combustibles;
- b) los conductos de cables horizontales y verticales si no son accesibles para las personas y están compartimentados como sector de incendio;
- c) los andenes de carga desprovistos de cubierta;
- d) los refugios antiaéreos que no se utilizan para otros fines en tiempo de paz;
- e) los locales protegidos por un sistema de rociadores automáticos;
- f) los espacios ocultos por encima de los falsos techos o por debajo de los falsos suelos, cuando:
  1. no contengan materiales combustibles, a excepción de algún cable y estén limitados, exteriormente, por elementos incombustibles;
  2. o su altura sea inferior a ocho metros (8m) y estén compartimentados mediante materiales incombustibles en superficies de lados inferiores a diez metros (10m).

## Zonas y bucles

La superficie protegida por el sistema debe dividirse en zonas. Al activarse un detector debe poderse identificar fácilmente en qué zona se encuentra.

Las zonas deben delimitarse de forma tal que sea posible localizar con rapidez y seguridad el foco del incendio.

Las zonas no deben comprender más de una planta o un sector de incendios de una planta, con las siguientes excepciones: cajas de escalera, patios interiores cubiertos, conductos de elevadores y otros conductos verticales.

Varios locales contiguos pueden pertenecer a la misma zona:

- a) si su número no es superior a cinco (5), su superficie total no excede de cuatrocientos metros cuadrados ( $400\text{m}^2$ );
- b) o si sus accesos se pueden abarcar fácilmente con la vista, su número no es superior a diez (10), su superficie no excede de mil metros cuadrados ( $1\ 000\text{m}^2$ ) y, en la proximidad del acceso a cada uno de los locales, se instalan indicadores ópticos de alarma muy visibles de modo que permitan determinar, en caso de incendio, cuál es el local siniestrado.

La superficie en planta de una zona no debe exceder de mil seiscientos metros cuadrados ( $1\ 600\text{m}^2$ ) en ningún caso.

Los detectores de incendios colocados bajo los falsos techos y falsos suelos, en los conductos de cables, en las instalaciones de ventilación, climatización, etc., deben pertenecer a zonas diferentes, salvo que se disponga lo necesario para indicar en qué parte del local ha actuado inicialmente algún detector.

Se recomienda indicar claramente sobre cada detector, o en su proximidad inmediata, a qué zona pertenece.

Los detectores de incendio se agruparán en bucles en cada zona.

### Elección del tipo de detectores

La elección del tipo de detector es determinante de la eficacia del sistema, por lo que es necesario ajustar la elección a las características y condiciones ambientales y a las posibles fuentes de falsas alarmas. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

#### Desarrollo del incendio

Si se espera un incendio de desarrollo lento en su fase inicial (gran desprendimiento de humo, débil desprendimiento de calor, llamas escasas o nulas) los más adecuados son los detectores de humos. (Ejemplos: fuego de cables, en su fase inicial; fuego de madera, cartón o papel, con escasez de oxígeno).

Si se espera un incendio de desarrollo rápido desde su iniciación (gran desprendimiento de calor, llamas intensas, bastante humo) son adecuados los detectores térmicos, de humos y de llamas, o bien sus combinaciones. (Ejemplos: fuego de madera, cartón o papel, en presencia de gran cantidad de oxígeno; fuego de líquidos inflamables, como los hidrocarburos).

Si se espera un incendio de desarrollo intermedio entre los dos antes descritos, los detectores de humo son los más apropiados.

#### Altura del local

El tiempo de respuesta de los detectores es función de la altura del local, por lo que deben aplicarse ciertas restricciones a su utilización en locales de gran altura.

La relación entre la aptitud de los diversos tipos de detectores y la altura del local, así como los límites absolutos de utilización, se indican en la siguiente tabla:

Elección del tipo de detector de incendios

Altura del local (m)	TIPO DE DETECTOR				
	Térmico			Humo	Llama
	Cat.1	Cat.2	Cat.3		
< 1,5	A	A	A	B	A
1,5- 6	A	A	A	B	B
6 -7,5	A	A	N	B	B
7,5- 9	A	N	N	B	B
9 -12	N	N	N	A	B
12 -20	N	N	N	N	A
> 20	N	N	N	N	N

B = Bueno

A = Aceptable

N = No aceptable

#### Temperatura ambiente

Los detectores de humo y de llama pueden utilizarse para temperatura ambiente inferior a cincuenta grados centígrados (50° C) (excepto si su certificado de aprobación fija otra temperatura).

La temperatura fija de activación de los detectores térmicos debe superar entre diez grados centígrados (10° C) y treinta y cinco grados centígrados (35° C) a la temperatura ambiente máxima esperada en las proximidades del detector. Si la temperatura ambiente es inferior a cero grados centígrados (0° C) no deben utilizarse detectores únicamente termostáticos.

Si las temperaturas del ambiente varían bruscamente o son constantemente muy altas, son poco aconsejables los detectores combinados termostáticos - termovelocimétricos.

Los detectores de humo, de llama y combinados termostáticos - termovelocimétricos pueden utilizarse hasta temperatura ambiente de menos veinte grados centígrados (-20° C), si hay certeza de que no se cubrirán de hielo.

#### Movimiento del aire

Los detectores de humo pueden utilizarse hasta con una velocidad del aire de cinco metros por segundo (5 m/seg.) (salvo que el certificado de aprobación autorice una velocidad mayor).

No se impone ninguna limitación en este sentido a los detectores térmicos o de llama.

#### Vibraciones

Si los detectores de incendio se sitúan sobre elementos constructivos no se impone ninguna limitación de uso condicionada por un tipo, pero si se montan sobre máquinas o elementos móviles debe aportarse una prueba de aptitud del detector para actuar en dicha situación.

#### Humo, polvo y aerosoles similares

Si el medio ambiente puede ser invadido por humo, polvo o aerosoles similares como consecuencia de la actividad ejercida en él o en sus proximidades, no deben utilizarse detectores de humo. En este caso, son recomendables los detectores térmicos.

Si no fuera posible, por otras razones, utilizar detectores térmicos, debe garantizarse que se excluirán las alarmas falsas, utilizando filtros u otros dispositivos cuya eficacia habrá que demostrar.

#### Radiación óptica

Los detectores de llama pueden dar falsas alarmas si reciben una radiación óptica, directa o indirectamente, del sol o de otras fuentes luminosas, especialmente si esta radiación está modulada por la reflexión en un líquido, o por elementos de máquinas en movimiento, o por otras causas. Por esto, los detectores de llama por infrarrojos deben evitarse cuando se puedan dar estas circunstancias.

No se impone ninguna limitación en este sentido a los detectores térmicos o de humo.

### Número de detectores

El número de detectores de incendio necesarios depende del tipo de detector empleado, de la superficie, de la altura, de la forma del techo o cubierta, de la actividad ejercida y de las condiciones de circulación de aire del local que se protege con dichos detectores.

#### Detectores térmicos

El número de detectores térmicos debe ser tal que la superficie vigilada por cada uno de ellos no sobrepase los valores de A máx. indicados en la siguiente tabla:

### Número de detectores térmicos

Superficie del local en planta (m <sup>2</sup> )	INCLINACIÓN DEL TECHO (i)					
	i ≤ 20°		20° < i ≤ 45°		45° < i	
	A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)	A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)	A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)
≤ 40	40	5,1	40	5,7	40	6,3
> 40	30	4,4	40	5,7	50	7,1

### Detectores de humo

El número de detectores de humo debe ser tal que la superficie vigilada por cada uno de ellos no sobrepase los valores de A máx. indicados en la siguiente tabla:

### Número de detectores de humo

Superficie del local en planta (m <sup>2</sup> )	Altura del techo (m)	INCLINACIÓN DEL TECHO (i)					
		i ≤ 20°		20° < i ≤ 45°		45° < i	
		A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)	A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)	A máx. (m <sup>2</sup> )	D (m)
≤ 80	≤ 12	80	6,7	80	7,2	80	8,0
	≤ 6	60	5,8	60	7,2	60	9,0
> 80	6 > h ≤ 12	80	6,7	100	8,0	120	9,9

### Detectores de llama

El número de detectores de llama debe determinarse caso por caso, considerando las características de cada detector, según los diversos modelos de cada fabricante, hasta que se hayan elaborado especificaciones y métodos generales de ensayo de los detectores de llama.

## 29.3.5 Control de calidad

### Control de ejecución

La implantación e instalación de los elementos que constituyen el sistema de detección automática de incendio están condicionadas por el tipo de detector empleado, la superficie y altura del lugar que protegen, las características de la actividad ejercida en dicho local y otras peculiaridades que puedan incidir en la aparición de falsas alarmas.

### Detectores térmicos

Deben implantarse de modo que ningún punto del techo (o de la cubierta) quede a una distancia horizontal de un detector superior a los valores D indicados en la tabla anterior.

En los locales con cubierta de inclinación superior a 20° en los que la cara interior de la cubierta es de techo del local, se debe implantar una fila de detectores en el plano vertical que pasa por la cumbre o en la parte más alta de local.

En locales con cubierta en diente de sierra, cada diente debe ser equipado con una fila de detectores implantados cerca de la cubierta que tiene menor pendiente y a una distancia horizontal de, a menos, un metro (1m) del plano vertical que pasa por la cumbre.

Los detectores térmicos se implantarán siempre directamente bajo la cubierta.

Las distancias entre los detectores y los muros no deben ser inferiores a cero coma cinco metros (0,5m), excepto en pasillos, conductos y partes del edificio similares, de menos de un metro (1m) de anchura.

Si existen vigas o conductos de climatización bajo el techo cuya distancia al mismo sea inferior a cero coma quince metros (0,15m), la distancia lateral entre detectores y aquellos elementos constructivos debe ser también, por lo menos, de cero coma cinco metros (0,5m).

La distancia de los detectores al suelo, no debe exceder de:

- a) seis metros (6m) para detectores térmicos de la categoría 3;
- b) siete coma cinco metros (7,5m) para detectores térmicos de la categoría 2;
- c) nueve metros (9m) para detectores térmicos de la categoría 1.

La zona de cero coma cinco metros (0,5m) que rodee a los detectores (lateralmente y por debajo) debe estar libre de toda instalación y almacenamiento. Los detectores no deben implantarse en puntos con corrientes de aire naturales o artificiales, ni donde la temperatura ambiente pueda alcanzar niveles capaces de producir falsas alarmas debido a fuentes de calor naturales o artificiales.

#### Detectores de humo

Deben implantarse de modo que ningún punto del techo (o de la cubierta) quede a una distancia horizontal de un detector superior a los valores D indicados en la anterior tabla.

En locales con cubierta de inclinación superior a veinte grados (20°), en los que la cara interior de la cubierta es el techo del local, se debe implantar una fila de detectores en el plano vertical que pasa por la cumbre en la parte más alta del local.

En locales con cubierta en diente de sierra, cada diente será equipado con una fila de detectores implantados en la coronación y situada en el lado de la cubierta que tenga menor pendiente a una distancia horizontal de un metro (1m), como mínimo, del plano vertical que pasa por la cumbre.

Las distancias entre los detectores y el techo (o la cubierta) dependen de la forma de éste y de la altura del local protegido. Los valores máximo y mínimo de estas distancias se indican en la siguiente tabla:

Distancias entre detectores

Altura del local h. (m <sup>2</sup> )	Distancia desde el elemento sensible al humo (detector) hasta el techo o cubierta (mm)					
	i ≤ 15°		15° < i ≤ 30°		30° < i	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
h ≤ 6	30	200	200	300	300	500
6 < h ≤ 8	70	250	250	400	400	600
8 < h ≤ 10	100	300	300	500	500	700
10 < h ≤ 12	150	350	350	600	600	800

Las distancias entre los detectores y los muros (o tabiques), no deben ser inferiores a cero coma cincuenta metros (0,50m), excepto en pasillos, conductos y partes del edificio similares de menos de un metro (1m) de anchura.

Si existen vigas o conductos de climatización bajo el techo, cuya distancia al mismo sea inferior a cero coma quince metros (0,15m), la distancia lateral entre detectores y aquellos elementos constructivos, debe ser, también, por lo menos, de cero coma cinco metros (0,5m).

La distancia de los detectores al suelo no debe exceder de doce metros (12m). Sólo en casos particulares y previa justificación adecuada pueden autorizarse hasta una altura de veinte metros (20m).

La zona de cero coma cinco metros (0,5m) que rodee a los detectores (lateralmente y por debajo) debe estar libre de toda instalación y almacenamiento. Los detectores no deben implantarse en puntos con corrientes de aire, naturales o artificiales; ni donde la temperatura ambiente pueda sobrepasar los cincuenta grados centígrados (50° C), debido a fuentes de calor naturales o artificiales.

En locales con altura de techo inferior a tres metros (3m), deberán tomarse medidas para evitar la activación de los detectores por la acción del humo procedente de fumadores, o del polvo arrastrado por importantes corrientes de aire, o por aerosoles que se produzcan durante el proceso de trabajo, etc.

#### Detectores de llama

Deben implantarse de acuerdo con las condiciones particulares del local protegido y las instrucciones del fabricante, previa aprobación.

#### Central de señalización y control

La central de señalización y control (o el panel repetidor, en su caso), se colocará en un local:

- a) vigilado por el propio sistema de detección automática de incendio;
- b) situado próximo al acceso que previsiblemente utilizarán los bomberos;
- c) mantenido en condiciones de temperatura y humedad apropiadas para los sistemas instalados;
- d) resistente al fuego durante noventa minutos (90') si no forma parte del sector protegido o está en edificio aislado (a más de diez metros (10m) de cualquier otro).

#### Dispositivos de alarma

Los dispositivos de alarma acústica y óptica se situarán en la central de señalización y control, o junto a ésta. Si la central no está vigilada permanentemente por personal deben respetarse los dispositivos de alarma en un lugar permanentemente vigilado.

La indicación de alarma de incendio, siempre se hará por un dispositivo luminoso de color rojo y una indicación luminosa de la zona de incendio.

Los dispositivos de alarma acústica se protegerán contra daños mecánicos, polvo y otras causas de avería.

Los dispositivos de alarma pueden conectarse a dispositivos de disparo de sistemas fijos de extinción de incendio, de accionamiento de puertas de válvulas o compuertas, de repetidores de señal, etc.

Los dispositivos de señalización de avería, con indicación óptica y acústica, se situarán en la central de señalización y control. La indicación de avería se dará por una señal claramente diferenciada de la señal de alarma de incendio.

#### Alimentación eléctrica

Además de los condicionantes que se establecen a continuación, la instalación eléctrica debe realizarse conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La calidad de su ejecución debe ser muy alta para hacer fiable el sistema.

#### Batería de acumuladores

Los locales que albergan la batería de acumuladores y sus condiciones ambientales deben ser tales que se asegure el funcionamiento, verificación y mantenimiento de la batería. Estarán lo más próximo que sea posible a la central de señalización y control.

Los conductores que enlazan la batería de acumuladores y la central de señalización y control constituirán un circuito claramente diferenciado.

No se conectará a la batería de acumuladores ningún sistema ajeno al de detección automática, excepto el de detección manual (pulsadores de alarma).

#### Circuitos eléctricos

El cableado correspondiente a la instalación del sistema de detectores automáticos debe ser independiente de cualquier otro y se diferenciará, donde sea posible, del cableado utilizado para otros fines, identificándolo de forma clara.

El cableado debe realizarse con cables resistentes a los daños que, previsiblemente puedan presentarse en las zonas donde han de instalarse. Si están en atmósferas húmedas, o corrosivas, o atraviesan zonas que contienen vapores o polvos inflamables explosivos, deben estar protegidos de forma especial.

Aunque no son siempre exigibles, son preferibles los circuitos realizados con conductores resistentes al fuego durante un período de, al menos, quince minutos. Son necesarios en áreas de alto riesgo de incendio.

Los conductores deben tener secciones apropiadas, para evitar caídas de tensión excesivas y ofrecer una resistencia mecánica suficiente; en todo caso, si los conductores son de cobre, no se admiten diámetros inferiores a cero coma seis milímetros (0,6mm).

El cableado de los detectores debe realizarse de forma que se disminuya la probabilidad de daño mecánico, corrientes de fuga, cortocircuitos o interrupción de los circuitos. Por ello, es preferible que se instalen en el interior de tubo de acero.

El circuito debe realizarse en bucle y el número de conexiones debe ser el mínimo posible, realizándose por soldadura o por procedimientos mecánicos muy seguros. En locales húmedos, todas las conexiones deben estar protegidas contra la humedad.

Los conductores, o tubos en que vayan alojados, deben fijarse sólidamente, con soportes que no los deterioren. No se autorizan cableados provisionales.

Siempre que sea posible, los conductores deben discurrir únicamente por zonas protegidas, donde existan detectores.

Deben tomarse medidas especiales de protección, cuando exista riesgo de perturbaciones debidas a interferencias de origen eléctrico: rayos, receptores de alto consumo, chispas o arcos eléctricos de cualquier origen y otras similares.

El valor de aislamiento a tierra de los conductores no debe ser inferior a un (1)  $M\Omega$  por bucle.

#### Criterios de aceptación o rechazo

##### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en el PPTP y, en particular, las que se enumeran en este apartado.

Los elementos detectores, de cualquier tipo que sean, estarán aprobados o, alternativamente, homologados, por una entidad o laboratorio de reconocido prestigio.

Los elementos detectores de tipo con cámara de ionización estarán homologados por el Ministerio de Industria y Energía, de acuerdo con las "Normas de homologación de aparatos radiactivos", según Orden Ministerial de 20 de marzo de 1975.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en 29.3.2 de Parte 3 o los elementos detectores no aprobados y homologados de acuerdo con los anteriores párrafos, según su caso, serán rechazados.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas en este PPTP y, en particular, en 29.3.3 de Parte 3.

Se comprobará que la implantación y ejecución de la instalación se han realizado cumpliendo todos los requisitos establecidos en 29.3.4 de Parte 3.

Se comprobará el funcionamiento de la instalación por activación de un detector por cada bucle y se medirá el consumo en relación con la capacidad de la batería de acumuladores, para determinar el tiempo de funcionamiento con esta fuente de alimentación, que debe ser el especificado.

Si la instalación no satisface las condiciones establecidas en 29.3.3 de Parte 3 o se presentan fallos de funcionamiento o consumo, ello constituirá motivo de rechazo de la instalación, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

### 29.3.6 Criterio de medición y abono

#### Sistema de detección automática

##### Tubos para alojamiento de cableado

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios, tales como cajas, zócalos, etcétera.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, soportes, fijaciones, etc.

##### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

##### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### Cajas de conexión o derivación con clemas numeradas

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### Detectores

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características, incluido el zócalo.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje y conexionado.

#### Indicadores de acción

La medición corresponderá al número de unidades empleadas.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### Bocinas bitonales

La medición corresponderá al número de unidades empleadas, incluso accesorios.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### **a) Central de señalización y control**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características, incluso soportes y accesorios.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### **b) Cuadro repetidor**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características, incluso soportes y accesorios.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado

### 29.3.7 Normas de referencia

#### Disposiciones de la Administración

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre).

OM del 20 de marzo de 1975, del Ministerio de Industria, sobre Normas de Homologación de aparatos radiactivos.

#### Normas UNE

UNE 23007-2:1998      Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.

UNE-EN 54-5:2001      Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 5: Detectores de calor.

UNE-EN 54-7:2001      Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 7: Detectores de humo: Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz

## Otra normativa

En cuanto a los equipos y materiales a emplear, cumplirán con lo especificado en 29.3.2 de Parte 3.

## 29.4 Instalación de pulsadores de alarma

### 29.4.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en este apartado son aplicables a las instalaciones de pulsadores de alarma, de funcionamiento eléctrico, utilizadas para la transmisión de alarma de incendio cuando éste ha sido descubierto por detección humana y están constituidas por pulsadores montados en edificios.

Las instalaciones de pulsadores de alarma pueden constituir el único medio de comunicación de una alarma de incendio (si la detección del mismo ha sido humana) o bien pueden completar un sistema de detección automática de incendio con su correspondiente equipo de alarma. En este caso, la instalación de pulsadores de alarma se integra con el sistema de detección automática de incendios (ver capítulo 29.2).

### Pulsador de alarma

Elemento que permite el cierre/apertura de un circuito eléctrico, para enviar una señal de alarma de incendio, por un acto humano voluntario.

### Central de señalización y control

Parte de la instalación que:

- a) alimenta los pulsadores;
- b) recibe la señal enviada por éstos cuando se accionan;
- c) indica el lugar en que está situado el pulsador que ha sido accionado;
- d) transmite la señal de alarma;
- e) indica por una señal óptica y acústica que se ha producido el accionamiento de un pulsador (ver 29.3.2 de Parte 3).

### Dispositivo de alarma

Aparato, equipo o mecanismo que permite generar una señal óptica o acústica que avisa y comunica que se ha producido una situación de alarma.

### 29.4.2 Materiales

Una instalación de pulsadores de alarma está compuesta por:

- a) pulsadores de alarma;
- b) central de señalización y control;
- c) dispositivos de alarma;

d) alimentación eléctrica de la instalación.

### 29.4.3 Condiciones generales

#### Pulsadores de alarma

Los pulsadores son uno de los componentes de la instalación de cuyas características y cualidades técnicas depende la eficacia y fiabilidad del sistema.

Los pulsadores deben ser fácilmente identificables, sin riesgo de error. Deben estar provistos de un dispositivo que impida su disparo o accionamiento involuntario.

Todo elemento de protección o decoración de los pulsadores, no deben tener influencia alguna en su utilización.

Serán de construcción sólida y fiable, con las protecciones necesarias si han de ser empleados en atmósferas polvorosas, especialmente húmedas y corrosivas.

#### Central de señalización y control

La central de señalización y control debe reunir todos los dispositivos necesarios para recibir, controlar, registrar, en su caso, y transmitir las señales procedentes de los pulsadores. Esta Central será común con la del sistema de detección automática de incendios, si éste existe.

Las características y condiciones requeridas a la Central de señalización y control, así como sus métodos de ensayo, están recogidos, en cuanto le es aplicable, en la Norma UNE 23007-2:1998. "Sistemas de detección y alarma. Parte 2. Equipos de control e indicación".

Desde la Central de señalización y control se accionarán el, o los, dispositivos de alarma.

#### Dispositivos de alarma

Los dispositivos de alarma, cuando son otros que los incorporados a la central de señalización y control, pueden ser acústicos y ópticos.

En general, debe existir un dispositivo acústico de suficiente potencia sonora, adecuada al espacio donde debe ser escuchada la alarma, pudiendo emplearse timbres, campanas, claxon, sirenas, etc., capaces de emitir una señal continua o intermitente del nivel y frecuencia sonoros adecuados al medio.

El dispositivo acústico debe complementarse, o incluso ser sustituido, justificadamente, por un dispositivo de alarma óptico, cuando en el espacio donde debe manifestarse la alarma hay un nivel de ruido alto, pudiendo emplearse lámparas o aparatos luminosos capaces de emitir destellos, o luz permanente, de intensidad y color adecuados al medio.

Los dispositivos de alarma, acústicos y ópticos deben ser de características tales que no interfieran el funcionamiento de la instalación de pulsadores de alarma y deben satisfacer las disposiciones de la Administración, con carácter general y, en especial, la Ordenanza General del Trabajo.

#### Alimentación eléctrica

##### Fuentes

La instalación de pulsadores de alarma debe alimentarse eléctricamente como mínimo, por dos fuentes tales que, cada una de ellas, tenga capacidad y potencia suficientes para asegurar el funcionamiento de la instalación en las condiciones más desfavorables.

Es indispensable que la perturbación o mal funcionamiento de una fuente, no provoque mal funcionamiento o fallo de la otra.

La tensión de alimentación recomendable es de veinticuatro voltios (24 V).

#### Red Pública

Una de las dos fuentes de alimentación deberá ser una red eléctrica pública de funcionamiento permanente; la otra fuente debe ser una batería de acumuladores.

La alimentación de la instalación de pulsadores de alarma, a partir de la red eléctrica pública, constituirá un circuito diferenciado, que posea su propio limitador de corriente, derivado lo más cerca posible de punto de enganche de la acometida el edificio en que se encuentra instalada la central de señalización y control. Es preciso garantizar que este circuito no queda fuera de servicio cuando se corta la corriente de cualquier otro, tal como el de fuerza o el de alumbrado.

La alimentación procedente de la red eléctrica pública debe ser tal que permita asegurar, simultáneamente, el funcionamiento de la red de circuitos de pulsadores, los dispositivos de alarma y, en caso de descarga de la batería de acumuladores, la corriente de carga máxima de la misma.

#### Batería de acumuladores

En caso de fallo de la red pública de suministro eléctrico, la batería de acumuladores debe alimentar, automáticamente, la red de la instalación de pulsadores de alarma, sin ninguna interrupción. Se considera que existe un fallo en la red pública de suministro eléctrico, cuando la tensión del suministro desciende por debajo de setenta por ciento (70%) de su valor nominal de servicio.

La batería de acumuladores tendrá unas características que aseguren, no solamente el funcionamiento continuo de la instalación durante setenta y dos horas (72 h), sino en todo momento, el de los dispositivos de alarma durante, al menos, media hora (1/2 h). Se podrán autorizar duraciones de funcionamiento inferiores a setenta y dos horas (72 h), considerando la fiabilidad de detección de fallos en la red eléctrica de suministro y la duración probable de su reparación.

La recarga de la batería de acumuladores será automática. El equipo de carga de la batería de acumuladores tendrá características técnicas tales que permitan recargar, en un máximo de veinticuatro horas (24 h), la batería cuando ésta se halle totalmente descargada y de modo que los dispositivos de alarma puedan funcionar de forma continua, durante media hora (1/2 h), por o menos, alimentados por la batería de acumuladores.

#### 29.4.4 Condiciones de ejecución

La extensión de la protección con pulsadores de alarma debe abarcar la totalidad del volumen del edificio que puede ser afectado por un mismo incendio, sea un sector de incendio o varios.

La superficie protegida por la instalación de pulsadores debe dividirse en zonas, de modo que al accionar un pulsador debe poderse identificar, fácilmente, en qué zona se encuentra. Las zonas deben estar delimitadas de tal modo que sea posible localizar el foco del incendio con rapidez y seguridad. Las zonas no deben comprender más de una planta o un sector de incendios.

#### 29.4.5 Control de calidad

##### Control de ejecución

## Pulsadores

Los pulsadores deben situarse en puntos de muy fácil acceso y deben ser perfectamente visibles.

La distancia a recorrer desde cualquier punto del área protegida hasta alcanzar un pulsador de alarma de la instalación que lo protege debe ser inferior a veinticinco metros.

Cuando por las condiciones particulares de la decoración o utilización de los locales protegidos puedan producirse dificultades en la localización de los pulsadores de alarma, se señalará la posición de cada uno de ellos, por los medios especificados en la Norma UNE 23033-1:1981, Seguridad contra incendios. Señalización.

## Central de señalización y control

La central de señalización y control (o el panel repetidor, en su caso) se colocará en un local:

- a) vigilado por la propia instalación de pulsadores de alarma;
- b) situado próximo al acceso que previsiblemente utilizarán los bomberos;
- c) mantenido en condiciones de temperatura y humedad apropiadas para los sistemas instalados;
- d) resistentes al fuego durante noventa minutos si no forma parte del sector protegido o está en edificio aislado (a más de diez metros de cualquier otro).

## Dispositivos de alarma

Los dispositivos de alarma acústica y óptica se situarán en la central de señalización y control o junto a ésta. Si la central no está vigilada permanentemente por persona, deben repetirse los dispositivos de alarma en un lugar permanentemente vigilado.

La indicación de alarma de incendio, siempre se hará por un dispositivo luminoso de color rojo y una indicación luminosa de la zona de incendio.

Los dispositivos de alarma acústica se protegerán contra daños mecánicos, polvo y otras causas de avería.

Los dispositivos de señalización de avería, con indicación óptica y acústica, se situarán en la central de señalización y control. La indicación de avería se dará por una señal claramente diferenciada de la señal de alarma de incendio.

## Alimentación eléctrica

Además de los condicionantes que se establecen a continuación, la instalación eléctrica debe realizarse conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La calidad de su ejecución debe ser muy alta para hacer fiable el sistema.

## Batería de acumuladores

Los locales que albergan la batería de acumuladores y sus condiciones ambientales, deben ser tales que se asegure el funcionamiento, verificación y mantenimiento de la batería. Estarán lo más próximos que sea posible a la central de señalización y control.

Los conductores que enlazan la batería de acumuladores y la central de señalización y control constituirán un circuito claramente diferenciado.

No se conectará a la batería de acumuladores ningún sistema ajeno al de la instalación de pulsadores de alarma, excepto el de detección automática de incendios.

## Circuitos eléctricos

El cableado correspondiente a la instalación del sistema de pulsadores de alarma debe ser independiente de cualquier otro y se diferenciará, donde sea posible, del cableado utilizado para otros fines, identificándolo de forma clara.

El cableado debe realizarse con cables resistentes a los daños que previsiblemente puedan presentarse en las zonas donde han de instalarse. Si están en atmósferas húmedas o corrosivas, o atraviesan zonas que contienen vapores o polvos inflamables explosivos deben estar protegidos de forma especial.

Aunque no son siempre exigibles, son preferibles los circuitos realizados con conductores resistentes al fuego durante un período de, al menos, quince minutos y son necesarios en áreas de alto riesgo de incendio.

Los conductores deben tener secciones apropiadas, para evitar caídas de tensión excesivas y ofrecer una resistencia mecánica suficiente; en todo caso, si los conductores son de cobre, no se admiten diámetros inferiores a cero coma seis milímetros (0,6 mm).

El cableado de los pulsadores debe realizarse de forma que se disminuya la probabilidad de daño mecánico, corrientes de fuga, cortocircuitos o interrupción de los circuitos. Por ello, es preferible que se instalen en el interior de tubo de acero.

El circuito debe realizarse en bucle y el número de conexiones debe ser el mínimo posible, realizándose por soldadura o por procedimientos mecánicos muy seguros. En locales húmedos, todas las conexiones deben estar protegidas contra la humedad.

Los conductores, o tubos en que vayan alojados, deben fijarse sólidamente, con soportes que no los deterioren. No se autorizarán cableados provisionales.

Siempre que sea posible, los conductores deben discurrir únicamente por zonas protegidas.

Deben tomarse medidas especiales de protección cuando exista riesgo de perturbaciones debidas a interferencias de origen eléctrico: rayos, receptores de alto consumo, chispas o arcos eléctricos de cualquier origen y otras similares.

El valor de aislamiento a tierra de los conductores no debe ser inferior a un (1) MΩ por bucle.

## Criterios de aceptación o rechazo

### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, todas las características establecidas en este PPTP. Los materiales que no satisfagan las características establecidas serán rechazados.

### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface con carácter general, todas las condiciones establecidas.

Se comprobará que la instalación y la ejecución de la instalación se han realizado cumpliendo todos los requisitos establecidos.

Se comprobará el funcionamiento de la instalación por accionamiento de cada uno de sus pulsadores, con las fuentes alternativas de alimentación previstas.

Si la instalación no satisface las condiciones establecidas, constituirá motivo de rechazo de la instalación hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

#### 29.4.6 Criterio de medición y abono

##### Sistema de pulsadores de alarma

###### Tubos para alojamiento de cableado

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios, tales como cajas, zócalos, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente instalado, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, fijaciones, etc.

###### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

###### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

###### Cajas de conexión o derivación con clemas numeradas

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

###### Pulsadores

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje y conexionado.

###### Central de señalización y control

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características, incluso soportes y accesorios.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

###### Cuadro repetidor

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características, incluso soportes y accesorios.

Se abonará por unidad colocada incluso montaje y conexionado.

#### 29.4.7 Normas de referencia

##### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código

Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre).

Prevención de incendios en establecimientos turísticos. Orden Ministerial (Ministerio de Comercio y Turismo) de 25 de septiembre de 1979 y Orden Ministerial del 31 de marzo de 1980. Aclaraciones a las OO.MM. anteriores en: Resolución en Circular de a Dirección General de Empresas y Actividades Turísticas del 10 de abril de 1980.

Protección anti-incendios en los establecimientos sanitarios. Orden Ministerial (Ministerio de Sanidad y Seguridad Social) del 24 de octubre de 1979.

## Normas UNE

UNE 23007-2:1998      Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.

UNE 23033-1:1981      Seguridad contra incendios: Señalización.

## 29.5 Instalación de extintores de incendio

### 29.5.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en esta Sección son aplicables a las instalaciones de extintores de incendio portátiles, de uso manual.

#### Extintor

Aparato autónomo que contiene un agente extintor de incendio, al que puede proyectar y dirigir sobre un fuego por la acción de una presión interior. Esta presión puede obtenerse por una compresión previa de un gas en su interior, por la inyección de un gas auxiliar o por una reacción química.

#### Agente extintor

Producto que cuando es lanzado sobre el fuego, u ocupa el espacio en que el fuego se desarrolla, provoca su extinción.

#### Carga del extintor

Es la masa, expresada en kilogramos, o el volumen, expresado en litros, del agente extintor contenido en el aparato. (Cuando el agente extintor es agua o agua con aditivos, la carga debe expresarse en litros; en los demás casos, siempre debe expresarse en kilogramos).

#### Eficacia extintora

La eficacia extintora, o eficacia del extintor es la medida de su capacidad para extinguir una determinada clase de fuego (Clases de fuego: A, B y C).

La eficacia extintora de un determinado extintor, para fuegos de las clases A o B, se expresa por un número, seguido de la letra A o B respectivamente, que representa el mayor hogar-tipo de dicha clase de fuego que ha sido capaz de extinguir el extintor, cuando se opera con él en las condiciones de ensayo que establece la

Norma UNE-EN 3-7:2004, "Extintores portátiles de incendios. Designación. Duración de Funcionamiento. Hogares tipo de las clases A y B".

La eficacia extintora de un determinado extintor para fuegos de clase C se expresa por su "aptitud" o su "no aptitud" para extinguir el hogar tipo C, cuando se opera con él en las condiciones de ensayo que establece la Norma UNE-EN 3-7:2004, "Extintores portátiles de incendio. Parte 5: Especificaciones y ensayos complementarios".

### 29.5.2 Materiales

Una instalación de extintores de incendio está compuesta por uno o varios extintores, sean éstos portátiles manuales o móviles sobre ruedas, con sus correspondientes soportes.

Cuando por las condiciones ambientales sea preciso, se dotará a la instalación de armarios, hornacinas o fundas para cubrir y proteger a los aparatos extintores contra la acción de los agentes agresivos.

### 29.5.3 Condiciones generales

#### Condiciones generales

Los extintores se clasifican atendiendo a diferentes criterios: masa total del extintor, naturaleza del agente extintor que contienen, sistema de presurización interna.

Atendiendo a la masa total del extintor en condiciones de uso, se consideran los siguientes:

- a) portátiles manuales, cuya masa total no debe exceder de veinte kilos (20kg);
- b) portátiles dorsales, cuya masa total no debe exceder de treinta kilos (30kg) y deben disponer de un atalaje especial para su transporte a la espalda (no constituyen un tipo de uso urbano, normalmente);
- c) móviles sobre ruedas, cuya masa total es superior a los treinta kilos (30kg) y el conjunto dispone de ruedas o se monta sobre un carrito para su desplazamiento.

Atendiendo a la naturaleza del agente extintor los extintores se clasifican en:

- a) extintores de agua (con o sin aditivos);
- b) extintores de espuma (agua premezclada con espumógeno);
- c) extintores de polvo;
- d) extintores de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>);
- e) extintores de halón (hidrocarburos halogenados: 1211 o difluorclorobromometano, en los extintores portátiles manuales y 1301 o trifluorbromometano, en los de mayor tamaño o fijos).

Atendiendo al sistema de presurización interna los extintores pueden ser:

- a) permanentemente presurizados:
  1. por su propia presión de vapor cuando el agente extintor es un gas (extintores de anhídrido carbónico (I));
  2. por su propia presión de vapor más la aportada por un gas comprimido añadido (extintores de halón (II));
  3. por la presión aportada por un gas comprimido añadido (extintores de agua espuma o polvo) (III);

b) presurizados en el momento de su utilización:

1. por el gas comprimido aportado desde un recipiente (botellín) adosado o incorporado al extintor (IV);
2. por una reacción química interior (en desuso) (V).

### Características de los equipos y materiales

El cuerpo de los extintores de incendios debe estar calculado y satisfacer los requisitos según se establece en la ITC-AP-5 del Reglamento de Aparatos a Presión y la Norma UNE-EN 3-8:2007.

El dispositivo de apertura y cierre de salida del agente extintor debe ser de accionamiento rápido, no admitiéndose válvulas de volante y con recuperación automática.

Si el extintor tiene una carga superior a tres kilos (3kg) o a tres litros (3l) de agente extintor debe disponer de manguera y boquilla o lanza, de una longitud total de al menos cuatrocientos milímetros (403mm) y superior en todo caso al ochenta por ciento (80%) de la altura total del extintor.

Si el extintor es del tipo de presurización I debe disponer de un disco de seguridad en la válvula de descarga.

Si el extintor es del tipo de presurización III debe disponer de un manómetro indicador de la presión interna del aparato con un dispositivo que permita comprobar el correcto funcionamiento de dicho manómetro.

Si el exterior es del tipo de presurización III y la capacidad del cuerpo es superior a tres litros (3l) debe disponer de una válvula de seguridad.

Si el extintor es del tipo de presurización IV y el botellín que contiene el gas impulsor es de más de 0,40l de capacidad, la válvula de salida de gas de dicho botellín debe estar provista de un disco de seguridad.

El extintor debe estar provisto de una placa de características soldada, remachada, firmemente adherida al cuerpo del extintor de modo que garantice su inamovilidad; esta placa será de latón, acero inoxidable o aluminio.

La placa de características debe indicar: la presión de diseño, el número de registro de aprobación del tipo de aparato y la fecha de la primera prueba de presión y debe contener espacios para las tres fechas de los sucesivos retimbrados autorizados.

El extintor debe estar provisto de una etiqueta en la que debe figurar:

- a) el nombre/razón social del fabricante del extintor que tiene aprobado el tipo de extintor;
- b) el agente extintor contenido y su cantidad;
- c) la eficacia del extintor para las distintas clases de fuegos;
- d) tipos de fuegos o circunstancias en que no debe utilizarse el extintor;
- e) temperatura máxima y mínima de servicio;
- f) instrucciones de empleo.

### 29.5.4 Condiciones de ejecución

#### Selección del agente extintor

Cuando las Normas Técnicas o disposiciones de la Administración no establezcan específicamente el tipo de agente extintor que debe utilizarse en cada caso concreto se elegirá un agente extintor apropiado para

combatir la clase de fuego que puede esperarse en cada circunstancia por la naturaleza de los combustibles presentes y la actividad que se desarrolle en el ámbito que ha de ser protegido.

Debe, además, tenerse en cuenta en el momento de la elección del agente extintor: la posible toxicidad de los gases producidos por la descomposición de algunos agentes extintores; la posibilidad de dañar equipos sensibles o delicados; la existencia de elementos bajo tensión eléctrica y el riesgo de aportar gases irrespirables en áreas ocupadas por personas.

Con estas consideraciones, se elegirá el agente extintor, de acuerdo con su adecuación a las distintas clases de fuego que pueden esperarse, de acuerdo con la siguiente tabla:

Selección del agente extintor

Agente extintor	CLASES DE FUEGOS			
	A	B	C	D
Agua a chorro	XX			
Agua pulverizada	XXX	X		
Espuma física	XX	XX		
Polvo polivalente (A, B, C)	XX	XX	XX	
Polvo convencional (B, C)		XXX	XX	
Anhídrido carbónico	X <sup>(1)</sup>	X		
FE-13 (Ext. Por inundación total)	X <sup>(1)</sup>	XX		
Polvos específicos para fuegos de metales				X

<sup>(1)</sup> En fuegos superficiales (profundidad < 5 mm) puede considerarse "bueno" (XX).

XXX: Excelente.

XX: Bueno.

X: Aceptable.

Inaceptables o peligrosos en los demás casos.

### Selección del número de extintores y su eficacia

Cuando las normas técnicas o disposiciones de la Administración no establezcan específicamente el número y la eficacia de los extintores de la instalación, se tendrán en consideración los criterios que siguen para seleccionar el número de extintores y su eficacia.

Si existe la posibilidad de fuegos de la Clase A, en el sector de incendio, se elegirán extintores adecuados para esta clase de fuego en número tal que, distribuidos en los puntos de mayor riesgo, próximos a las salidas y siempre en lugares visibles y en los recorridos de evacuación la distancia desde cualquier punto del área protegida hasta un extintor sea inferior a veinticinco metros (25m).

Una vez situados los extintores y determinado su número según el criterio expresado en el párrafo anterior, se seleccionarán las eficacias de cada uno de ellos de modo que la superficie protegida por cada extintor no supere los valores indicados en la tabla siguiente, según la peligrosidad del área protegida.

Superficie protegida por extintores en función de su eficacia

Eficacia necesaria	PELIGROSIDAD DEL ÁREA PROTEGIDA		
	Baja (m <sup>2</sup> )	Media (m <sup>2</sup> )	Alta (m <sup>2</sup> )
8A	600	--	--
13A	800	400	--
21A	1 000	600	300
34A	1 200	800	500
55A	1 200	1 000	700
89A	1 200	1 200	900 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> En áreas protegidas de peligrosidad alta no se admite que la superficie protegida supere los 900m<sup>2</sup>, por lo que debe aumentarse el número de extintores hasta alcanzar este límite.

Si existe posibilidad de fuegos de la clase B en el sector de incendio se elegirán extintores adecuados para esta clase de fuego en número tal que, distribuidos en los puntos de mayor riesgo, próximos a las salidas, siempre en lugares visibles y en los recorridos de evacuación, la distancia desde cualquier punto del área protegida hasta un extintor sea inferior a quince metros.

Una vez situados los extintores y determinado su número según el criterio expresado en el párrafo anterior se seleccionan las eficacias de cada uno de ellos, de modo que el volumen (V) de líquido inflamable o combustible protegido por cada extintor no supere los valores indicados en la siguiente tabla:

Volumen de líquido inflamable en función de la eficacia del extintor

Eficacia necesaria	Volumen de líquido inflamable o combustible protegido (V)
21B	$V \leq 20 \text{ l}$
89B	$20 \text{ l} < V \leq 50 \text{ l}$
144B	$50 \text{ l} < V \leq 100 \text{ l}$
233B	$100 \text{ l} < V \leq 200 \text{ l}$

Si se sobrepasan los volúmenes protegidos por extintor que se indican en la tabla, deben instalarse extintores móviles sobre ruedas de eficacias 377B y superiores, siendo aconsejable considerar la instalación de un sistema fijo de extinción.

Si existe la posibilidad de fuegos de las clases A y B en el sector de incendio, se determinará su número y eficacia considerando ambas posibilidades por separado, según se ha indicado en los párrafos anteriores, y dotando al sector de los extintores resultantes de considerar ambas, aceptando que los extintores de eficacias para fuegos A y B prestan su protección en los dos casos.

Si existe la posibilidad de fuego de la clase C, se instalarán extintores adecuados a esta clase de fuego, próximos a los puntos de mayor riesgo, de la eficacia y en número acordes con las recomendaciones de los suministradores de los gases.

Si existe la posibilidad de fuego de la clase D, se instalarán extintores adecuados a esta clase de fuego y específicamente el propio para el fuego del metal o metales que pueden ser afectados. Se situarán próximos al posible lugar de empleo y en número y con a eficacia recomendada por el suministrador de polvo extintor.

Cuando exista riesgo de fuego en presencia de tensión eléctrica y especialmente en equipo eléctrico (cuadros transformadores, disyuntores, etc.) se evitarán los extintores cargados con agentes extintores que sean conductores de la electricidad en las proximidades. Se instalarán como mínimo un extintor de polvo de seis kilos (6kg) o dos extintores de CO<sub>2</sub> de cinco kilos (5kg) cada uno, a más de tres metros (3m) y menos de quince metros (15m) de los transformadores, disyuntores, quemadores eléctricos de calderas, etc. que se deben proteger. Se instalará un extintor de CO<sub>2</sub> de cinco kilos (5kg) o de halón de dos kilos y medio (2,5kg), próximo a cada cuadro eléctrico que se deba proteger.

### 29.5.5 Control de calidad

#### Control de ejecución

Los extintores deben emplazarse próximos a los puntos donde se considere que existe una mayor probabilidad de originarse un incendio.

Deben situarse en todo caso, próximos a las salidas del sector de incendio que protegen y en los recorridos de evacuación.

El emplazamiento debe ser bien visible y si esto no es posible por las condiciones del local, debe señalizarse su situación de acuerdo con la Norma UNE 23033-1:1981. Seguridad contraincendios. Señalización.

Los extintores portátiles manuales se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede a 1,70m del suelo, como máximo.

Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos deberán estar protegidos en hornacinas, fanales, etc., de fácil y rápida apertura.

#### Criterios de aceptación o rechazo

##### Aceptación o rechazo del equipo y materiales

Se comprobará que el equipo y los materiales satisfacen, con carácter general las características establecidas en este PPTDEF.

Se comprobará que cada modelo de extintor de que se dote a la instalación ha sido aprobado por el Ministerio de Industria y Energía y se acompaña una fotocopia de la correspondiente aprobación de tipo y número de registro de tipo.

Se comprobará que cada modelo de extintor de que se dote a la instalación ha sido evaluado para determinar su eficacia extintora y se acompaña una fotocopia del Certificado o Protocolo de ensayos correspondiente, emitido por Laboratorio reconocido oficialmente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El equipo o materiales que no satisfagan las características establecidas o los extintores que no cumplan los requisitos citados en los anteriores párrafos de este apartado serán rechazados.

##### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general todas las condiciones establecidas en este PPTDEF y, además, las siguientes.

- a) Que los extintores estén próximos a las salidas del sector de incendio y en los recorridos de evacuación.
- b) Que son bien visibles o, en caso contrario, que están adecuadamente señalizados, según Norma UNE 23033-1:1981.
- c) Que los extintores manuales están fijados en sus soportes sobre paramentos verticales o en pilares, de forma que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m sobre el suelo.
- d) Que los extintores sujetos a posibles daños por la acción de agentes físicos, químicos o atmosféricos están protegidos en hornacinas, fanales, etc., de fácil y rápida apertura.

Si la instalación no satisface, con carácter general, las condiciones citadas en los párrafos anteriores, será motivo de rechazo de la instalación hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

#### 29.5.6 Criterio de medición y abono

##### Instalación de extintores

###### Extintor

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características (contenido, eficacia, capacidad, etc.).

Se abonarán por unidad colocada, incluido montaje sobre soporte.

###### Hornacina para alojamiento del extintor (si es necesaria)

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje, soportes, etc.

###### Señalización (si es necesaria)

La medición corresponderá al número de unidades empleadas.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### 29.5.7 Normas de referencia

##### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-5. Extintores de Incendios. Orden Ministerial del Ministerio de Industria del 31 de mayo de 1982. Modificación de Apartados 2, 9 y 10 por OM del 26 de octubre de 1983. Modificación de Apartados 1, 4, 5, 7, 9 y 10 por OM del 31 de mayo de 1985. Modificación Orden del 15 de noviembre de 1989. Modificación por Orden de 10 de marzo de 1998.

## Normas UNE

UNE-EN 3-7:2004+A1:2008	Extintores portátiles de incendios. Parte 7: Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.
UNE-EN 3-8:2007	Extintores portátiles de incendios. Parte 8: Requisitos adicionales a la Norma Europea EN 3-7 para la construcción, resistencia a la presión y los ensayos mecánicos para extintores con una presión máxima admisible igual o inferior a 30 bar.
UNE 23033-1:1981	Seguridad contra incendios: Señalización.
UNE-EN 3-10:2010	Extintores portátiles de incendios. Parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la Norma EN 3, Partes 1 a 5.
UNE 23032:1983	Seguridad contra incendios: Símbolos gráficos para su utilización en los planos de construcción y planes de emergencia.

## Otra normativa

Los aparatos y materiales a emplear cumplirán con lo especificado en 29.5.2 de Parte 3.

## 29.6 Instalación de bocas de incendio equipadas

### 29.6.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en esta Sección son aplicables a las instalaciones de bocas de incendio equipadas, de utilización en edificios, cualquiera que sea el uso de éstos.

#### Boca de incendio equipada (BIE)

Conjunto de elementos necesarios y acoplados para conducir y proyectar agua desde un punto fijo de una red de agua de incendios hasta el fuego, incluyendo los elementos de soporte, medición de precisión del agua empleada y protección del conjunto.

#### Boquilla

Elemento que en el extremo de la lanza o directamente unido a la manguera permite conformar y regular la salida del agua desde un chorro compacto a un cono de agua pulverizada.

#### Lanza

Tubo cilíndrico o tronco-cónico que conectado al extremo de la manguera permite colimar, dirigir, y regular el flujo del agua.

#### Manguera

Tubo flexible o semirrígido provisto en sus extremos de racores que permiten su conexión a la válvula, lanza, boquilla o a otra manguera.

#### Racor

Pieza metálica normalizada que posibilita el enlace y acoplamiento rápido de mangueras, lanzas, boquillas, válvulas, etc.

### Válvula

Dispositivo que permite la apertura y cierre de paso del agua desde la red de agua a la manguera.

### Manómetro

Aparato que permite medir la presión del agua en la red de agua y debe instalarse antes del asiento de la válvula.

### Soporte de manguera

Elemento de sujeción de la manguera enrollada o plegada y que permite extenderla con rapidez y seguridad.

### Armario

Elemento en forma de paralelepípedo que está destinado a contener en su interior todos los elementos, que acopiados constituyen la boca de incendio equipada.

### Red específica BIE

Red de agua formada por las conducciones destinadas a la alimentación exclusiva de las BIE de una instalación.

## 29.6.2 Materiales

Una instalación de bocas de incendio equipadas está compuesta por una o varias BIE montadas sobre una área específica de alimentación de agua.

Una BIE, con carácter general, está compuesta por:

- a) boquilla;
- b) lanza;
- c) manguera;
- d) racores;
- e) válvula;
- f) manómetro;
- g) armario.

Todos estos componentes, de alguno de los cuales puede carecer la BIE según su tipo, deben encontrarse debidamente acoplados y conectados permanentemente a una red de abastecimiento de agua siempre en carga.

## 29.6.3 Condiciones generales

### Clasificación

Las bocas de incendio equipadas pueden ser de dos tipos:

- a) Boca de incendios equipada de 45 mm. ó BIE-45.
- b) Boca de incendios equipada de 25 mm. ó BIE-25.

## Características de los equipos y materiales

### BIE 45mm

#### a-1) Boquilla

Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.

Tendrá posibilidad de accionamiento para permitir que el agua salga en forma de chorro o pulverizada y de forma optativa dispondrá de una posición para permitir la protección de la persona que la maneja.

En el caso de que la lanza sobre la que, optativamente, puede ir montada, no disponga de sistema de cierre, este sistema deberá ir incorporado a la boquilla.

El orificio de salida de la boquilla debe estar dimensionado para proporcionar un caudal, a chorro lleno, de 200 l/minuto cuando la presión en el orificio es de 3,5 bar.

#### a-2) Lanza

Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.

Llevará incorporado un sistema de apertura y cierre, si no existe en la boquilla.

No es exigible la lanza cuando la boquilla se acopla directamente a la manguera.

#### a-3) Manguera

Debe ser de tejido sintético, con revestimiento interior y estanca a una presión de prueba de 15 bar.

Su longitud será de 15m.

Estará racorada en sus extremos con racores normalizados de 45mm (UNE 23400-2:1998).

Cumplirá las especificaciones contenidas en las Normas UNE 23091, en todas sus partes, en cuanto le sea aplicable.

#### a-4) Racor

Los racores de conexión cumplirán lo dispuesto en el Real Decreto 824/1982, del 26 de marzo.

Satisfarán las especificaciones contenidas en la Norma UNE 23400-2:1998.

#### a-5) Válvula

Debe ser de un material metálico resistente a la oxidación y a la corrosión.

Se admiten válvulas de cierre rápido (1/4 de vuelta) siempre que esté previsto soportar el golpe de ariete y las válvulas de volante, con un número de vueltas para su apertura (o cierre) comprendido entre 2-1/2 y 3-1/2, en todo caso.

#### a-6) Manómetro

Debe ser capaz de medir presiones de agua entre 0 bar y la máxima presión que alcance la red.

Es deseable que la presión habitual de la red de agua quede medida en el tercio central de la escala del manómetro.

a-7) Soporte

Debe tener suficiente resistencia mecánica para soportar el peso de la manguera.

Se admiten el tipo de devanadera (carrete para conservar la manguera enrollada) y el tipo de plegadora (soporte para conservar la manguera doblada en zig-zag).

El soporte debe poder girar alrededor de un eje vertical que permita la correcta orientación de la manguera durante su uso.

a-8) Armario

Todos los elementos que componen la BIE 45mm. deben estar alojados en un armario capaz de permitir la rápida extensión de la manguera, cuyo frente tenga unas dimensiones, como mínimo, de 600 x 500 mm.

El armario puede ser empotrado o de superficie y, en ambos casos, estará provisto de una puerta o tapa con marco metálico y con vidrio plano recocido, de 3 mm de espesor, con la indicación impresa de "RÓMPASE EN CASO DE INCENDIO".

BIE 25 mm

b-1) Boquilla

Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.

Tendrá posibilidad de accionamiento para permitir la salida del agua en forma de chorro o pulverizada.

Permitirá abrir y cerrar el paso del agua, en el caso de que la válvula de paso a la manguera no se abra automáticamente cuando se gira la devanadera.

El orificio de salida de la boquilla debe estar dimensionado para proporcionar un caudal de 100 litros por minuto, cuando la presión en el orificio es de 3,5 bar.

b-2) Lanza

No es exigible en este tipo de BIE.

b-3) Manguera

Debe ser de trama semirrígida y revestimiento interior y exterior con elastómero apropiado.

Su diámetro será de 25mm. y el diámetro exterior máximo será de 33mm.

Su longitud será de 20m o 30m.

La presión de servicio para la que está fabricada será de 15 bar, con una presión de rotura de 45 bar, como mínimo.

No debe colapsar cuando está en reposo y debe recuperar la forma cilíndrica si se elimina la causa externa que causa colapsamiento.

Su peso no excederá de 7kg cada 20m de longitud de manguera.

Se garantizará un envejecimiento, conservando las características originales, de cinco años, como mínimo.

Soportará una carga mínima de rotura a tracción de 1 500kg.

b-4) Racor

Los racores de conexión cumplirán lo dispuesto en el Real Decreto 824/1982, del 26 de marzo.

Satisfarán las especificaciones contenidas en la Norma UNE 23400-1:1998.

b-5) Válvula

Preferentemente, la válvula será de apertura automática al girar la devanadera sobre cuyo eje está montada.

Si no existe válvula automática, la boquilla debe de ir provista de válvula de apertura y cierre.

b-6) Manómetro

No es necesario manómetro en cada BIE, pero es preciso que en el punto hidráulicamente más desfavorable de la red de agua de las BIE exista un control de la presión de agua en la red.

b-7) Soporte

Siempre debe ser del tipo devanadera, con alimentación axial.

b-8) Armario

No es exigible que las BIE 25mm estén contenidas en armario, que sólo en condiciones muy especiales de agresividad ambiental pueden ser necesarios.

#### 29.6.4 Condiciones de ejecución

#### 29.6.5 Control de calidad

##### Control de suministros

##### Presión y caudal

En cualquier tipo de BIE es necesario disponer de una presión mínima en el orificio de salida de la boquilla de 3,5 bar.

Se admite una pérdida de carga máxima en la manguera de 0,5 bar.

El caudal mínimo por boquilla de BIE 45 mm será de 200litros por minuto en chorro lleno, a 3,5 bar.

El caudal mínimo por boquilla de BIE 25 mm, será de 100 litros por minuto en chorro lleno a 3,5 bar.

Las condiciones de presión y caudal mínimos establecidos deben conservarse incluso con dos BIE cualesquiera en funcionamiento simultáneo.

Se admite que funcionando tres BIE simultáneamente, con la baja presión correspondiente, se reduzcan los caudales a un mínimo de 150litros por minuto en las BIE 45mm y de 75litros por minuto en las BIE 25mm.

##### Red de agua específica

Siempre que no existan impedimentos insalvables la red de agua para la alimentación de las BIE será específicamente diseñada para esta función únicamente, o como parte de la red específica general de agua para la lucha contra incendios.

En las redes de agua de alimentación de BIE no se permitirá la existencia de tomas de agua para ninguna otra utilización.

Las instalaciones de BIE en plantas industriales o almacenes estarán alimentadas por una red de agua dispuesta en anillo, siempre que sea posible, dotándose de las válvulas precisas que permitan el aislamiento de tramos del anillo por zonas.

Las tuberías de la red se protegerán contra los esfuerzos mecánicos y contra las heladas en caso de que tales riesgos puedan presentarse.

Las tuberías de la red de agua de alimentación de las BIE serán de acero, con o sin soldadura.

Las características de la red serán las mismas, en calidad y ejecución, que las de otros sistemas de abastecimiento de agua del edificio.

#### Número y distribución de BIE

La determinación del número de BIE y su distribución se hará de tal modo que la totalidad de la superficie del sector protegido lo esté, al menos, por una BIE.

Se considera zona protegida por una BIE el área cubierta por la longitud de su manguera totalmente extendida y considerar el alcance del chorro de agua que proyecta en 5m.

La distancia desde cualquier punto del sector de incendio protegido hasta la BIE más próxima no debe exceder de 25m.

Las áreas en que la carga térmica unitaria sea elevada deben quedar cubiertas por dos BIE.

#### Control de ejecución

Las BIE se instalarán siempre en el interior de los edificios, excepto en establecimientos industriales o almacenamientos, en los que pueden instalarse a la intemperie, pero con la protección complementaria adecuada.

Las BIE deben instalarse sólidamente fijadas en paramentos o pilares preferentemente cerca de las puertas de salida y en los recorridos de evacuación, pero nunca deber constituir un obstáculo para la utilización de las vías de evacuación.

El centro geométrico de las BIE 45mm debe estar a una altura inferior a 1,50m con relación al suelo.

Las BIE 25mm pueden instalarse a cualquier altura sobre el suelo, siempre que la boquilla y la válvula manual de apertura (si existe) se encuentren a una altura máxima de 1,50m con relación al suelo.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50m.

Las BIE se señalarán, cuando sea difícil su localización, utilizando la señal establecida en UNE 23033-1:1981.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos lo suficientemente amplia como para permitir el acceso a la misma y la maniobra, extensión y actuación con la manguera.

#### Criterios de aceptación y rechazo

##### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en este PPTDEF y en particular las siguientes de este apartado.

Que los racores de conexión cumplen con la Norma UNE 23400, según acreditación por Certificado o Protocolo de Ensayos de Laboratorio oficialmente.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas o los racores no conformes a norma, serán rechazados.

##### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en este PPTDEF y, además, las siguientes:

- a) Que las BIE de los edificios están instaladas en su interior, excepto cuando se trate de establecimientos industriales o almacenes en los que pueden estar a la intemperie, pero debidamente protegidas.
- b) Que están fijadas sobre paramentos, preferentemente cerca de las puertas de salida de los sectores de incendio y en los recorridos de evacuación, pero sin constituir un obstáculo para la circulación.
- c) Que las BIE 45mm tienen su centro geométrico a una altura sobre el suelo inferior a 1,50m.
- d) Que las BIE 25mm tienen su boquilla y la válvula manual de apertura (si es necesaria) a una altura sobre el suelo inferior a 1,50m.
- e) Que la separación máxima entre cada BIE y la más próxima es de cincuenta metros (50m).
- f) Que cuando alguna BIE no es fácilmente visible, ha sido señalizada su situación utilizando la señal establecida en la Norma UNE 23033-1:1981.
- g) Que alrededor de cada BIE se ha establecido una zona libre de obstáculos que permite el acceso al equipo y su maniobra.

Se comprobará:

- a) que la red de agua específica, sometida a una presión de 15 bar, se mantiene estanca durante un periodo de tiempo que depende de la capacidad total de dicha red, pero que, en ningún caso, será inferior a seis horas;
- b) que los manómetros de las BIE 45mm, o de la red, en las BIE 25mm, indican correctamente la presión, comparados con otro de referencia, acoplado al racor de la manguera.

Si la instalación no satisface, con carácter general, las condiciones establecidas será motivo de rechazo de la instalación, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

#### 29.6.6 Criterio de medición y abono

##### Instalación de red interior de tuberías y puestos de manguera (BIE)

###### Tubería

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería, completamente instalada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, fijaciones. etc.

###### Valvulería

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual diámetro y características. Si las válvulas son embridadas se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

###### Puesto de manguera (BIE)

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluido montaje.

## 29.6.7 Normas de referencia

### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 824/1982, del 26 de marzo de 1982. Diámetros de las mangueras contra incendios y sus racores de conexión. Acreditación de laboratorios para ensayos de mangueras y racores.

### Normas UNE

UNE 23091-1:1989	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
UNE 23091-2A:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2A: Manguera flexible plana para servicio ligero de diámetros 45 y 70mm.
UNE 23091-2B:1981	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios Parte 2B: Manguera flexible plana para servicio duro de diámetros 25, 45, 70 y 100mm.
UNE 23091-4:1990	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23400-1:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 25mm.
UNE 23400-2:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45mm.
UNE 23500:2012	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
UNE 23033-1:1981	Seguridad contra incendios: Señalización.

## 29.7 Instalación de sistemas de rociadores automáticos

### 29.7.1 Definición

Las condiciones y especificaciones contenidas en esta Sección son aplicables a las instalaciones de sistemas de rociadores automáticos para la lucha contra incendios (sprinklers).

#### Sistema de rociadores

Es el conjunto compuesto por cabezas rociadoras, líneas de tuberías de alimentación y válvula de control y alarma.

#### Cabeza rociadora

Elemento que conectado a una línea de tubería descarga el agua en unas condiciones previamente calculadas.

#### Válvula de control y alarma

Conjunto que, conectado siempre a la tubería que alimenta al sistema, controla la descarga de agua y su presión transmite la alarma y dispone de medios para realizar las pruebas y el vaciado del sistema.

#### Densidad de diseño

Es el volumen de agua a proyectar por unidad de superficie y de tiempo. (Se expresa en mm/min., l/min.m<sup>2</sup> o m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. seg.).

#### Área supuesta de funcionamiento

Área máxima, expresada en m<sup>2</sup>, que se espera puede incendiarse simultáneamente y debe ser rociada con agua a la densidad de diseño adecuada.

#### Tiempo de funcionamiento

Tiempo previsto, expresado en minutos, durante el cual debe proyectarse agua sobre el área supuesta de funcionamiento con la densidad de diseño adecuada.

#### Reserva de agua

Cantidad de agua mínima disponible, expresada en m<sup>3</sup>, necesaria para aportar el caudal calculado, considerando el área impuesta de funcionamiento, la densidad de diseño y el tiempo de funcionamiento.

### 29.7.2 Materiales

Un sistema de rociadores automáticos para la extinción de incendios está compuesto por:

- a) cabezas rociadoras;
- b) válvula de control y alarma;
- c) circuito hidráulico de alarma;
- d) dispositivo hidromecánico de alarma;
- e) dispositivo eléctrico de alarma;
- f) válvula de paso manual;
- g) líneas de tuberías;
- h) soportes de tuberías;
- i) detectores de incendio/alimentación eléctrica/Panel de control, en el caso de sistemas de acción previa y de inundación.

#### Clasificación

Los sistemas de rociadores automáticos (de cabeza cerrada) se clasifican en:

- a) sistemas de tubería mojada;
- b) sistemas de tubería seca;
- c) sistemas de uso alterno (mojada y seca);
- d) sistemas de acción previa.

Los sistemas de rociadores de inundación emplean rociadores de cabeza abierta o pulverizadores de media o alta velocidad, cuya apertura no es automática, por lo que no se incluyen como rociadores automáticos.

### 29.7.3 Condiciones generales

#### Cabezas rociadoras

Podrán ser de tipo cerrado, exclusivamente, para los sistemas de rociadores automáticos, y de tipo abierto para los sistemas de inundación.

El cuerpo del rociador será de latón o bronce; con rosca u otro medio de enlace con la tubería, con orificio de descarga y brazos de sujeción del dispositivo de disparo y del deflector.

El deflector será de latón fijado en el extremo de los brazos, en el lado opuesto que el orificio de descarga, pero en su mismo eje.

El dispositivo de disparo puede ser de fusible o de ampolla.

Según la forma en que produzcan la descarga de agua, las cabezas rociadoras o rociadores pueden ser de tipo:

- a) montante;
- b) colgante;
- c) convencional;
- d) normal;
- e) de pared.

#### Válvula de control y alarma

La válvula será del tipo normalmente cerrada por la propia presión del agua o aire del sistema, abriéndose automáticamente para dar la alarma, al bajar la presión por la apertura de una o varias cabezas rociadoras.

En los sistemas de rociadores de acción previa e inundación, se utilizarán válvulas del tipo normalmente cerrada, pero de apertura por orden hidráulica, eléctrica o neumática procedente de un sistema de detección.

#### Circuito hidráulico de alarma

En los sistemas de tubería mojada y seca las válvulas de control y alarma dispondrán de una salida que comunique el cuerpo de la válvula con el exterior, cuando se levante la clapeta de cierre; esta salida se conectará al circuito hidráulico de alarma, creando así el medio que genera la señal.

En los sistemas en que no hay agua ni aire a presión, entre la válvula automática y los rociadores, la alarma se conseguirá conectando el circuito hidráulico en algún punto de las tuberías (preferiblemente próximo a la válvula), por las que fluya agua al producirse la descarga.

Una vez activado el circuito de alarma, se materializará la señal de alarma por medio de algún dispositivo hidromecánico o eléctrico.

El desagüe del circuito de alarma será automático.

#### Dispositivo hidromecánico de alarma

Se activará por una turbina, conectada al circuito hidráulico de alarma y cuyo eje se prolonga para transmitir el movimiento a un martillo excéntrico que golpee un gong.

Esta alarma local no puede estar alejada más de veinte metros (20m) de la válvula de control (recorrido de tubería del circuito hidráulico).

No podrá situarse a más de seis metros (6m) por encima de la válvula de control.

La turbina dispondrá de una tubería de desagüe.

Siempre debe instalarse un dispositivo hidromecánico de alarma.

### Dispositivo eléctrico de alarma

Este dispositivo es necesario cuando se quiere transmitir la señal de alarma a distancia superior a la que permiten los dispositivos hidromecánicos.

El dispositivo eléctrico de alarma, al activarse, puede actuar sobre señales (ópticas o acústicas) o transmitir órdenes de apertura o cierre de circuitos con otros fines.

La activación del dispositivo eléctrico de alarma puede hacerse por:

- a) interruptores de presión (presostatos) que se conectan directamente al circuito hidráulico de alarma.
- b) interruptores de flujo, que se activan por el movimiento de la vena líquida en la tubería en que están conectados.

Nunca un dispositivo eléctrico de alarma puede sustituir al dispositivo hidromecánico de alarma.

### Válvula de paso manual

Debe disponer de un elemento indicador de las posiciones de "abierta" y "cerrada".

La operación de cierre de la válvula no debe hacerse por un sistema de accionamiento rápido, por lo que no se permite válvula con mando por palanca de 1/4 de vuelta.

### Líneas de tubería

Las tuberías del sistema serán de acero, admitiéndose, al ser sistemas cerrados, la calidad "negra", con protección exterior contra la corrosión, excepto en el circuito hidráulico de alarma, en el que la tubería será de acero galvanizado.

Los accesorios de unión de las tuberías serán de un tipo que permita realizar modificaciones en la disposición del sistema sin necesidad de realizar cortes ni soldaduras.

## 29.7.4 Condiciones de ejecución

### Parámetros de diseño

La eficacia de un sistema de rociadores automáticos depende, fundamentalmente, de que:

- a) se produzca una descarga de agua con una determinada "densidad";
- b) sobre un "área supuesta de funcionamiento";
- c) durante un "tiempo", previamente establecido;
- d) lo que le obliga a disponer de una "reserva de agua" suficiente.

Los parámetros (densidad, área supuesta de funcionamiento, tipo de autonomía y reserva de agua) deben adoptar los valores adecuados según sea la peligrosidad o riesgo de incendio en el espacio que se quiere proteger.

Se consideran las siguientes clases de riesgo, a los efectos de evaluación de los parámetros de diseño:

a) riesgo Ligero (RL);

b) riesgo Ordinario (RO), en el que se consideran:

1. ordinario Grupo I (RO I);
2. ordinario Grupo II (RO II);
3. ordinario Grupo III (RO III);
4. ordinario Grupo IV (RO IV);

c) riesgo Extraordinario (RE), en el que se consideran:

1. extra-Proceso (REP);
2. extra-Almacenamiento (REA);
3. especiales (REE).

## Guía de diseño

Definidos los parámetros de diseño y la clasificación de los riesgos en este apartado, el procedimiento de diseño del sistema se desarrollará según la guía que se indica a continuación:

Determinar, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010, la clase de riesgo presente en el espacio que se desea proteger.

Determinar la densidad de descarga y el área supuesta de funcionamiento, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Seleccionar el tipo de sistema más conveniente, de acuerdo con las características del local u objeto a proteger, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Situar geoméricamente las cabezas rociadoras, considerando las distancias máxima y mínima de las áreas máximas de cobertura de cada una, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Trazar y dimensionar las tuberías, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Calcular el caudal y la presión necesarios en la válvula de control y alarma, mediante evaluación hidráulica, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Evaluar la capacidad de reserva de agua y la necesaria fuente de abastecimiento, según UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Comprobar que el sistema corresponde a un sector de incendio concreto.

## 29.7.5 Control de calidad

### Control de ejecución

La implantación e instalación de los elementos que constituyen el sistema de rociadores automáticos están condicionadas por el conjunto de los parámetros de diseño, y especialmente por la clase de riesgo presente en el espacio que se protege con el sistema.

## Cabezas rociadoras

La situación de los rociadores será tal que los elementos constructivos del local o volumen protegido, no interfieran la descarga de agua.

Los rociadores deben situarse a distancias apropiadas bajo techos y vigas, según que constituyan alineaciones o estén al tresbolillo.

Cuando formen alineaciones la separación (L) entre rociadores de un mismo ramal o la separación (D) entre ramales adyacentes, será de:

- a) 4,6m como máximo para RL;
- b) 4,0m como máximo para RO;
- c) 3,7m como máximo para RE.

El área de cobertura máxima por cabeza rociadora (L x D) debe ser, en este caso, igual o inferior a los siguientes valores:

- a) 20m<sup>2</sup> para RL.;
- b) 12m<sup>2</sup> para RO;
- c) 9m<sup>2</sup> para RE.

La distancia a tabiques o muros desde cualquier rociador, será, en este caso, como máximo L/2 o D/2.

Los rociadores situados al tresbolillo sólo se permiten para riesgo ordinario, siempre que convenga establecer una separación entre cabezas rociadoras superior a cuatro metros (4m).

Cuando la distribución se haga al tresbolillo, la distancia desde el rociador del extremo de un ramal a la pared más próxima será de L/4, y la distancia al rociador más próximo del mismo ramal será de 3L/4.

La distancia que separa los rociadores de los muros exteriores que estén construidos con material combustible no podrá exceder de un metro y medio (1,5m).

La distancia que separa los rociadores de las fachadas abiertas de los edificios no debe ser inferior a un metro y medio (1,5m).

Los deflectores de los rociadores deben situarse paralelos al plano del techo, cubierta o escaleras.

Los rociadores deben situarse a una distancia comprendida entre setenta y cinco milímetros (75 mm) y ciento cincuenta milímetros (150mm) desde el deflector al techo o cubierta.

Cuando existan vigas o viguetas en los techos o cubiertas, se tomarán medidas especiales para situar los rociadores de acuerdo con la Norma UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Las tuberías del sistema no pueden empotrarse en fábrica de hormigón o cerámica.

Las tuberías del sistema no deben atravesar áreas no protegidas por sistemas fijos automáticos de extinción de incendios.

Toda la red de tuberías del sistema tendrá una pendiente suficiente para el total vaciado del sistema con los valores siguientes:

- a) 2mm por metro (0,2%) para sistemas de tubería mojada.
- b) 4mm por metro (0,4%) para sistemas de uso alterno y tubería de DN <sup>3</sup> 50mm.
- c) 12mm por metro (1,2%) para sistemas de uso alterno y tubería de DN < 50mm.

La red de tuberías dispondrá de válvulas de vaciado en los puntos más bajos que lo requieran y, siempre, en la válvula de control y alarma.

## Criterios de aceptación y rechazo

### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en este PPTDEF, en particular, las siguientes:

- a) Las cabezas rociadoras, de cualquier tipo que sean, estarán aprobadas o, alternativamente, homologadas por una entidad o laboratorio de reconocido prestigio (UL, FM, FOC, etc.).
- b) Los materiales que no satisfagan las características establecidas y las especificaciones contenidas en la Normativa aplicable, serán rechazados.

### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas en este PPTDEF y las especificaciones correspondientes las Normas UNE allí citadas.

Se comprobará que la implantación y ejecución de la instalación se han realizado cumpliendo todos los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 12845:2005+A2:2010.

Si la instalación no satisface las condiciones citadas en los párrafos anteriores de este, ello constituirá motivo de rechazo de la instalación, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

## 29.7.6 Criterio de medición y abono

### Instalación de "sistema de rociadores automáticos"

#### Tubería

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

#### Valvulería

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual diámetro y características. Si las válvulas son embridadas se incluirán en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

#### Cabezas rociadoras (sprinklers)

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

#### Válvula de control y alarma

La medición corresponderá al número de unidades de igual diámetro y características. Se incluirá en la unidad de contrabridas, juntas y tornillos, así como todos los accesorios auxiliares, tales como cámara de retardo, motor hidráulico-gong, manómetros, desagüe, valvulería accesoría, etc.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

### 29.7.7 Normas de referencia

#### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

#### Normas UNE

UNE-EN 12845:2005+A2:2010	Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento
UNE-EN 12259-1:2002	Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos.
UNE-EN 12259-2:2000	Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo.
UNE-EN 12259-3:2001	Protección contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca y dispositivos de apertura rápida

#### Otra normativa

Regla Técnica RTI-ROC, "Regla Técnica para las instalaciones automáticas de agua", de Cepreven, de utilidad complementaria.

## 29.8 Instalación de sistemas fijos de agua pulverizada, espuma y polvo

### 29.8.1 Definición

Las condiciones y especificaciones, contenidas en esta Sección son aplicables a las instalaciones de sistemas de agua pulverizada para el control o extinción de incendios y a las instalaciones de sistemas de espuma física de baja expansión y de polvo químico seco para la extinción de incendios.

Sistema de agua pulverizada es aquel que está compuesto por un conjunto de boquillas abiertas capaces de descargar agua en condiciones determinadas de caudal, velocidad, tamaño de gota y densidad de descarga, alimentándose por unas líneas de tuberías y accionado por una válvula de control.

Sistema de espuma física es aquel constituido por un dispositivo de dosificación, mezcla de espumógeno y agua, unas líneas de tuberías para espumante, un dispositivo degenerador de espuma y boquillas o vertederos de descarga de espuma.

Sistema de polvo químico seco es el constituido por uno o varios recipientes conteniendo polvo químico extintor, cuyo interior se presuriza con nitrógeno seco, procedente de una o varias botellas que lo contienen a presión, un conjunto de tuberías de distribución de polvo con sus correspondientes válvulas direccionales y un conjunto de boquillas de descarga para polvo.

### 29.8.2 Materiales

Un sistema de agua pulverizada para el control o extinción de incendios está constituido por:

- a) boquillas pulverizadoras;
- b) tuberías de alimentación y distribución de agua;
- c) válvulas de control o de corte;
- d) accesorios: Filtros, manómetros, conexión de bomberos, de limpieza, etc.

Un sistema de espuma física para la extinción de incendios está constituido por

- a) suministro de agua y suministro de espumógeno;
- b) mezclador-dosificador de agua y espumógeno;
- c) tuberías de distribución de espumante;
- d) generador de espuma;
- e) dispositivos de descarga de espuma (vertederos, boquillas pulverizadoras, cañones, etc.).

Un sistema de polvo químico seco para la extinción de incendios está constituido por:

- a) recipientes de almacenamiento del polvo;
- b) botellas de gas impulsor;
- c) tuberías de distribución del polvo;
- d) boquillas de salida de polvo;
- e) accesorios: Reductores de presión, dispositivo de disparo y control, válvulas direccionales, etc.

### Clasificación

Los sistemas de agua pulverizada se clasifican en:

- a) sistemas de inundación total o de diluvio (deluge);
- b) sistemas de refrigeración;
- c) sistemas de cortinas de agua.

Los sistemas de espuma física se clasifican, atendiendo al coeficiente de espumación de la espuma empleada, en:

- a) sistemas de baja expansión;
- b) sistemas de media expansión;
- c) sistemas de alta expansión.

Los sistemas de espuma física de baja expansión se clasifican, atendiendo al espacio de aplicación, en:

- a) sistemas de intemperie;

b) sistemas de interior.

En ambos casos, la espuma se puede verter: a chorro o pulverizada.

Los sistemas de polvo químico seco se clasifican, según el espacio cubierto por su aplicación, en:

a) sistemas de inundación total;

b) sistemas de aplicación local.

## Características de los equipos y materiales

### Materiales empleados en los sistemas de agua pulverizada

El diseño de las boquillas debe evitar que las salidas de agua se obstruyan fácilmente con sedimentos, arena o cualquier otro material que pueda ser arrastrado por el agua de alimentación.

Las boquillas estarán fabricadas con materiales resistentes a las condiciones ambientales del medio en que han de ser instaladas y a la posible agresión del agua con que han de ser alimentadas.

#### a-1) Tuberías de distribución

Los tubos utilizados para la alimentación y distribución de agua en el sistema pueden ser de acero estirado sin soldadura, preferentemente galvanizado o, en otro caso, protegido por un recubrimiento apropiado a las condiciones ambientales y características del agua de alimentación.

Como mínimo, la red de tuberías deberá soportar una presión de trabajo de 12 bar.

#### a-2) Válvulas y accesorios

Las válvulas de corte o control serán de construcción tal que pueda distinguirse fácilmente y a prudencial distancia, si se encuentra abierta o cerrada.

Los accesorios de las tuberías pueden ser de acero o fundición maleable y no se admiten los accesorios con junta elástica, si pueden estar sujetos a una exposición al fuego.

Los manómetros deben poder indicar una presión hasta dos veces superior a la presión de trabajo del sistema.

Los filtros de las tuberías de distribución deben ser capaces de eliminar los sólidos de un tamaño capaz de obstruir el orificio de salida de las boquillas, produciendo la mínima caída de presión en la vena líquida.

Los filtros dispondrán de una conexión para limpieza.

### Materiales utilizados en los sistemas de espuma física

#### b-1) Mezclador-dosificador de espumógeno

El mezclador-dosificador de espumógeno se ajustará a los caudales necesarios del sistema, para reducir en lo posible las pérdidas de carga.

El mezclador-dosificador de espumógeno será resistente a la corrosión, adecuado para utilizar agua salada cuando esta posibilidad exista y resistente a la posible acción agresiva de espumógeno (pH).

#### b-2) Tuberías de distribución

Los tubos utilizados para la alimentación y distribución de agua y espumante en el sistema serán de acero estirado, sin soldadura.

#### b-3) Generador de espuma

Dispondrá de un componente incorporado a él o situado en un punto aguas abajo del sistema, que permita comprobar el funcionamiento del generador lanzando espuma, sin necesidad de descargar ésta sobre el objeto protegido.

#### b-4) Vertedero de espuma

Dispondrán de una cámara de expansión de espuma, previa al vertedero, fácil de desmontar, con protección de salida de gases por placa de vidrio o plástico que permita el lanzamiento de espuma para comprobar su funcionamiento, sin riesgo de contaminar producto.

Materiales empleados en los sistemas de polvo químico

#### c-1) Recipientes de almacenamiento de polvo

Se construirán en chapa de acero, de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión.

#### c-2) Botellas de gas impulsor

Dispondrán de un dispositivo de apertura rápida y, cuando formen batería, deben ponerse en funcionamiento simultáneamente, conectados a un colector común.

Dispondrán de un dispositivo que permita comprobar, sin desmontarlas de su soporte, la presión de cada botella.

Se construirán de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión.

#### c-3) Tuberías de distribución de polvo

Los tubos utilizados para la distribución de polvo-gas serán de acero estirado, sin soldadura, pudiendo ser galvanizado o protegido por otro medio contra la corrosión o posible acción agresiva ambiental. También pueden utilizarse tubos de cobre o latón.

#### c-4) Boquillas de salida de polvo

Las boquillas deben construirse de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la posible acción agresiva ambiental.

Deben estar cerradas por una caperuza apropiada, de un material flexible (elastómero) que impida la entrada por ella al vapor de agua ambiental, gases, etcétera y que desprenda por sí misma al disparar la instalación.

#### c-5) Accesorios

Los accesorios de las tuberías de distribución de polvo-gas pueden ser de acero maleable, latón o cobre.

Las válvulas serán de apertura rápida.

### 29.8.3 Condiciones generales

### 29.8.4 Condiciones de ejecución

### Sistemas fijos de agua pulverizada

La determinación de los valores que deben adoptar los parámetros de diseño, resulta de la aplicación específica del sistema, que puede ser:

a) extinción por:

1. enfriamiento superficial;
2. sofocación por vapor;
3. emulsificación;
4. dilución;

b) control por:

1. compartimentación.
2. aislamiento.
3. refrigeración.

Según la aplicación del sistema deberán determinarse los siguientes parámetros:

- a) densidad de agua, expresada en l/m<sup>2</sup> minuto o l/metro minuto;
- b) tiempo de aplicación o funcionamiento del sistema;
- c) reservas de agua y características hidráulicas (presión y caudal) del sistema.

#### Sistemas fijos de espuma física

La determinación de los valores que deben adoptar los parámetros de diseño resulta de la aplicación específica del sistema, que puede ser:

a) aplicación sobre riesgos interiores:

1. inundación total (espumas de alta o media expansión);
2. aplicación local (espuma de baja expansión) a chorro o pulverizada;

b) aplicación sobre riesgos exteriores:

1. protección de tanques de combustibles líquidos.
2. protección de áreas, estructuras o pequeños volúmenes (espuma pulverizada).
3. protección de espacios con monitores, lanzas o torres (espuma a chorro).

Según la aplicación específica de sistema, deben determinarse los siguientes parámetros:

- a) tipo de espumógeno adecuado;
- b) caudal de aplicación de espumante (en l/m<sup>2</sup> minuto, o l/m. minuto);
- c) coeficiente de espumación adecuado;
- d) número de bocas/vertederos/boquillas o lanzas (según la aplicación) del sistema;
- e) posición de las bocas/vertederos/boquillas o lanzas y caudales unitarios;
- f) tiempo de aplicación;
- g) cantidad de espumógeno necesaria y reserva de espumógeno;
- h) red de agua y reserva de agua (características hidráulicas).

## Sistemas fijos de polvo químico seco

La determinación de los valores que deben adoptar los parámetros de diseño resulta de la aplicación específica del sistema, que puede ser:

- a) aplicación total o inundación, en espacios cerrados limitados;
- b) aplicación local sobre objetos o espacios reducidos abiertos.

Según la aplicación específica del sistema se determinarán los siguientes parámetros:

- a) tipo de polvo adecuado;
- b) densidad de aplicación ( $\text{kg/m}^3$  o  $\text{kg/m}^2$ );
- c) cantidad de polvo necesaria;
- d) recipientes de polvo (volumen, características de los materiales, presión interior, cámara de compresión, diseño como recipiente a presión);
- e) botella/s de  $\text{N}_2$  de impulsión (capacidad y número);
- f) dispositivos de accionamiento y control;
- g) red de distribución (características neumáticas);
- h) número de boquillas/lanzas;
- i) reservas de polvo y nitrógeno de impulsión

### 29.8.5 Control de calidad

#### Control de ejecución

La implantación e instalación de los distintos componentes de los sistemas de agua pulverizada, de espuma física y de polvo químico, están condicionadas por las muy diversas aplicaciones y los correspondientes parámetros de diseño, por lo que, para cada caso, deben tenerse presentes las Normas UNE correspondientes al sistema y a la aplicación del mismo de que se trate.

Cuando se trate de sistemas de agua pulverizada, se tendrán en cuenta, con carácter general y además de lo establecido en la normativa aplicable, los siguientes requisitos:

- a) las distancias mínimas admisibles, entre las boquillas de descarga y elementos bajo tensión eléctrica, estarán de acuerdo con las tensiones de servicio y la altitud del lugar de la instalación;
- b) los manómetros se instalarán en puntos de fácil visibilidad donde, además, sean fácilmente reemplazables y estarán protegidos contra las heladas (si este riesgo es posible);
- c) las válvulas de maniobra del sistema se situarán en lugares fácilmente accesibles, incluso en caso de incendio;
- d) el agua procedente de sistema (flujo máximo) deberá poder evacuarse rápidamente del área del incendio;
- e) la red de distribución de agua dispondrá de válvulas de drenaje, fácilmente accesibles, en los puntos más bajos de su instalación;
- f) la posición de las boquillas pulverizadoras, se determinará de forma que se alcance la superficie a proteger, teniendo en cuenta el efecto del viento y del tiro del fuego (corrientes de convección) sobre las gotas.

Cuando se trate de sistemas de espuma física de baja expansión, se tendrán en cuenta, con carácter general y además de lo establecido por la normativa aplicable, los siguientes requisitos:

- a) las tuberías de distribución de espumante interiores tendrán una pendiente suficiente para que drene (del orden del 0,4 %);
- b) las tuberías de distribución de espumante exteriores que estén situadas en cubetos, o a menos de quince metros (15m) de tanques sin cubeto, deben enterrarse a una profundidad mínima de cero coma treinta metros (0,30m), y estar protegidas contra la corrosión;
- c) las válvulas estarán situadas en lugares fácilmente accesibles, incluso en caso de incendio.

Cuando se trate de sistemas de polvo químico se tendrán en cuenta, con carácter general y además de lo establecido por la normativa aplicable, los siguientes requisitos:

- a) los recipientes de polvo y las botellas del nitrógeno impulsor deben instalarse en un local bien ventilado y no expuesto al riesgo, cuya temperatura nunca debe exceder de 45°C;
- b) la instalación de las tuberías de distribución de polvogas se hará de forma que se evite la segregación del polvo, evitando recorridos de baja velocidad;
- c) la instalación de las tuberías debe ser muy cuidadosa, evitando que los tubos tengan rebabas u otros defectos, debiendo limpiarse muy bien antes de su montaje, para asegurarse de que no existen elementos extraños en su interior que interfieran el movimiento del polvo;
- d) todos los componentes del sistema deben estar puestos a tierra, a través de una resistencia no mayor de 1 MΩ y suficientemente alejados de elementos eléctricos bajo tensión.

## Criterios de aceptación y rechazo

### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, todas las características establecidas en 29.8.6, según se trate de sistemas fijos de extinción por agua pulverizada, espuma física de baja expansión o polvo químico seco respectivamente.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas y las especificaciones contenidas en la Normativa aplicable, serán rechazados.

### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas y las especificaciones correspondientes a las Normas UNE de aplicación para cada tipo de sistema de que se trate.

Se comprobará que la implantación y ejecución de la instalación se han realizado cumpliendo todos los requisitos establecidos en las Normas UNE de aplicación para cada tipo de sistema de que se trate.

Si la instalación no satisface las condiciones citadas en los párrafos anteriores, ello constituirá motivo de rechazo de la instalación, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

## 29.8.6 Criterio de medición y abono

### Instalación de agua pulverizada

#### Tubería

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo la parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

Valvulería de control y corte

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual diámetro y características. Si las válvulas son embridadas se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

Boquillas pulverizadoras

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

### Instalación de espuma física de baja expansión

Tubería

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios, tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

Mezclador-dosificador de espumógeno

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

Generadores de espuma y dispositivos de descarga

La medición corresponderá a número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

Accesorios: válvulas, cámaras, conexiones, etc.

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual diámetro y características. Si los accesorios son embridados se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

### Instalación de polvo químico seco

Tubería

La medición corresponde a la longitud de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

Recipientes de almacenamiento de polvo

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada incluyendo montaje.

Botellas de gas impulsor

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual tamaño, contenido y características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje, soportes, etc.

Boquillas de salida de polvo

La medición corresponderá al número de unidades de igual calibre y características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

Accesorios: reductores de presión, filtros, válvulas direccionales y de corte, dispositivos de disparo, etc.

La medición corresponderá al número de unidades de igual diámetro y características. Si los accesorios son embridados se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

#### 29.8.7 Normas de referencia

##### Normas de obligado cumplimiento

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

ITC-MIE-AP-6: Refinerías y Plantas Petroquímicas (OM del 30 de agosto de 1982). Modificación según Orden de 11 de julio de 1983.

ITC-MIE-AP-7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (OM del 1 de septiembre de 1982. Modificaciones según Orden de 11 de julio de 1983, Orden de 28 de marzo de 1985, Orden de 28 de marzo de 1985, Orden de 13 de junio de 1985, Orden de 3 de junio de 1987, Resolución de 29 de junio de 1997, Resolución de 16 de junio de 1998, Orden de 5 de junio de 2000 y Orden de 31 de octubre de 2000.

Las disposiciones de la Administración relativas al suministro, instalaciones y aparatos que utilizan gases combustibles, muy numerosas, contienen condicionamiento de obligado cumplimiento, de aplicación en casos específicos, por lo que cuando se proyecten, diseñen, monten, modifiquen o reparen instalaciones de gases combustibles, deberán considerarse los requisitos que, en cuanto a seguridad contra incendio, contiene la normativa específica.

##### Normas UNE

UNE 23501:1988	Sistemas fijos de agua pulverizada. Generalidades.
UNE 23502:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Componentes del sistema.
UNE 23503:1989	Sistemas fijos de agua pulverizada. Diseño e instalaciones.
UNE 23504:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos de recepción.
UNE 23505:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos periódicos y mantenimiento.
UNE-EN 13565-1:2005+A1:2008	Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas espumantes. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo de los componentes.
UNE 23522:1983	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Protección de riesgos interiores.
UNE 23523:1984	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos de protección de riesgos exteriores. Tanques de almacenamiento.
UNE 23526:1984	Sistema de extinción por espuma física de baja expansión. Ensayos de recepción y mantenimiento.
UNE-EN 12416-1:2001+A2:2008	Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes

## 29.9 Instalación de sistemas fijos de anhídrido carbónico.

### 29.9.1 Definiciones

Las condiciones y especificaciones contenidas en este capítulo son aplicables a las instalaciones de sistemas de extinción de incendio por anhídrido carbónico.

Sistema de anhídrido carbónico (de CO<sub>2</sub>) es aquel que está compuesto por un conjunto de: una o varias botellas, conteniendo anhídrido carbónico, que pueden descargar, a través de unas tuberías de distribución, por varias boquillas abiertas y dispone de elementos de disparo y control de la descarga con el fin de extinguir un incendio.

### 29.9.2 Materiales

Un sistema de anhídrido carbónico para la extinción de incendios está constituido por:

- a) botella o batería de botellas (sistemas de alta presión) o tanque (sistemas de baja presión) para el anhídrido carbónico.
- b) tuberías de distribución del anhídrido carbónico;
- c) boquillas de salida del gas carbónico;
- d) accesorios: Soporte de la botella o batería de botellas, dispositivo de disparo, dispositivo de retardo y señalización, válvulas, etc.

### Clasificación

Los sistemas fijos de extinción por anhídrido carbónico se clasifican en:

- a) sistemas de inundación total;

b) sistemas de aplicación local.

Los sistemas de inundación total pueden ser de alta o baja presión.

Los sistemas llamados autónomos no se consideran en esta Sección por constituir, realmente, aparatos extintores situados en una posición que coincide con la de su funcionamiento.

## Características de los equipos y materiales

Materiales empleados en los sistemas de anhídrido carbónico

### a-1) Botellas o tanques de CO<sub>2</sub>

Su diseño, aprobación, fabricación, pruebas y timbrado se realizarán de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión, de cuyo cumplimiento se podrán exigir pruebas documentales y, en todo caso, el marcado reglamentario de timbrado.

### a-2) Tuberías de distribución del anhídrido carbónico

La distribución del gas carbónico desde la batería de botellas, o desde el tanque, que lo contienen hasta las boquillas difusoras, se hará por tubería, que no podrá ser de fundición ni de material combustible, empleándose, según la naturaleza de la atmósfera local, acero, cobre o latón, de modo que esté garantizada la protección contra la corrosión de todas las líneas de tubería.

Las tuberías deberán poder soportar presiones de 190 bar, en sistemas de alta presión y 60 bar, en sistemas de baja presión, en los tramos de tubería cerrada (hasta las válvulas direccionales).

### a-3) Boquillas de salida del gas carbónico

Las boquillas de salida del gas carbónico deben disponer de un orificio de salida calibrado y su fabricante debe garantizar el caudal de emisión (para distintas presiones y el volumen o superficie de cobertura).

Serán de un material inatacable por la atmósfera del espacio en que han de ser instaladas, preferiblemente de latón o de cobre; en caso de no ser así, deben protegerse contra cualquier ataque o acción corrosiva por recubrimiento galvánico en caliente o acabado especialmente adecuado.

El orificio de las boquillas difusoras tendrá una sección neta superior a los siete milímetros cuadrados (7 mm<sup>2</sup>).

### a-4) Accesorios

Las válvulas de apertura de las botellas, en los sistemas de alta presión, o del tanque, en los sistemas de baja presión, deben ser de un tipo que asegure la estanquidad; deben tener una sección neta mínima de ciento trece milímetros cuadrados (113 mm<sup>2</sup> y su rosca ha de ser a específica para anhídrido carbónico.

Las válvulas direccionales, en los sistemas de botellas, deben abrirse antes o al mismo tiempo que se abren las válvulas de salida de las botellas.

Las válvulas direccionales, en los sistemas de tanque a baja presión, deben abrirse, simultáneamente y cerrarse después de la emisión de la cantidad requerida de anhídrido carbónico.

Los accesorios de la red de tuberías deben ser de acero maleable, latón o cobre, debiendo soportar presiones de 190 bar o 60 bar, según que el sistema sea de alta o baja presión, hasta las válvulas direccionales y, a partir de éstas, presiones de 80 bar y 20 bar, respectivamente.

El dispositivo temporizador de retardo de disparo del sistema será de una fiabilidad contrastada y la alarma acústica/óptica de disparo se garantizará por dos fuentes de alimentación. El tiempo de aviso preliminar del disparo no debe exceder, salvo justificación específica, de treinta segundos.

### 29.9.3 Condiciones generales

### 29.9.4 Condiciones de ejecución

#### Sistemas de anhídrido carbónico

La determinación de los parámetros de diseño depende de que el sistema sea de inundación total o de aplicación local, y en el primer caso, variarán los parámetros según se trate de sistemas en alta o baja presión.

En cualquiera de los casos deben determinarse los valores de diseño que toman los siguientes parámetros:

- a) densidad de concentración de diseño;
- b) condiciones de estanquidad o, alternativamente, pérdidas previstas (%);
- c) dimensiones del espacio u objeto a proteger;
- d) cantidad de CO<sub>2</sub> total. (En su evaluación deben determinarse: superficie de aberturas, volumen protegido, volumen suplementario por ventilación, volumen de elementos estructurales, factor de uso de local y tipo de combustible;
- e) caudales por boquilla difusora;
- f) superficie por boquilla difusora;
- g) número de difusores;
- h) tiempo de descarga: Máximo sesenta segundos (para sistemas de inundación total) y treinta segundos (para sistemas de aplicación local) de emisión en fase líquida;
- i) almacenamiento del CO<sub>2</sub>: Cantidad, temperatura, reserva de emergencia;
- j) pérdidas de carga en las tuberías de distribución de CO<sub>2</sub>;
- k) retardo de seguridad en el disparo de la instalación (temporización).

### 29.9.5 Control de calidad

#### Control de ejecución

La implantación e instalación de los distintos componentes de los sistemas de extinción por CO<sub>2</sub> están condicionadas por la forma de aplicación del agente extintor (inundación o aplicación local) y por el tipo de sistema, así como por los valores adoptados para cada uno de los parámetros de diseño, por lo que en cada caso deben consultarse la normativa correspondiente al sistema del que se trate.

Para los sistemas de anhídrido carbónico, se tendrán en cuenta, con carácter general, y además de lo establecido en la normativa aplicable, los siguientes requisitos:

- a) todos los difusores deben instalarse de modo que formen un ángulo comprendido entre 45° y 90° respecto del plano de la superficie protegida;

- b) los difusores deben situarse de modo que resulten despejados de todo obstáculo susceptible de impedir la proyección correcta del CO<sub>2</sub>;
- c) las temperaturas de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en los sistemas de alta presión pueden oscilar entre 0° y 45° C sin necesidad de corrección o compensación de variaciones de caudal;
- d) las temperaturas de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en los sistemas de baja presión, se mantendrán a -20° C (+ 3° C/- 5° C), que debe ser asegurada por un sistema automático de refrigeración;
- e) las botellas de la batería que contiene el CO<sub>2</sub> en los sistemas de alta presión deben estar fijadas muy sólidamente a su soporte, de modo que en el momento de la emisión de gas no se muevan de su posición en reposo;
- f) todas las válvulas de las botellas que constituyen batería, en los sistemas de alta presión, deben estar conectadas a un colector único por manguitos flexibles cuya estanquidad y resistencia deben ensayarse para la misma presión que la tubería a que alimentan;
- g) cada botella de una batería debe poder sustituirse independientemente de las otras, el resto de la batería debe mantenerse en estado de funcionamiento, si se retira una o varias botellas de las que la constituyen;
- h) debe disponerse de un medio sencillo para evaluar el estado de carga de cada botella de las que constituyen la batería (pesada, sin mover la botella de su soporte, medición de nivel de líquido por ultrasonidos o radiación, etcétera);
- i) la red de tuberías debe estar sólidamente anclada, previendo, sin embargo, su alargamiento o contracción que pueda sufrir;
- j) deben instalarse medios de vaciado en los casos en que sea previsible que pueda producirse agua de condensación en la red de tuberías de distribución del gas carbónico;
- k) antes de instalar las tuberías debe limpiarse su interior y, una vez instaladas, antes de montar el difusor, debe aplicarse un chorro de aire comprimido (presión de 5 a 7 kg/cm<sup>2</sup>);
- l) el conjunto del sistema debe estar puesto a tierra, con una resistencia no superior a 1 MΩ;
- m) si la acumulación de CO<sub>2</sub> en un determinado espacio puede incrementar la presión por encima de un límite que resulte peligroso para el contenido o los elementos delimitadores de aquel espacio, se instalarán exutorios de seguridad de apertura automática, en el lugar más elevado del espacio protegido;
- n) se señalarán, adecuadamente, los accesos a locales o volúmenes donde puedan cargarse sistemas de CO<sub>2</sub> de inundación total;
- ñ) el mando manual de disparo del sistema será muy fácilmente accesible y estará claramente señalizado.

### Criterios de aceptación y rechazo

#### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, todas las características establecidas.

Los materiales que no satisfagan las características y las especificaciones contenidas en la Normativa aplicable, serán rechazados.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas y las especificaciones correspondientes a las normas de aplicación.

Se comprobará que la implantación y ejecución de la instalación se han realizado cumpliendo todos los requisitos establecidos en y las normas de aplicación para cada tipo de sistema de que se trate.

Si la instalación no satisface las condiciones citadas en los párrafos anteriores, ello constituirá motivo de rechazo de la instalación hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

#### 29.9.6 Criterio de medición y abono

##### Instalación de anhídrido carbónico

###### Tubería

La medición corresponderá a la longitud de tubería de igual diámetro, sin descontar elementos intermedios tales como válvulas, accesorios, etc.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubería completamente colocada, incluyendo parte proporcional de accesorios, soportes, etc.

###### **a) Botellas o baterías de botellas**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual tamaño y características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

###### **b) Tanque de almacenamiento**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual tamaño y características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje, soportes y accesorios.

###### Boquillas difusoras

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual calibre y características.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

Accesorios: dispositivos de disparo y retardo, señalización, válvulas de apertura y distribución, equipo eléctrico, etc.

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de igual tamaño y características. Si los accesos son embridados se incluirá en la unidad las contrabridas, juntas y tornillos.

Se abonará por unidad colocada, incluyendo montaje.

#### 29.9.7 Normas de referencia

Código Técnico de la Edificación; Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio; Sección SI 4: Detección, control y extinción del incendio (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Orden VIV/984/2009, de 15 de abril).

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

ITC-MIE-AP-5: Extintores de Incendios. OM del 31 de mayo de 1982, con modificaciones sucesivas, por: OM del 26 de octubre de 1983, OM de 31 de mayo de 1985, OM del 15 de noviembre de 1989 y OM del 10 de marzo de 1998.

ITC-MIE-AP-7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión, OM del 1 de septiembre de 1982. Modificaciones según Orden de 11 de julio de 1983, Orden de 28 de marzo de 1985, Orden de 28 de marzo de 1985, Orden de 13 de junio de 1985, Orden de 3 de junio de 1987, Resolución de 29 de junio de 1997, Resolución de 16 de junio de 1998, Orden de 5 de junio de 2000 y Orden de 31 de octubre de 2000.

## 30 INSTALACIONES DE TELEFONÍA

### 30.1 Definición

Este capítulo es aplicable a la infraestructura de los sistemas telefónicos en edificios, cuando sea preciso su conexión a la red exterior.

Cuando el sistema de telefonía privado utilice equipos y elementos que no hayan de conectarse a la red exterior se seguirán las recomendaciones específicas del fabricante, siempre que no se deterioren la calidad y la funcionalidad de ésta y otras instalaciones que pudieran verse afectadas.

#### Sistema telefónico

Conjunto de equipos y dispositivos que permiten la comunicación hablada interior y exterior entre dos personas.

El sistema telefónico debe permitir establecer una comunicación exterior e interior sin intervención humana intermedia. Sin embargo, deberá también ser posible establecer comunicación exterior a través del operador.

#### Central telefónica

Elemento telefónico donde se centralizan y distribuyen las comunicaciones interiores y, a su vez, enlaza éstas con la red exterior si es necesario.

Clases:

Atendiendo a su operatividad, la central telefónica puede ser: manual o automática.

- a) Central manual es aquella que para establecer comunicación exterior/interior en ambas direcciones, necesita el concurso humano de un operador. Este tipo de central ha quedado reducido a las instalaciones ya realizadas y por ello no se contempla en este apartado.
- b) Central automática es aquella que sin el concurso humano, permite establecer comunicaciones interiores e interior/exterior, si bien para canalizar el tráfico exterior/interior es preciso que sea realizado por un operador.

Atendiendo a su forma de adquisición, la central puede ser privada o de abonado.

- Privada es aquella que ha sido adquirida por el usuario, a una empresa fabricante de estos equipos.
- Abonado, cuando la adquisición se hace un régimen de alquiler mediante una cuota mensual.

De acuerdo con los servicios que preste, la central telefónica se clasifica por el número de líneas de entrada y las extensiones que a ella pueden conectarse, siendo la gama tan amplia que cubre desde dos líneas de entrada y cinco extensiones hasta 250 líneas exteriores y 2250 extensiones, según el modelo elegido y el nº de comunicaciones simultáneas que puedan realizarse.

Actualmente, las centrales telefónicas son controladas por un microprocesador que permite programar las funciones específicas de cada red, de acuerdo con las necesidades a que se dedica. (Control de llamadas salientes, accesos restringidos, líneas con preferencia, comunicaciones simultáneas, dirección prioritaria, etc.).

#### Equipo de teléfono

Elemento terminal del sistema telefónico desde donde se generan o reciben las comunicaciones habladas.

El equipo telefónico también se denomina hoy "equipo terminal", dada la versatilidad de este elemento que permite establecer no solo comunicaciones habladas sino también todo tipo de comunicación, dato, imagen, texto, si bien los equipos asociados suelen tener nomenclaturas específicas. (Telefax, Facsímil, Teletexto, Datáfono, etc.).

Clases:

Atendiendo al uso al que se destina el equipo terminal de una instalación telefónica, recibe el nombre de extensión o servicio especial.

- Extensión, el equipo terminal se dedica exclusivamente al servicio telefónico hablado. (Teléfono).
- Servicio especial, cuando el equipo terminal se dedica al resto de comunicaciones no habladas. (Datáfono, Módem, Telex, Telefax, etc.).

## Red telefónica

Conjunto y disposición de cables y regletas que unen el equipo telefónico con la central telefónica, y a éste con la red exterior.

La red telefónica se divide en:

- a) red de alimentación, que comprende la unión desde el registro interior del edificio con la red exterior;
- b) red de distribución comprendida entre el registro de entrada y cada uno de los equipos terminales.

## Canalización

La canalización es el soporte físico en el que se instalan los elementos de la red y está formado por un conjunto de tubos, registros, cajas, etc.

La canalización se divide en tres partes:

- a) canalización de entrada;
- b) canalización principal;
- c) canalización secundaria.

La canalización de entrada es el conjunto de elementos necesarios para instalar los cables de la red exterior desde la entrada al edificio hasta el registro principal.

Canalización principal es el conjunto de elementos necesarios para instalar los cables desde el registro principal hasta el último registro secundario.

Canalización secundaria es el conjunto de elementos necesarios para alojar los cables interiores desde cada registro secundario hasta los registros del equipo de teléfono.

## Registros

Elementos de la canalización donde se instalan las regletas de conexión que unen, eléctricamente, las distintas partes de la red telefónica.

Según su cometido y situación se dividen en:

- a) registro de enlace;

- b) registro principal;
- c) registro secundario;
- d) registro de paso;
- e) registro de toma.

### Red interior

Conjunto de elementos que sirven para conectar los equipos telefónicos terminales con la central telefónica.

Cables: Están constituidos por un nº variable de conductores aislados y pareados, según código de colores y protegidos por una cubierta metaloplástica.

Cable de red interior: Cable instalado en la canalización principal, terminando los pares de un extremo en las regletas de salida del registro principal y por otro lado, en las regletas instaladas en los equipos secundarios, conectándose determinados pares en cada una de ellas.

Cable interior de equipo terminal: Cable compuesto por dos conductores aislados que, partiendo de las regletas, dan servicio a un equipo terminal de teléfono.

Punto de interconexión. Conjunto de regletas que se alojan en el registro principal donde se realiza la conexión eléctrica de la red exterior con la interior.

Punto de distribución. Regleta o regletas de conexión, instaladas en los registros secundarios donde por una parte terminan los pares del cable de la red interior y, por otro lado se conectan los pares individuales que llegan al equipo terminal de teléfono.

## 30.2 Materiales

Central telefónica

Equipo terminal

Red de distribución

Red telefónica

## 30.3 Condiciones generales

Central telefónica

Instalación

De acuerdo con la funcionalidad, capacidad y uso a que se destine la Central telefónica, será el recinto y ubicación de la misma, recomendada su instalación según las siguientes reglas:

- a) Se dispondrá un local destinado, exclusivamente a central telefónica, cuyo espacio mínimo será de seis metros cuadrados (6m<sup>2</sup>), con ventanilla y mostrador.
- b) Alimentación y repartidor dentro de este local.
- c) Deberá estar exento de humedad.

Condiciones técnicas

Independientemente del modelo, cuyas características y prestaciones deben estar descritas ampliamente en la documentación técnica que lo acompaña, todas las entradas deberán cumplir como mínimo:

- a) Alimentación C.A 230 V.
- b) Suministro de c/c incorporado con baterías.
- c) Resistencia de bucle de abonado de 600  $\Omega$ .
- d) Resistencia de bucle de extensión, incluyendo aparatos telefónicos 1800  $\Omega$ .
- e) Marcación por teclado multifrecuencia.
- f) Pérdida de inserción a 800 Hz, 1 dB en llamada externa y 6 dB en llamada interna.
- g) Señalización optoacústica de funciones.
- h) Salida de red exterior 6 dB.
- i) Diafonía igual o inferior de 80 dB a 1000 Hz.

## Equipo terminal

### Instalación

Dada la gran diversidad de equipos terminales existentes en el mercado, la instalación de cada uno de ellos se realizará de acuerdo con las especificaciones particulares del equipo, respecto a alimentación, ubicación, etc.

Todas las extensiones estarán dotadas de un teléfono, bien adquirido por el usuario o bien en régimen de alquiler.

Los equipos especiales pueden también ser adquiridos por el usuario o bien contratados en régimen de alquiler.

## Red de distribución

### General

El contenido de este apartado se refiere a las características y condiciones requeridas en la red telefónica y los materiales utilizados para el correcto funcionamiento del servicio telefónico.

La red de distribución será instalada por el propietario de la instalación en base a una mayor:

- a) racionalización de la infraestructura telefónica;
- b) mayor seguridad del servicio telefónico;
- c) estética en las fachadas;
- d) estética interior de las dependencias.

Los materiales deben tener indicaciones lo suficientemente claras para ser indentificados, sin error, debiendo cumplir la normativa relacionada en el apartado 7.

### Canalizaciones

Los materiales principales para construir la canalización telefónica son: tubos, registros y cajas, que se instalarán en el interior del edificio, generalmente empotrados en los muros o paredes del mismo.

### Tubos

Los tubos que se emplearán para la canalización de entrada serán de PVC, de cuarenta milímetros (40mm) de diámetro exterior, o bien de acero galvanizado, de cincuenta y seis milímetros (56mm) de diámetro interior.

En la canalización principal se utilizarán tubos de PVC rígidos de cuarenta milímetros (40mm) de diámetro exterior y espesor de uno con ocho milímetros (1,8mm).

En la canalización secundaria se utilizarán tubos rígidos cuyo diámetro exterior será de veinte milímetros (20mm) en el caso de unir un registro secundario con la caja de paso y de dieciséis milímetros (16mm) si van directamente desde el registro secundario al terminal.

En todos los tubos se dejará instalado un hilo guía de alambre galvanizado de dos milímetros de diámetro (2mm).

#### Registros de enlace

Podrán ser de plástico o metálicos; los primeros deberán tener una rigidez dieléctrica mínima de 15 kV/mm los metálicos serán de acero galvanizado de un milímetro (1mm) de espesor como mínimo, con recubrimiento interior homogéneo de material aislante de un milímetro (1mm) de espesor. Estarán provistos de puerta o tapa.

#### Registro principal

Estos registros se situarán en sótano o planta baja, en zonas de fácil acceso para facilitar así las labores de reparación, mantenimiento, etc.

Se podrán instalar de las siguientes formas:

- a) sobre la superficie de los paramentos, siendo la caja de plástico o acero galvanizado, con su correspondiente puerta y cerradura con llave;
- b) realizando una cavidad en el muro o pared, e introduciendo la caja descrita anteriormente, empotrada o semiempotrada.

En ambos casos el fondo de la caja en toda su superficie se colocará una placa de material aislante (madera o plástico) donde, fácilmente, se sujeten con tornillos las regletas de conexión.

- Las cajas de plástico tendrán una rigidez dieléctrica de 15 kV/mm.
- Las cajas metálicas deberán tener un espesor mínimo de un milímetro (1mm) y un recubrimiento aislante de un milímetro (1mm) de espesor.
- Las dimensiones de estas cajas para registros principales serán tales que permitan la manipulación de todos los elementos instalados con facilidad.

#### Dimensiones para cajas de registro principal

<b>PARES EN LA PARED INTERIOR</b>	<b>MEDIDAS INTERIORES MÍNIMAS Alto x ancho x profundidad (cm)</b>
Hasta 25	450 x 400 x 120
Hasta 50	700 x 400 x 120
Hasta 100	700 x 550 x 120
Hasta 200	700 x 1050 x 120

Hasta 300	800 x 1550 x 120
-----------	------------------

#### Registro secundario

Estos registros se situarán en todas las plantas del edificio, practicando en las paredes o paramentos un hueco de doce centímetros (12cm) de profundidad a una distancia de treinta centímetros (30cm) del techo, donde se instalarán las cajas registro.

Las dimensiones de las cajas registro secundarios serán de 30 x 40 x 10 (alto x ancho x profundidad, en centímetros) para una canalización principal de tres tubos de cuarenta milímetros de diámetro (40mm), de 40 x 40 x 10 (alto x ancho x profundidad en centímetros) para una canalización principal de cuatro tubos de cuarenta milímetros de diámetro (40mm) y de 40 x 45 x 10 (alto x ancho x profundidad en centímetros) para una canalización principal de cinco tubos de cuarenta milímetros de diámetro.

#### Registro de paso

Las cajas de paso serán de PVC rígido, con una rigidez dieléctrica mínima de 15 kV/mm y un espesor mínimo de dos milímetros (2mm) con tapa de iguales características.

Se utilizarán dos modelos, uno de veinte por veinte por seis centímetros (20 x 20 x 6cm) y otro de diez por diez por tres centímetros (10 x 10 x 3cm), empotrados a través de la superficie del muro o pared y a veinte centímetros del techo.

#### Registro de toma

Puede ser de cualquiera de los tipos existentes en el mercado para instalaciones eléctricas, siendo la profundidad mínima de treinta milímetros, donde pueda atornillarse la placa de fijación o roseta universal de conexión del equipo terminal.

### Red telefónica

#### Cables terminales

El cable telefónico empleado para la red interior denominado "Cable terminal con aislamiento y cubierta de plástico" estará formado por un número variable de conductores de cobre electrolítico puro estañado.

Los conductores estarán aislados con una capa continua de policloruro de vinilo, coloreado según código de colores y dispuestos en pares. El diámetro es de medio milímetro (0,5mm).

La cubierta está constituida por una cinta de aluminio lisa que envuelve el núcleo de conductores y una capa continua de PVC. En su conjunto el cable es ignífugo.

#### Regletas de conexión

Están constituidas por un bloque de material aislante provisto de un número variable de terminales.

Las características eléctricas de las regletas serán:

- rigidez dieléctrica superior a 30 000 voltios eficaces;
- resistencia de contacto, menor que  $2 \text{ m } \Omega$ ;
- resistencia de aislamiento  $10^5 \text{ M } \Omega$ ;
- estarán numerados en sentido creciente de arriba abajo y de izquierda a derecha.

#### Cable interior

Estará formado por dos conductores aislados y separados por un puente de plástico que puede rasgarse fácilmente para separar los conductores. La cubierta lleva un pequeño nervio que sirve para identificar los conductores.

Los conductores son de cobre electrolítico recocido de medio milímetro (0,5mm) de  $\varnothing$  dispuestos paralelamente y cubiertos con una capa de cloruro de polivinilo.

Este cable se instalará desde el registro secundario hasta los registros de toma interiores o terminales.

### **30.4 Condiciones de ejecución**

#### **Red de distribución**

Como norma general se procurará la máxima independencia entre las instalaciones telefónicas y la del resto de otros servicios, guardando una distancia mínima de cinco centímetros. Los cruces con otros servicios se harán pasando la conducción telefónica por encima de los otros tipos.

La acometida general de acceso al edificio podrá ser subterránea o aérea, dependiendo de las instalaciones de conexión proporcionadas por la operadora de telefonía.

La acometida subterránea partirá de una arqueta cuyas dimensiones interiores serán de ochenta por setenta por ochenta centímetros (80 x 70 x 80cm), con un espesor de muros de quince centímetros (15cm); tres ventanas de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25cm) y una de cuarenta por cuarenta centímetros (40 x 40cm), con tapa de acero galvanizado y dispositivo de cierre. Estará situada en la acera del edificio en una zona exenta de tráfico rodado.

De esta arqueta partirán dos conductos de PVC  $\varnothing$  sesenta y tres (63) o ciento diez (110) milímetros, que atravesando el muro desembocan en la canalización de entrada.

La arqueta de acometida tendrá una profundidad mínima respecto a la rasante del terreno de cuarenta y cinco centímetros (45cm).

La canalización de entrada estará formada por tres tubos de PVC rígido de cuarenta milímetros (40mm) de  $\varnothing$  o de acero galvanizado de cincuenta y seis milímetros (56mm) de  $\varnothing$ .

La canalización podrá ser empotrada o superficial, colocando tantos registros como sean precisos para que no haya tramos de canalización mayores de quince metros (15m).

Esta canalización de entrada conectará la arqueta de entrada con la caja de registro principal.

La canalización principal unirá la caja de registro principal con las cajas de registro secundario, y las cajas de registro secundario entre sí.

Estará formada por dos tubos de cuarenta milímetros de diámetro, como mínimo, teniendo en cuenta que se añadirá un tubo más de cuarenta milímetros (40mm) por cada doce pares adicionales a los doce primeros que han de instalarse.

La canalización será empotrada, colocando cajas de registro secundarias cada quince metros como máximo.

La canalización secundaria, unirá las cajas de registro secundarias con las cajas de registro de paso y las cajas de registro de toma. Se colocará una caja de registro de paso cada quince metros de longitud y se unirán con dos tubos de veinte milímetros de diámetro como mínimo. (Sólo las cajas de registro de paso).

#### **Red interior**

La red interior de una instalación telefónica que comprende desde la salida del registro principal hasta los registros de toma, exige un minucioso estudio que contemple todas las variables que en un edificio pueden darse, no obstante, para su estudio las dividiremos en dos grupos:

- a) cuando la red de distribución precisa cable de pares desde el registro principal hasta el registro secundario;
- b) cuando la red de distribución solamente está constituida por cables interiores de conexión directa a los operadores de telefonía.

En el primer supuesto, el cable subirá verticalmente desde el registro principal hasta la última planta, conservando su capacidad y terminando todos los pares del cable en las regletas de salida del registro principal. En todas y cada una de las plantas se conectan una serie de pares dependiendo del número de terminales que se pretenden conectar. Los pares no conectados se dejarán libres a lo largo del recorrido como reserva de futuras ampliaciones. Para la instalación de cables interiores de terminal, desde el registro secundario de cada planta a los registros de toma, se tendrá presente que el máximo de cables de conexión directa al operador de telefonía que se permiten instalar en un tubo de veinte milímetros de diámetro es de ocho (ocho). Para tubos de dieciséis milímetros de diámetro es de tres (3).

El segundo supuesto sólo se contemplará cuando el número de terminales de la instalación sea como máximo 10 y se resuelva proyectando en lugar de un registro principal, un único registro secundario en planta baja o sótano desde dónde se conectarán los cables interiores de terminal.

En ambos casos, se tomará asignación de los pares por plantas y regletas que corresponden a cada equipo terminal.

En función del estudio de necesidades, se deberá preparar un proyecto de red interior en el que se habrán tenido en cuenta los condicionantes colocados en este PPTDEF y donde se indicará claramente la estructura de la red interior, el nº de tubos de las canalizaciones y el nº de terminales telefónicos.

### **30.5 Control de calidad**

#### **Control de suministro**

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Defensa.

#### **Control de ejecución**

En el proyecto inicial se establecerán controles durante el proceso de ejecución de las instalaciones de telefonía.

#### **Control de recepción**

Se comprobará que las instalaciones de telefonía, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPTP y en particular las especificaciones de proyecto.

#### **Criterios de aceptación y rechazo**

##### **Aceptación o rechazo de los materiales**

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general las características establecidas en el PPTDEF y, en particular, las siguientes:

- a) todos los equipos, de cualquier tipo que sean, estarán homologados por la Dirección General de Telecomunicaciones y tendrán su correspondiente certificado CE;
- b) los materiales que no hayan sido homologados por la Dirección General de Telecomunicaciones, o su funcionamiento sea defectuoso, serán rechazados.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface, con carácter general, todas las condiciones establecidas en el PPTDEF.

Se precisa que el instalador junto con la Dirección de obra, realicen pruebas de funcionamiento encaminadas a la aceptación o rechazo de los equipos y las líneas instaladas. Si la instalación no funcionara correctamente, será rechazada hasta que se realicen las modificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Si la instalación no cumple las condiciones básicas de este PPTDEF, ello constituirá motivo de rechazo, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para cumplirlas.

#### Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

### **30.6 Criterio de medición y abono**

#### Central telefónica

La medición corresponderá al tipo de la unidad empleada, según sus características.

Se abonará por unidad colocada, completa con sistema de alimentación en c.a. y batería para el suministro de c.c., incluso montaje.

#### Equipo de servicio especial

La medición corresponderá al número de unidades empleadas, según sus características.

Se abonará por unidad colocada completa, incluso montaje.

#### Red de distribución

Tubos para alojamiento de cables y/o hilos

La medición corresponderá a la longitud total de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones, soportes, etc.

Registros de enlaces (principales, secundarios, de paso y de toma)

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Placas de fijación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Regletas de conexión

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

### 30.7 Normas de referencia

#### Disposiciones de la Administración

Ley 32/2003 de 3 de noviembre. General de Telecomunicaciones

Ley 11/1998 de 24 de abril. Ley General de telecomunicaciones de 1998

Real Decreto-Ley 1/1998 de 27 de febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, Orden ITC 1644/2011 de 10 de junio Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicaciones en el interior de los edificios y de la actividad de instalaciones de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

#### Normas de obligado cumplimiento

UNE 133001-1:1995	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos técnicos para los equipos conectados a una interfaz analógica de abonado de la RTPC. Parte 1: General.
UNE 133001-2/1M:1998	Conexiones a la Red Telefónica Pública con Conmutación (RTPC). Requisitos técnicos generales para los equipos conectados a una interfaz analógica de abonado de la RTPC. Parte 2: Requisitos de conexión a la RTPC Española.
UNE 133001-2:1995	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos técnicos generales para los equipos conectados a una interfaz analógica de abonado de la RTPC. Parte 2: Requisitos de conexión a la RTPC española.
UNE 21302-721:1992	Vocabulario electrotécnico. Telegrafía facsímil y comunicación de datos.
UNE 21302-722:1992	Vocabulario electrónico. Telefonía

UNE 21302-731:1992	Vocabulario electrotécnico. Comunicación por fibra óptica.
UNE 21302-731:1992 ERRATUM:2005	Vocabulario electrotécnico. Comunicación por fibra óptica.
UNE-EN 41003:2009	Requisitos particulares de seguridad para equipos destinados a ser conectados a redes de telecomunicación y/o a sistemas de distribución por cable.
UNE-EN 50288-1:2004	Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales.
UNE-EN y 50290-2-20:2002	Cables de comunicación. Parte 2-20. Reglas comunes de diseño y construcción. Generalidades.
UNE-EN 60243-1:1999	Rigidez dieléctrica de los materiales aislantes. Métodos de ensayo. Parte 1: Ensayos a frecuencias industriales.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009)
UNE-EN ISO 8491:2006	Materiales metálicos. Tubos (sección completa). Ensayo de curvado (ISO 8491:1998).
UNE-ETS 300002:1993	Red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos de conexión de categoría II para módems dúplex de 9600 ó 4800 bits por segundo, normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300085:1994	Red digital de servicios integrados (RDSI). Teleservicio telefonía 3,1 kHz. Requisitos de conexión para terminales con microteléfono.
UNE-ETS 300104:1993	Red digital de servicios integrados (RDSI). Requisitos de conexión para equipos terminales que se conectan a una RDSI usando un acceso básico RDSI. Aspectos de capa 3.
UNE-ETS 300114:1993	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos básicos de conexión para módems normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300115:1993	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos de conexión de categoría II para módems dúplex de 300 bits por segundo, normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300116:1993	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos de conexión de categoría II para módems dúplex de 1200 bits por segundo, normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300117:1993	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos de conexión de categoría II para módems dúplex de 2400 bits por segundo, normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300118:1993	Conexiones a la red telefónica pública con conmutación (RTPC). Requisitos de conexión de categoría II para módems semiduplex de 1200 bits por segundo y dúplex asimétricos de 1200/75 bits por segundo normalizados para uso en la RTPC.
UNE-ETS 300153:1994	Red digital de servicios integrados (RDSI). Requisitos de conexión para

	equipos terminales que se conectan a una RDSI usando un acceso básico RDSI.
UNE-ETS 300156:1994	Red digital de servicios integrados (RDSI). Requisitos de conexión para equipos terminales que se conectan a una RDSI usando un acceso primario RDSI.
UNE-TBR 21:1998	Equipo terminal (ET). Requisitos de conexión para la certificación PAN-EUROPEA a efectos de conexión a redes telefónicas públicas con conmutación (RTPCS) analógicas del ET (excluyendo el ET que soporta el servicio de telefonía vocal), en los que el direccionamiento de la red, si se proporciona, se efectúa por medio de la señalización multifrecuencia por doble tono (MFDT).
UNE-TBR 3:1997	Red digital de servicios integrados (RDSI). Requisitos de conexión para equipos terminales que se conectan a una RDSI usando un acceso básico de RDSI.
UNE-TBR 4:1997	Red digital de servicios integrados (RDSI). Requisitos de conexión para equipos terminales que se conectan a una RSDI usando un acceso primario de RDSI.
UNE-TBR 8:1999	Red digital de servicios integrados (RDSI). Teleservicio de telefonía a 3,1 kHz. Requisitos de conexión para terminales con microteléfono.

#### Otra normativa

Los materiales y equipos a utilizar cumplirán como mínimo las normas internacionales CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radio) y CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telégrafos y Teléfonos).

## **31 INSTALACIONES DE MEGAFONIA**

### **31.1 Definición**

Este apartado es aplicable a la infraestructura de los sistemas megafónicos en edificios, con equipos amplificadores centralizados y distribución en alta impedancia.

Deberán seguirse en todo momento las recomendaciones del fabricante de estos elementos, siempre que no deterioren la calidad y la funcionalidad de otras instalaciones que pudieran verse afectadas.

#### **Sistema megafónico**

Conjunto de equipos y dispositivos que permiten la sonorización de uso general en locales de altura no superior a 4m, de superficies no reflectantes, en edificios públicos.

#### **Programa**

Conjunto de señales megafónicas difundidas sucesivamente por la instalación en su conjunto o por un sector de la misma, incluyendo en la secuencia la ausencia de señal.

#### **Equipos fuentes de programa**

Son los elementos de la instalación donde se producen y generan los programas a ser difundidos por la red de megafonía.

#### **Equipos amplificadores centrales**

Son los elementos de la instalación, encargados de proporcionar a la señal eléctrica la potencia necesaria para que se produzca la difusión correcta del programa a través de la red de megafonía.

#### **Red general de distribución**

Conjunto y disposición de cables, tubos, registros y regletas que interconectan el recinto donde se encuentra el equipo fuente de programa y/o el equipo amplificador central con los dispositivos que reproducen el programa en cada uno de los recintos.

La red de distribución se divide en:

- a) redes principales de distribución, que están formadas por aquellas canalizaciones que unen el registro general de distribución con los registros de distribución de cada área o recinto;
- b) redes de distribución, que se inician en los registros de distribución de área o recinto y acaban en los registros de derivación del local específico;
- c) redes terminales, que enlazan un altavoz con el registro de derivación, si aquél se instala empotrado, o con el registro terminal con el registro de derivación, si el altavoz se instala adosado.

#### **Altavoces**

Son los elementos del sistema, encargados de reproducir el programa en el local o recinto donde se encuentra instalado.

#### **Registros**

Elementos de la red general de distribución donde se instalan las regletas de conexión que unen eléctricamente las distintas partes de la red megafónica.

Según su cometido y situación se dividen en:

- a) registro general de distribución;
- b) registro de distribución;
- c) registros terminales.

#### Red interior

Conjunto de elementos que sirven para conectar los equipos megafónicos terminales con la central megafónica.

Está constituida por:

- a) cables: formados por un nº variable de conductores aislados y pareados, según código de colores y protegidos con una cubierta metaloplástica;
- b) punto de interconexión: regleta o conjunto de regletas de conexión instaladas en los registros de distribución donde se conectan los pares individuales que llegan al equipo terminal de megafonía (altavoz).

### 31.2 Materiales

Equipos fuente de programas

Equipos amplificadores centrales

Red general de distribución

Red de megafonía

### 31.3 Condiciones generales

Equipos fuente de programas

#### a) Características

Estos equipos deberán instalarse en las cabeceras de la instalación y deberán ser adecuados al uso al que se destinará la instalación.

Con carácter general se emplearán reproductores magnetofónicos comerciales.

El uso de equipos sintonizadores de radiodifusión se restringirá a las instalaciones con difusión de varios programas simultáneos.

Es adecuada la utilización, como fuente de programas de los servicios de distribución vía línea telefónica o de radiofrecuencia.

Si la instalación se utilizara para la difusión de servicios orales, se preverá la instalación de un micrófono dinámico, de características adecuadas al equipo amplificador, y se cuidará muy especialmente el nivel de ruido ambiente del local de utilización.

Los equipos reproductores de disco de vinilo o compact disc se utilizarán como fuente auxiliar de programas.

#### **b) Instalación**

Deberán ser instalados en las proximidades de los equipos amplificadores centrales y en un local de uso exclusivo, de fácil acceso, situado en un lugar del edificio que simplifique el trazado de la red de distribución.

El local estará ventilado, exento de polvo y humedad, y los equipos alejados de los elementos que por su naturaleza originen de forma permanente o transitoria altos niveles de vibración o ruido.

La temperatura ambiente se mantendrá en cualquier circunstancia entre 5 y 30°C, situándose los equipos alejados de cualquier foco de calor y en un lugar que no permita la incidencia de los rayos solares sobre los mismos.

### Equipos amplificadores centrales

#### **a) Características**

Están formados por una o varias unidades amplificadoras, según la naturaleza, características y dimensiones de la instalación, complementados con los preamplificadores, selectores y reguladores adecuados al número y tipo de las fuentes de programa empleadas.

En los casos en que el equipo esté constituido por varias unidades, se procurará fijarlas a un bastidor, junto con los equipos fuentes de programa y auxiliares, a fin de facilitar el interconexión de los distintos elementos, respetando en todo caso las condiciones señaladas por el fabricante en cuanto a refrigeración y ventilación de los equipos.

La conexión de la salida del equipo amplificador con la red de distribución, se realizará en la caja general de distribución, protegiendo las líneas bajo tubo o mediante perfil de protección.

Deberá ser apto para ser alimentado con tensión de red de 230 voltios  $\pm$  10% a 50 Hz.

La respuesta en frecuencia para tensión de excitación, carga y tensión nominales, serán como mínimo las que garanticen una amplificación de señales comprendidas entre 60 y 15000 Hz con atenuación respecto a 1000 Hz no mayor de 3 dB.

La distorsión armónica total para condiciones de alimentación, excitación y carga nominal, no será mayor del 3%.

Dispondrá de elementos de control de volumen para ajustar la sensibilidad de entrada.

Llevará indicada la marca, tipo, características eléctricas, datos de conexión de las entradas, tensiones nominales y potencia de salida, así como las dimensiones.

La salida se realizará mediante transformador separador con tensión nominal de 50, 70 ó 100 voltios.

La potencia de salida en vatios W, deberá ser de 25, 50, 100 ó 200 vatios. Las necesidades de mayor potencia de salida se consideran no incluidas en este capítulo y requieren un estudio específico.

#### **b) Instalación**

Las unidades amplificadoras del sistema de megafonía se instalarán junto con los equipos fuentes de programa, y se colocarán reunidos en un local destinado exclusivamente a este fin, de fácil acceso, situado en un lugar del edificio que facilite el trazado de la red de distribución. El local estará ventilado, exento de humedades y polvo, y alejado de los elementos que por su naturaleza originen de forma permanente o transitoria altos niveles de vibración o ruido.

La temperatura ambiente se mantendrá en cualquier circunstancia entre 5 y 30°C, situándose los equipos alejados de cualquier foco de calor y en un lugar que no permita la incidencia de los rayos solares sobre los mismos.

## Red general de distribución

### a) General

La Red General de Distribución enlaza los amplificadores centrales con cada uno de los altavoces de la instalación.

Esta red será instalada por el propietario del edificio en base a:

- a) racionalizar la infraestructura del servicio megafónico;
- b) estética interior de las dependencias.

Los materiales deben tener indicaciones lo suficientemente claras para ser identificados sin error, debiendo cumplir la normativa relacionada por el apartado 32.1.3.

El conjunto de la red de distribución incluirá los siguientes niveles y elementos:

- a) Red principal: constituye el primer nivel de distribución.

Estas líneas parten del registro general de distribución situado en el local que aloja las unidades amplificadoras y los equipos fuente de programa, y hacen llegar las señales megafónicas de los distintos programas a puntos del edificio situados convenientemente, para desde ellos continuar la distribución a áreas o recintos definidos del edificio. En dichos puntos se dispondrán registros de distribución a partir de los cuales se iniciarán los ramales de distribución. La disposición de las líneas principales de distribución dependerá de la constitución del edificio y del nº y localización dentro del mismo de los recintos a cubrir por la instalación megafónica. En cualquier caso en su recorrido se utilizarán zonas de servicio de fácil acceso, como conductos verticales o recintos de cajas de escaleras.

- b) Red de distribución: se iniciará en las cajas de distribución donde se conecten con las líneas principales, estando constituidas por las líneas de los distintos circuitos establecidos que dan servicio a un área o local definidos del edificio como puede ser el conjunto de recintos situados en una planta. Se incluirán registros de derivación que servirán para la conexión y comienzo de las líneas terminales. Se intercalarán eléctricamente, mediante registros de derivación los reguladores locales de volumen o interruptores de programa que la instalación pueda requerir.

En el recorrido de la red de distribución se procurará el máximo de accesibilidad, tendiéndose las líneas por conductos registrables, o sobre los falsos techos y falsos suelos.

- c) Red terminal. Se inician en los registros de derivación y realizan la distribución final, llegando a alcanzar directamente el altavoz cuando éste se sitúe empotrado, o finalizando en caja terminal cuando se sitúe adosado.

En estas redes, al igual que en las anteriores, se intercalarán registros de derivación para instalar los elementos complementarios tales como: selector de programas o reguladores de volumen que sean necesarios.

En cualquier caso la separación entre la red de distribución del sistema megafónico y la red de distribución de energía eléctrica no será menor de veinte centímetros en cualquier punto.

### b) Canalizaciones

Los materiales principales para construir la canalización megafónica son tubos y registros, que se instalarán en el interior del edificio, generalmente empotrados en los muros o paredes del mismo, aunque se admite también la canalización de superficie.

### **c) Tubos**

Los tubos que se emplearán para la canalización serán tubos de PVC.

En la canalización principal y secundaria, se emplearán tubos de veinte milímetros de diámetro (20mm) y un espesor de un milímetro (1mm), llevando en su recorrido, intercalados los registros de distribución necesarios, para evitar tramos de longitud superior a veinte metros (20m).

La canalización terminal tendrá un diámetro de dieciséis milímetros (16mm) y un espesor de un milímetro (1mm).

En todos los tubos se dejará instalado un hilo guía de alambre galvanizado de dos milímetros (2mm) de diámetro.

### **d) Registros**

Serán de material aislante (plástico), con tapa del mismo material sujeta con visagras, ajustable a presión o con tornillos. En la tapa habrá un espacio reservado para la identificación de los circuitos. La caja llevará huellas laterales de ruptura para el paso de tubos y regletas. Irán empotradas en las paredes o muros por los que discurra la red de megafonía.

Deben tener una rigidez dieléctrica mínima de 15 kV/mm.

En aquellas canalizaciones instaladas en superficie, los registros se colocarán también en superficie.

En ambos casos todos los registros llevarán indicada de forma visible su función.

Las dimensiones de las cajas de registro serán como mínimo las siguientes:

- a) Registro general de distribución: 160 x 160 x 100 (ancho x alto x profundidad)
- b) Registro de distribución: 160 x 100 x 50 (ancho x alto x profundidad)
- c) Registro terminal: 80 x 80 x 40 (ancho x alto x profundidad)

### **e) Altavoces**

Constituyen el elemento esencial para la reproducción de la señal eléctrica megafónica convirtiéndola en una señal acústica. Los altavoces se situarán en los recintos formando una retícula uniforme, siendo preciso conocer de antemano un estudio conjunto de la disposición general de los techos (donde se han de colocar empotrados) que incluyan todos los elementos en él ubicados, como difusores de aire acondicionado, luminarias y detectores de incendios, etc., en orden a eliminar incompatibilidades entre los mismos o entre sus conductores.

Se recomienda la instalación de altavoces empotrados en techos, aunque en aquellos recintos en los que alguna de sus dimensiones en planta no supere los diez metros (10m), se podrán emplear altavoces adosados a las paredes, colocados en dos hileras, una en cada pared, y al tresbolillo. Si la dimensión es menor de cinco metros (5m) podrá disponerse una sola hilera.

En el caso particular de locales con dimensiones en planta superior a las indicadas en el párrafo anterior, y provistos de columnas, se podrán emplear altavoces adosados a las mismas, siempre para las distancias establecidas en el criterio del párrafo anterior.

Red de megafonía

#### **a) Cables**

El cable empleado para la red que denominaremos "cable con aislamiento y cubierta de plástico" estará formado por un número variable de conductores de cobre electrolítico puro estañado.

Los conductores estarán aislados con una capa continua de policloruro de vinilo, coloreado según código de colores y dispuestos en pares. La sección mínima del conductor será de 0,75 mm<sup>2</sup>.

#### **b) Regletas de conexión**

Están constituidas por un bloque de material aislante provisto de un número variable de terminales.

Las características eléctricas de las regletas serán:

- a) rigidez dieléctrica superior a 30 000 voltios eficaces;
- b) resistencia de contacto menor que 2 m Ω;
- c) resistencia de aislamiento mayor que 10<sup>5</sup> MΩ
- d) estarán numeradas en sentido creciente de arriba abajo e izquierda a derecha.

### **31.4 Condiciones de ejecución**

#### **Red de distribución**

Como norma general se procurará la máxima independencia entre las instalaciones megafónicas y las del resto de servicios, quedando una distancia mínima de veinte centímetros (20cm).

Los cruces con otros servicios deberán ser evitados en lo posible, debiendo pasar por encima de los otros tipos de instalaciones.

Es preceptivo que la instalación de megafonía se disponga canalizada, bien empotrada en los muros y paredes o bien bajo el falso techo.

Se dispondrá un registro de distribución cada veinte metros (20m) como máximo y se dejará en el interior de las canalizaciones una guía de alambre galvanizado de dos milímetros de diámetro (2mm).

El trazado de la canalización principal se recomienda que sea realizado por las columnas de servicios.

#### **Red de megafonía**

El ámbito de aplicación de este capítulo excluye los recintos con predominio de superficies de revestimiento de naturaleza reflectante, como son los alicatados y solados muy pulimentados o vitrificados, ya que la sonorización de los mismos precisan de estudios muy específicos y el empleo de elementos difusores de sonido con características direccionales.

Se establecen tres niveles de sonorización de un recinto:

- a) Nivel I: se utilizará para instalaciones empleadas exclusivamente para difusión de la palabra. Supone una distribución uniforme del nivel sonoro hasta una frecuencia de 3 kHz.
- b) Nivel II: Se utilizará para la difusión de palabra y música con calidad media. Supone una distribución uniforme del nivel sonoro hasta unas frecuencias de 5 kHz.
- c) Nivel III: Se utilizará para la difusión de música con alto nivel de calidad. Supone una distribución uniforme del nivel sonoro para frecuencias superiores a 5 kHz.

Se establece también una clasificación de los locales a sonorizar, tomando como base el nivel de ruido ambiente medio y sin tomar en consideración valores de tonos producidos por ruidos esporádicos.

Así, se clasifican en:

- a) Locales silenciosos: locales con nivel de ruido comprendido entre 40 y 50 dB, como los locales situados en zonas de poco tráfico o las zonas silenciosas de un hospital.
- b) Locales normales: locales con nivel de ruido comprendido entre 50 y 65 dB, como locales situados en zonas de tráfico medio y zonas de oficina.
- c) Locales ruidosos: locales con nivel de ruido comprendido entre 65 y 80 dB, como los locales y establecimientos públicos.

Dependiendo de sus características, la instalación constará de uno o varios circuitos, siguiendo dos criterios para su elección.

Desde el punto de vista funcional se establecerá un circuito para cada uno de los programas que simultáneamente se difundan en el conjunto de la instalación y por cada grupo de altavoces que independientemente se regulen, teniendo en cuenta que el número de programas difundidos no está unido al de fuentes de programa existentes en la instalación.

Desde el punto de vista de la potencia distribuida, cada circuito no acumulará una potencia superior a 200 W, desglosando, si así se precisa, un mismo circuito funcional en varios diferentes.

En consecuencia cada circuito dará servicio a un conjunto de altavoces que dentro de la instalación difunden siempre el mismo programa.

Circunstancialmente un circuito funcional podrá ser desglosado en varios diferentes cuando los altavoces a los que de servicio, formen grupos que por su localización no presenten tramos comunes en sus líneas de distribución.

### **31.5 Control de calidad**

#### **Control de suministro**

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Defensa.

#### **Control de ejecución**

En el proyecto inicial se establecerán controles durante el proceso de ejecución de las instalaciones de megafonía.

#### **Control de recepción**

Se comprobará que las instalaciones de megafonía, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPTP y en particular las especificaciones de proyecto.

#### **Criterios de aceptación y rechazo**

##### **Aceptación o rechazo de los materiales**

Se comprobará que todos los materiales satisfacen con carácter general las características establecidas en este PPTDEF, y en particular las normas recogidas en el apartado 7.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el diseño de la instalación satisface con carácter general todas las condiciones establecidas en este PPTDEF.

Se precisa que el instalador junto con la Dirección de obra realice pruebas de funcionamiento encaminadas a la aceptación o rechazo de los equipos y líneas instaladas.

Si la instalación no funciona correctamente, será rechazada hasta que se realicen las modificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Si la instalación no cumple las condiciones básicas de este PPTDEF, ello constituirá motivo de rechazo, hasta que se realicen las modificaciones necesarias para cumplirlas.

#### Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

### 31.6 Criterio de medición y abono

#### Equipos fuente de programa

La medición corresponderá al tipo de unidad empleada según sus características.

Se abonará por unidad colocada, completa con alimentación c.a. e incluso instalación y montaje.

#### Equipos amplificadores centrales

La medición corresponderá al tipo de unidad empleada según sus características.

Se abonará por unidad colocada, completa, con alimentación c.a., e incluso conexión al equipo fuente de programa y a la red de megafonía.

#### Red de distribución

##### a) Tubos para alojamiento de cables

La medición corresponderá a la longitud total de tubo de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones, soportes, etc.

##### b) Registros

La medición corresponderá al nº de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### c) Altavoces

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### **d) Cableado**

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metro lineal (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

#### **e) Regletas de conexión**

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

### **31.7 Normas de referencia**

EN 60843-1:1994	Sistema de casete de lectura helicoidal para cintas de vídeo que usan cintas magnéticas de 8mm. Parte 1: especificaciones generales (ratificada por AENOR en diciembre de 1995).
EN 60843-2:1995	Sistema de casete de lectura helicoidal para cintas de vídeo que usan cintas magnéticas de 8mm. Parte 2: sistema de audio multipista para PCM (ratificada por AENOR en diciembre de 1995).
UNE 20502-1:1993	Equipos para sistemas electroacústicos. Generalidades.
UNE 20502-10:1996	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 10: registradores de picos de modulación.
UNE 20502-11/1M:1996	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 11: aplicación de los conectores para la interconexión de elementos de sistemas electroacústicos.
UNE 20502-11:1994	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 11: aplicación de los conectores para la interconexión de elementos de sistemas electroacústicos.
UNE 20502-14:1985	Equipos para sistemas electroacústicos. Altavoces circulares y elípticos: diámetros exteriores de los chasis y dimensiones de montaje.
UNE 20502-15/1M:1994	Equipos para sistemas electroacústicos. Valores de adaptación recomendados para la interconexión de componentes para sistemas electroacústicos.
UNE 20502-15/2M:1994	Equipos para sistemas electroacústicos. Valores de adaptación recomendados para la interconexión de componentes para sistemas electroacústicos.
UNE 20502-15:1993	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 15: valores de adaptación recomendados para la interconexión de componentes para sistemas electroacústicos.
UNE 20502-17:1996	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 17: indicadores de volumen normalizados.
UNE 20502-2/1M:1996	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 2: terminología y métodos de cálculo.
UNE 20502-2:1993	Equipos para sistemas electroacústicos. Terminología y métodos de cálculo.
UNE 20502-6:1976	Equipos para sistemas electroacústicos. Elementos auxiliares pasivos.
UNE 20502-8:1976	Equipos para sistemas electroacústicos. Dispositivos para control automático

de ganancia.

UNE 20528-12:1993	Sistemas de registro y lectura de sonido sobre cintas magnéticas. Códigos de tiempo y dirección.
UNE 20529:1993	Discos fonográficos impresos y aparatos de reproducción.
UNE 20636-1:1979	Equipos para sistemas electroacústicos de alta fidelidad. Valores mínimos de las características. Generalidades.
UNE 20636-3:1981	Equipos y sistemas electroacústicos de alta fidelidad. Valores mínimos de las características. Tocabiscos y cápsulas.
UNE 20636-4:1982	Equipos y sistemas electroacústicos de alta fidelidad. Valores mínimos de las características. Equipos de registro y lectura magnética del sonido.
UNE 20636-5:1985	Equipos y sistemas electroacústicos de alta fidelidad. Valores mínimos de las características. Micrófonos.
UNE 20636-6:1981	Equipos y sistemas electroacústicos de alta fidelidad. Valores mínimos de las características. Amplificadores.
UNE 20914:1993	Sistemas de conferencias. Prescripciones eléctricas y auditivas.
UNE 21031-1:2003	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento termoplástico. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21031-4:1992	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales UO/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables con cubierta para instalaciones fijas.
UNE-EN 60243-1:1999	Rigidez dieléctrica de los materiales aislantes. Métodos de ensayo. Parte 1: Ensayos a frecuencias industriales.
UNE-EN y 60268-12/A2:1997	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 12: aplicación de conectores para radiodifusión y usos similares.
UNE-EN 60268-12:1997	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 12: aplicación de conectores para radiodifusión y usos similares.
UNE-EN 60268-3:2002	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 3: amplificadores.
UNE-EN 60268-5:2004	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 5: altavoces.
UNE-EN 60268-7:1997	Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 7: cascos y auriculares.
UNE-EN 60908:1999	Sistema digital de audio en disco compacto.

#### Otra normativa

Los materiales y equipos a emplear en las redes de megafonía, cumplirán con lo establecido en el articulado siguiente, así como con las normas internacionales CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radio).

## **32 INSTALACIONES DE SEGURIDAD, VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESOS**

### **32.1 Definición**

Las condiciones y especificaciones contenidas en esta sección, son aplicables a las instalaciones de seguridad integral en "objetivos" protegidos por medidas de seguridad físicas y electrónicas, aún cuando su tratamiento puede ser independientemente aplicado a cada concepto si el proyecto de realización así lo especifica.

Pueden, igualmente, aplicarse estas especificaciones, aunque en estos casos de manera limitada, a otros tipos de seguridad puntual que sin configurar la seguridad integral del "objetivo" sus condiciones de montaje y elementos que la componen sean obviamente análogos.

Cuando el sistema de seguridad forme parte y esté supervisado por un equipo general que controle todas las funciones vitales del "objetivo", es necesario respetar las recomendaciones aplicables, específicamente, a este tipo de sistemas.

#### **Seguridad integral**

Conjunto de medidas de protección físicas, electrónicas y recursos humanos que coordinados armónicamente, elevan el nivel de seguridad, vigilancia y control de accesos, en un "objetivo", tanto para las personas que en él habitan como a los bienes que alberga y el acceso al mismo.

El principal objetivo de una instalación de seguridad, consiste en detectar lo antes posible y retrasar razonablemente la comisión de un acto delictivo, permitiendo un tiempo de respuesta que, en un porcentaje muy elevado, impide la consumación del delito.

#### **Seguridad física**

Conjunto de elementos estáticos de origen constructivo que refuerzan los puntos débiles de un objetivo, por donde más fácil es su violación

Se consideran medidas físicas las puertas blindadas, vallados, rejas, vidrios, cámaras acorazadas, cristales blindados, blindajes, vehículos blindados, etc., en general, cualquier elemento constructivo o de decoración que de alguna manera impida a retrase dentro de unos límites razonables, la penetración de un "objetivo".

#### **Seguridad electrónica**

Elementos y equipos de una instalación de seguridad cuyo funcionamiento es electrónico, electromagnético o combinado que, fundamentalmente, se dedican a detectar una intrusión o presencia en un "objetivo" de personas u objetos no autorizados, sin necesidad de intervención humana.

Los elementos y equipos electrónicos observan, permanentemente o con breves intervalos de milisegundos, una zona sometida a vigilancia, enviando a distancia una señal eléctrica que anuncia el cambio de condición habido cuando su espacio ha sido violado.

#### **Recursos humanos**

Personal dedicado a funciones de seguridad que atiende los equipos electrónicos, identifica y controla en los accesos e interviene como primera fuerza ante la comisión de un acto delictivo en el "objetivo" cuya seguridad se le ha encomendado.

## **32.2 Materiales**

Se definen en los artículos siguientes.

## **32.3 Condiciones generales**

### Composición

La composición de una instalación de Seguridad integral, estará siempre condicionada a múltiples factores entre los que cabe destacar la situación del "objetivo", importancia cuantitativa del mismo, riesgos a que se halla sometido y nivel de seguridad que se pretende alcanzar.

Básicamente y de forma general, una instalación de seguridad debe contemplar un reforzamiento físico de vallados, puertas, ventanas, terrazas, paredes medianeras, subsuelos, alcantarillados y estancias o cámaras acorazadas, si ello es preciso. Todo ello configurará el capítulo de medidas físicas.

Electrónicamente, dispondrá de un primer cinturón de detección alejado suficientemente del "objetivo". Un segundo cinturón que señalice el estado de puertas, ventanas, terrazas, subsuelos y cuantos huecos practicables disponga. Interiormente se señalarán y vigilarán con detectores permanentes de zonas de más interés estratégico, sin que ello perturbe el normal funcionamiento laboral.

Como complemento a las medidas físicas y electrónicas contempladas en los puntos anteriores, se implantará un sistema de televisión en circuito cerrado y un sistema de iluminación sorpresiva que permita al personal de seguridad evaluar el riesgo potencial ante un evento.

Un control de accesos se implantará siempre que el uso a que se destine el "objetivo" lo permita, pudiéndose compartir con el control laboral si ello es preciso.

### Inscripción de empresas y seguridad

Toda Empresa dedicada a una o varias ramas de la seguridad, deberá estar inscrita en el Registro de Empresas de Seguridad integrado en la Dirección General de Seguridad Ciudadana (Sección de Seguridad e Instalaciones), disponiendo de un NÚMERO DE REGISTRO que debe constar en toda su documentación, si ha sido homologada, de acuerdo con el Real Decreto 938/1997 de 20 de Junio.

### Personal de seguridad

El personal de seguridad deberá cumplir todos los requisitos indicados en el Real Decreto 1123/2001 de 19 de octubre, Real Decreto 1628/2009 de 30 de octubre y Real Decreto 195/2010 de 26 de febrero.

### Equipo y elementos de una instalación

El equipo y los elementos de una instalación deben tener indicaciones suficientes para ser identificados sin riesgo de error (nombre del fabricante, modelo, tipo, serie, etc.).

## **32.4 Condiciones de ejecución**

### Elementos fundamentales

#### Sistemas de detección

Conjunto de elementos electrónicos concatenados o aislados que vigilan, permanentemente, un área o zona determinada, informando a distancia los cambios de condición habidos en un tiempo predeterminado que se denomina respuesta.

Las características y cualidades técnicas exigibles a los sistemas de detección, se recogen según los diferentes tipos:

a-1)                    Sistemas perimetrales. Clases

**Autosoportados:** son los que el propio equipo anclado al suelo o paramento, vigila una línea o zona de un perímetro, siendo los más comunes homologados:

- **Barrera de rayos infrarrojos.** Es un dispositivo en el que se produce la emisión y recepción de un haz de luz infrarroja modulada que se activa al ser interrumpido dicho haz. Su configuración dependerá de la altura y distancia a proteger, asociando en línea vertical cuantos transmisores y receptores alternados en cada columna sean precisos, sin sobrepasar entre cada pareja la distancia máxima de treinta centímetros (30cm) y la línea óptica a cubrir entre dos columnas no sobrepasará los ciento cincuenta metros (150m), debiendo llevar incorporado cada una de sus células calefactores y colimadores independientes.
- **Barrera de microondas.** Es un dispositivo basado en la emisión y recepción de una señal de SHF, codificada en la banda de 10 Hz que detecta una intrusión cuando es interceptada total o parcialmente, la zona protegida. Se configura cada sistema con un emisor y un receptor, asociando tantos sistemas cruzados como sean precisos para cubrir el área a proteger. La distancia máxima entre emisor/receptor no superará los doscientos cincuenta metros (250m), dependiendo la altura a que han de instalarse los equipos, de la configuración del terreno y la distancia a cubrir, teniendo presente que la zona de detección creada entre emisor/receptor tiene forma de puro, con una anchura máxima en el centro de ciento diez centímetros (110cm).

**Soportados:** son sistemas que requieren un elemento físico perimetral para su instalación (Cercados, vallados, muros, etc.), siendo los más comunes y homologados:

- **Inerciales.** Dispositivo construido por una masa inerte que se halla en equilibrio y se activa cuando las vibraciones producidas en la superficie vigilada sobrepasan el umbral predeterminado. Este elemento se denomina sensor. Cada sistema está formado por un número determinado de sensores y la unidad analizadora o procesador. El número de sensores dependerá de la zona vigilada, no siendo recomendada la instalación de más de treinta elementos en una sola zona y la separación entre ellos no sobrepasará los tres metros (3m). El procesador analiza las señales procedentes de los sensores, determinando el umbral de alarma en función del número de señales recibidas, su intensidad y frecuencia con que se repiten en el tiempo. Todos estos parámetros son ajustables.
- **Hilos tensados.** Sistema de detección constituido por un conjunto de hilos o cables de acero sometidos a un esfuerzo de tracción determinado, que se activa al variar su tensión mecánica. El elemento básico de detección es el poste sensor, en el que se instalan tantas cabezas de activación electromecánica como altura se quiera proteger y a ellas se hallan anclados los hilos tensores, no debiendo sobrepasar nunca los veinticinco centímetros (25cm) de separación entre hilos. La distancia máxima entre postes sensores no sobrepasará los cincuenta metros (50m) debiendo colocarse éstos en el centro de dos postes de anclaje y el perímetro máximo a cubrir no sobrepasará los cincuenta kilómetros (50km), siempre distribuidos en zonas máximas de quinientos metros (500m). La tensión de ajuste a tracción de cada uno e los hilos estará comprendida entre cinco (5) y diez (10) kilos, dependiendo de ella la sensibilidad que se pretende conseguir. Todas las señales procedentes de los

elementos sensores, se reciben, individualmente, en la unidad procesadora, donde se establece, de forma variable, los ajustes del umbral de alarma en cada zona.

- **Cable microfónico.** Sistema constituido por un cable coaxial de efecto microfónico, capaz de captar vibraciones de baja frecuencia, generadas en la superficie vigilada. (Efecto triboeléctrico). Básicamente, el sistema se compone de una unidad de control con capacidad para seis zonas, un procesador de señales por cada zona y trescientos metros de cable coaxial máximo por cada procesador. La unidad de control dispone, además de los circuitos de ajuste y señalización de un sistema de audio que permite identificar con grandes posibilidades el origen de la perturbación en cada zona de forma independiente. Este sistema ofrece un alto nivel de seguridad porque son fácilmente detectables las falsas alarmas. En contrapartida, exige una perfecta instalación sobre vallados o mampostería y un ajuste de umbrales muy cuidados, dependiendo del entorno de cada zona y de los agentes externos a que se halle sometida. Estos ajustes debe ejecutarlos el suministrador después de realizar un detallado estudio en cada zona.

Se pueden asociar varios sistemas en un perímetro, cuando la longitud del vallado así lo requiera.

Otros sistemas. Dentro de este apartado existen otros sistemas de detección que por su poca fiabilidad, alto coste de montaje o peligrosidad, no se contemplan. (Capacitativo, vallados electrificados, fibra óptica).

- **Enterrados.** Son sistemas en los que sus elementos están diseñados para ser instalados debajo del suelo en una cota comprendida entre menos quince centímetros (-15cm) a menos cuarenta centímetros (-40cm), dependiendo de su tipo y prestaciones.
- **Detector hidráulico:** Dispositivo sensible a las diferencias de presión producidas en su circuito hidráulico. Está constituido por dos tubos neumáticos enterrados a una cota de menos cuarenta centímetros (-40cm) y separados entre sí por una distancia de un metro y medio (1,5m), llenos de agua a una presión no superior a dos kilos (2kg), unidos por una válvula de compensación en un extremo y un grupo sensor en el otro que detecta las diferencias de presión que se generan en los tubos al producirse una perturbación. La distancia máxima a cubrir por cada grupo sensor que conforma una zona es de doscientos metros (200m) divididos en dos subzonas de cien metros (100m) cada una. Cada zona o grupo sensor dispone de un analizador independiente donde se reciben las señales organizadas por las diferencias de presión y en él se ajustan los umbrales de alarma. En su montaje debe tenerse presente la presencia de árboles o elementos que producen vibraciones bruscas en su base (torres de antenas, postes de tendido eléctrico, carreteras, etc.), debiendo respetar en estos casos una distancia mínima a la instalación de quince metros. Este sistema es considerado de alta seguridad por su gran fiabilidad, difícil detección visual y versatilidad de instalación.
- **Sísmico.** Dispositivo constituido por un transductor capaz de captar vibraciones producidas en el entorno del lugar en que se halla enterrado al detectar la energía sísmica que produce el efecto de una intrusión. El sensor sísmico, básicamente, es una bobina suspendida en un campo magnético fijo que detecta las vibraciones producidas en la superficie y las convierte en impulsos eléctricos. Se instala a una cota de menos veinte centímetros (-20cm) y la superficie de detección alcanza un radio de seis (6) a diez (10) metros para personas y hasta cuarenta metros (40m) para vehículos. Se puede asociar varios sensores en una unidad analizadora que controla una zona, no siendo recomendado que sobrepasen el número de veinticinco (25) unidades.
- **Cables radiantes.** Sistema constituido por uno o más cables radiantes de señales electromagnéticas y uno o varios cables de recepción que actúan como antenas receptoras, enterrados todos ellos paralelamente a una cota de menos treinta centímetros (-30cm) y separados entre sí de uno (1) a tres (3) metros. El número de conductores enterrados dependerá de la anchura que se quiera proteger en el perímetro. El funcionamiento de este sistema, consiste en dos cables coaxiales de tipo especial a los que

se les han practicado unas ranuras en su apantallamiento de una longitud de onda tal que permite que la energía eléctrica de uno de ellos sea radiada y recibida en el otro. La distancia entre ranuras y la frecuencia de transmisión determinan la forma del campo electromagnético, que al ser interceptado por un objeto en movimiento, varía su composición produciéndose la detección de alarma. El ajuste del umbral de alarma es función de la masa del objeto y de la velocidad del movimiento en un tiempo predeterminado. la cobertura en línea máxima por zona es de trescientos metros (300 m), no siendo recomendable asociar más de diez zonas en un sólo sistema.

#### a-2) Detectores de interior. Clases

Dada la gran variedad de elementos detectores de intrusión existentes en el mercado, cuyo funcionamiento es similar y diferente su denominación o tipo, dependiendo del fabricante que los homologa, a continuación se describen los tipos fundamentales:

- **Electromecánicos.** Detectores que se activan al ejercer sobre ellos una presión o desplazamiento. Dada su fácil violación, sólo se utilizan como señalización informativa o asociados a sistemas operativos de control.
- **Electromagnéticos.** Detectores cuya activación se efectúa al ejercer una presión o desplazamiento sobre ellos, generando una señal de corriente eléctrica (impulso) que indica su condición de alarma.
- **Contacto magnético.** Elemento constituido por un contacto mecánico y un imán permanente que al variar sobre él una masa metálica, origina su activación. Es el más elemental de los detectores y se usa con gran generosidad en la señalización de puertas y ventanas, utilizándose de forma puntual o asociado en series según la zona a vigilar. Los tipos y características varían según el fabricante, pero su división real es de baja y alta potencia, utilizando cada tipo según la dimensión física de las puertas o ventanas a controlar.
- **Capacitivo.** Dispositivo que se activa con la variación de capacidad que se produce al aproximarse al elemento sensor. Elemento poco utilizado dado su alto porcentaje de falsas alarmas, coincidentes con cambios atmosféricos o ambientales. Sólo se instala en locales climatizados y para proteger objetos valiosos de poco volumen. El ajuste del umbral de alarma es muy delicado, debiendo detectar, como mínimo, una variación de capacidad de 5 pF.
- **Detector de movimiento.** Dispositivo que utiliza como señal de detección el vídeo transmitido por una cámara de televisión, al producirse una variación predeterminada de nivel lumínico en la zona vigilada. Todos los videosensores están controlados por un microprocesador que dependiendo de su capacidad ofrece una amplia gama de prestaciones, por lo que difícilmente se pueden resumir condicionantes fundamentales. Se recomienda su instalación en recintos cubiertos.
- **Detector de movimiento ultrasónico.** Detector constituido, fundamentalmente, por un emisor y un receptor de ultrasonidos que se activa al producirse determinadas variaciones de frecuencia en la señal reflejada originada por un cuerpo en movimiento (Efecto Doppler). La frecuencia de funcionamiento está comprendida entre 25 kHz y 50 kHz, evitando así que se sea audible por el oído humano. El campo de detección, dependiendo del tipo utilizado, estará comprendido entre cinco (5) y veinticinco (25) metros y la velocidad mínima del objeto detectado 0,3 m/s.
- **Detector de infrarrojos pasivos.** Detector que capta la variación de radiación infrarroja que generan los elementos que perturban una zona vigilada (cuerpo humano o animal). Este detector reacciona sólo frente a variaciones rápidas de temperatura, excluyendo los incrementos producidos por agentes ambientales. El cuerpo humano emite una radiación infrarroja a temperatura ambiente de 10 mW de potencia en una longitud de onda de 10 mm, umbral que sirve de ajuste en el detector. Con el fin de eliminar otras fuentes de radiación (luz solar, focos, etc.) se montan filtros que permitan el paso de frecuencias comprendidas

entre 7 y 14 mm. La zona de detección se halla comprendida, normalmente, entre tres (3) y quince (15) metros con un ángulo de ciento veinte grados (120°), no debiéndose utilizar, nunca, en espacios donde la luz solar sea directa, ni en ambientes con fuentes generadoras de calor.

- **Detector de microondas por efecto Doppler.** Dispositivo constituido por un emisor y receptor de microondas, que se activa al producirse determinadas variaciones de frecuencia en la señal reflejada, por un cuerpo en movimiento (se denomina vulgarmente sistemas de radar). Su funcionamiento es análogo a los detectores de ultrasónico, excepto en la frecuencia utilizada que, en estos equipos, suele estar en la banda de 10 GHz, equivalente a un longitud de onda de tres centímetros, siendo su principal ventaja frente a éstos, su rapidez de repuesta, fiabilidad y poder detectar objetos arrojados de origen no animal.
- **Detector piezoeléctrico.** Dispositivo capaz de captar y vibrar a la frecuencia de rotura de un cristal, basado en el efecto piezoeléctrico que puede ser definido como la polarización eléctrica que tiene lugar en ciertos cristales, cuando son sometidos a la acción de fatigas mecánicas. El margen de frecuencias que admite, según su utilización, está comprendido entre 100 kHz y 1 MHz.

Los detectores descritos en el apartado 32.4 nunca se instalan independientemente, sino concatenados en un sistema centralizado donde se analizan sus señales y se general las alimentaciones.

#### a-3) Canalizaciones y cableados

Las canalizaciones y cableados de los detectores que por sus características no precisan un tratamiento especial, se efectuarán con arreglo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El resto de detectores, que por sus características requieran un tratamiento especial en cableados y canalizaciones ordenando por el fabricante, estarán descritos en las hojas técnicas que acompañen al equipo.

Será siempre condición indispensable que las líneas de unión entre el detector y la unidad analizadora, estén sensados y protegidos contra manipulaciones fraudulentas. De la misma forma, estarán autoprotegidas las cajas de conexión y derivación.

#### Control de accesos

El Control de Accesos a un edificio o área de seguridad, tiene como objetivo fundamental comprobar la identidad de las personas que a él acceden y los materiales y objetos que se pretenden introducir, asegurándose que en ambos casos, son los autorizados por la reglamentación vigente.

Los controles de accesos pueden ser Manuales, Automáticos y Mixtos, según utilicen solamente sensores humanos, medios electrónicos o ambos conjuntos.

El control de accesos más generalizado es el mixto que utiliza los medios electrónicos adecuados y los suficientes recursos humanos para atenderlos. A él nos referimos en el presente Apartado por considerarlo de mayor interés.

#### b-1) Composición básica del control de accesos

Básicamente, un control de accesos estará compuesto por unos medios electrónicos que permitan el paso al área de seguridad de aquellas personas, previamente autorizadas y, a su vez, chequeen de forma automática, los bultos, materiales u objetos de los que sean portadores.

Dentro del contexto anterior, dispondrá de los medios suficientes (recursos humanos ayudados por medios técnicos) capaces de identificar y archivar documentación de otras personas que, sin estar autorizadas previamente, necesiten acceder al área de seguridad aleatoriamente por trabajos, gestión o visita.

#### b-2) Tarjeta de identificación personal

Es el distintivo o acreditación personal que permite identificar a una persona autorizada a pasar y permanecer en el área de seguridad.

Serán construidas en materiales no violables y de difícil falsificación, llevando impresas en la parte anterior, la fotografía, nombre de DNI de la persona autorizada y señalado en colores llamativos su nivel de autorización inserto en la propia tarjeta, y de forma no visible, se codificarán las claves necesarias para el control automático de paso y apertura de las áreas de seguridad.

Se dispondrá de otro tipo de tarjeta denominada de visita o tránsito, codificada y señalizada según el nivel que se desea autorizar, que se asignará a una persona que, sin estar autorizada previamente, sea necesario efectuar en ese momento.

Existen en el mercado innumerables tipos de tarjetas de identificación, cuya fabricación y configuración han sido objeto de patentes individualizadas y que se suministran ellas o los medios de confección, por el fabricante autorizado según el tipo de control elegido.

Los modelos más usados en el mercado son:

- Tarjeta con banda magnética incorporada, donde se codifican las claves.
- Tarjeta de código capacitativo, en la que el suministrador facilita el soporte donde, en su interior, están dispuestos los elementos que configuran la codificación, uniendo a este soporte los datos señalados en el párrafo segundo de este apartado.
- Tarjeta de efecto Wiegand, similar a la anterior, utilizando como identificación del código fijado, pequeños conductores de corta longitud que emiten pulsaciones binarias.
- Tarjetas de circuitos sintonizados de radio-frecuencia insertos en el soporte, cuya alteración en la proximidad del lector compone la clave predeterminada. Igual que en las anteriores el soporte codificado lo suministra el fabricante.

Otros medios de identificación más sofisticados y denominados de ALTA SEGURIDAD, consisten en un análisis de la huella dactilar, mano, emisión infrarroja de la cara, voz, etc., cuya instalación y mantenimiento son muy costosos y complejos.

#### b-3) Lectores de tarjeta

Elemento que permite leer la información grabada en las tarjetas de identificación, archivar sus datos y autorizar el paso a la zona de seguridad.

El lector de tarjetas será seleccionado de acuerdo con el tipo de tarjeta elegido, siendo sus características y método de instalación, los fijados por el fabricante.

Los lectores pueden ser autónomos o periféricos. Los primeros son capaces, sin otro elemento, de autorizar y archivar la información. El lector periférico está controlado por un microprocesador central en el que se hallan las bases de datos, estableciéndose un diálogo entre ambos elementos antes de decidir si se autoriza la entrada y se ordena el archivo de los datos grabados.

#### b-4) Unidad periférica de control

Elemento asociado al control de accesos que permite introducir datos y autorizar el acceso de personas que, previamente, no han sido autorizadas (visitas, trabajos, gestión, etc.).

Básicamente estará compuesta por una pantalla y un teclado alfanumérico y será operada por personal dedicado a Seguridad.

#### b-5) Microprocesador central

Elemento que controla, archiva y autoriza las informaciones procedentes de las unidades periféricas.

Su capacidad y programación serán en función de las necesidades de la instalación, aún cuando en el mercado se presentan como pequeña capacidad hasta un control de cien personas, media capacidad hasta quinientas personas y gran capacidad más de quinientas personas.

La programación contemplará, como mínimo:

1. archivo histórico;
2. altas;
3. bajas;
4. horarios;
5. autorizaciones especiales;
6. accesos a zonas restringidas;
7. posibilidad de extraer listados;
8. claves maestras de acceso a su operativa;
9. salidas para conexión de impresora;
10. pantalla de presentación de menús y resultados;
11. teclado alfanumérico operativo.

Dispondrá de una alimentación ininterrumpida producida por una fuente SAI o similar, capaz de mantener las memorias volátiles durante setenta y dos horas y la operatividad completa del sistema durante treinta minutos.

#### b-6) Medios técnicos de detección de materiales

Como se especifica en el apartado 32.4, el chequeo de materiales y objetos que se pretende introducir en un área de seguridad, puede realizarse por simple inspección ocular o por medios electrónicos de detección de forma automática.

Los equipos más comunes empleados en la detección son los detectores portátiles de metales, arcos detectores de metales, detectores de explosivos y equipos de Rayos X.

El funcionamiento de los detectores de metales, portátiles y arcos está basado en la característica que posee cualquier metal de composición férrica, de alterar el campo magnético creado por una bobina, originando una variación en la frecuencia de oscilación que dependerá de la masa de metal y su composición. El umbral de detección será ajustable y la masa mínima detectada no será superior a cincuenta gramos (50g) de metal férrico colocado en el punto medios de paso.

Detector de explosivos, vulgarmente de "olfato", son capaces de reconocer una ínfima cantidad de vapores de explosivo suspendido en el aire. Su funcionamiento esta basado en el principio de la captura de electrones y su análisis respecto a un gas noble (Argón), análisis que conduce, en muchas ocasiones, a error ya que se realiza en base a detectar compuestos nitrogenados. Actualmente otros equipos altamente sofisticados y de un costo muy elevado, utilizan la cromatografía de gases, como técnica de detección. Cualquier detector de explosivos debe reconocer, como mínimo, una parte de vapor de explosivo en un millón de vapor ambiente.

Los equipos de rayos X utilizados en el chequeo de paquetes sin necesidad de manipulación sobre ellos, son de dos tipos:

Equipos de Alta Dosis de Radiación y Equipos de Baja Dosis de Radiación.

Los Equipos de Alta Dosis que utilizan pantallas fluoroscópicas de presentación de imágenes, requieren un blindaje especial en el compartimento de inspección porque requieren unos 600 mR/segundo para producir una imagen visible al ojo humano y unas tensiones en placa de 100 kV que permitan un poder de penetración admisible en el objeto sometido a examen. La radiación medida a cinco centímetros (5 cm) de la cámara de inspección no será superior a 1 mR/h.

Los Equipos de Baja Dosis reciben esta denominación por trabajar con niveles de radiación que nunca superan valores de 10 mR/h en la cámara de inspección. La presentación de imagen se realiza mediante intensificadores en un monitor de TV. Los más utilizados son los de radiación pulsante y puntos flotantes, dependiendo del modelo utilizado y la tensión de trabajo a que se ajuste (80 kV/150 kV) el poder de penetración llega a sobrepasar una chapa de diez milímetros (10 mm) de acero. En cualquier caso, nunca se instalarán equipos de rayos X que superen una radiación de 1 mR/h a cinco centímetros de la cámara de inspección.

Sistemas de televisión en circuito cerrado (CCTV)

En una instalación de seguridad, el CCTV se utilizará como apoyo o complemento de las medidas de detección establecidas y en el Control de Accesos para identificación a distancia.

Nunca se debe instalar una cámara de TV para vigilar un área, si a ella no se asocia un sistema de detección, salvo en casos muy especiales donde la vigilancia deba ser permanente en cortos espacios de tiempo.

Toda vez que en un CCTV los equipos y configuración de sus elementos puede ser múltiple, de acuerdo en cada caso con las necesidades del "objetivo" a proteger, en los puntos siguientes se describen los elementos que, básicamente, lo conforman.

Cámara de televisión (TV). Elemento captador de imagen convirtiendo ésta en una señal eléctrica susceptible de ser enviada a distancia y, posteriormente, procesada. Básicamente, la podemos dividir, como elementos independientes, en sistema óptico y tubo de imagen que se combinarán adecuadamente según su aplicación específica.

- El sistema óptico puede ser fijo o motorizado. En el segundo de los supuestos todos los controles de iris y zoom son susceptibles de ajustar a distancia. La elección del sistema de óptica se hará de acuerdo con el área que se pretende vigilar y de acuerdo con las tablas normalizadas que los fabricantes suministran con estos equipos, si bien, generalmente, se utilizan ópticas normales de panorámica fija cuyo foco está comprendido entre doce (12) y veinticinco (25) milímetros, óptica gran angular, foco hasta ocho milímetros y medio (8,5mm) y en panorámica variable se utiliza normalmente zoom motorizado doce milímetros y medio (12,5mm)/setenta y cinco milímetros (75mm), reservando el resto de las ópticas a aplicaciones muy concretas.
- El tubo de imagen, selecciona el formato donde se impresiona la imagen que visualiza la óptica. Están normalizados los tubos de una pulgada (1"), cuya dimensión de imagen es un rectángulo de doce coma ocho milímetros (12,8mm) por nueve con seis milímetros (9,6mm) y dos tercios de pulgada (2/3"), de dimensiones ocho con ocho milímetros (8,8mm) por seis con seis milímetros (6,6mm). Los tubos de imagen pueden ser, Videcón, Ultracón y Newicón utilizándose, actualmente, sólo los dos últimos por sus prestaciones y larga duración. Actualmente, se comercializan las cámaras de estado sólido (CCDs) que sustituyen el tubo de imagen por una matriz semiconductor que cuyo número de puntos y líneas con que

está formada define la calidad y resolución de la imagen. Esta nueva técnica sustituirá a las tradicionales cámaras de TV.

- Nunca se permitirá la instalación de cámaras de TV, cuya resolución sea inferior a quinientas líneas. Las cámaras de televisión se instalarán según necesidades, en el interior y exterior de los "objetivos", debiendo ir las segundas protegidas con carcasa de intemperie, calefactores y limpiaparabrisas. Si éstas se instalan sobre posicionadores, el ángulo de giro horizontal será de trescientos sesenta grados (360°) y el vertical de noventa grados (90°).

#### Monitor de televisión

Elemento que recibe y procesa la señal eléctrica procedente de la cámara de TV, convirtiéndola en imagen.

Pueden ser en blanco/negro o color y atendiendo a sus dimensiones con seis pulgadas (6"), nueve pulgadas (9"), doce pulgadas (12"), dieciséis pulgadas (16"), etc. medida que indica la diagonal de la imagen o pantalla de presentación.

Todos los monitores de televisión dispondrán de controles exteriores de color, brillo y contraste, así como una salida auxiliar de vídeo para grabación

#### Red de video-grabación

Equipo compuesto por un secuenciador de video, asociado a una grabadora de vídeo y a un reloj digital de inserción en vídeo que aglutina y coordina las señales procedentes de las cámaras de TV distribuyéndolas a sus monitores correspondientes, de forma fija o secuencial y que, a su vez, bien automáticamente o de forma manual, ordena la grabación en vídeo de la señal deseada, quedando constancia sobre la misma de la fecha, hora, minuto y segundo. Su configuración y prestaciones serán siempre en función de las necesidades solicitadas, siendo, en la mayoría de los casos, necesaria su fabricación bajo pedido.

#### Sistemas de comunicaciones

Toda la instalación de seguridad debe disponer de un sistema de comunicaciones interior e independiente de los sistemas generales cuya utilización será exclusiva al personal de seguridad.

Las comunicaciones serán del tipo interfono bidireccional punto a punto, sin elementos de conmutación o selección, uniendo el Centro Control con el resto de los puestos de vigilancia.

Como complemento al punto anterior, cuando el personal de vigilancia precise hacer rondas o desplazamientos, debe establecer una comunicación vía radio con base en el Centro de Control, asignando un radioteléfono portátil a cada elemento de vigilancia. La asignación de frecuencias para estas comunicaciones debe autorizarlas la Oficina de Asignación Radioeléctrica del Ministerio de Transporte, que, actualmente, depende de la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones.

Cuando el "objetivo" a proteger es desatendido, semiatendido o simplemente los recursos humanos dedicados a vigilancia no constituyen un grupo de respuesta importante, se recomienda la transmisión de alarmas a distancia por línea telefónica a una Central Receptora Comercial, utilizando los transmisores normalizados por Telefónica, Retevisión, etc., o el envío de estas alarmas directamente a la Policía.

#### Centro control de seguridad

La instalación de seguridad en un "objetivo" debe ser controlada y supervisada desde un sólo punto, donde se reciban todas las informaciones y se coordinen las acciones a ejecutar. Este punto se denomina Centro Control de Seguridad.

Físicamente, el Centro de Control será un recinto blindado y situado lo más alejado de áreas muy transitables y en su interior dispondrá, como mínimo, de servicios sanitarios.

En su interior se instala la Consola de Control y Operación donde se reflejarán todas las indicaciones opto-acústicas de los sistemas de seguridad instalados, mandos de actuación de puertas, mandos operativos del CCTV, sistemas de comunicaciones y sistemas de vídeo y, en general, todos los elementos que de alguna forma intervienen directamente en la toma de decisiones. Dependiendo de su estructura y capacidad, puede ser controlado por un microprocesador, debiendo ser sus características y prestaciones las especificadas en el Proyecto.

#### Sistemas de alimentación

La instalación de alimentación a los sistemas de seguridad siempre estará centralizada en el Centro de Control y se calculará de tal forma su capacidad de autonomía que, sin suministro exterior de c.a. industrial, los sistemas se mantengan activos al menos durante ocho horas, si el Centro es atendido permanentemente y setenta y dos horas si es desatendido o semiatendido.

La instalación y líneas de alimentación se hará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, excepto en aquellos equipos que por sus características especiales los fabricantes establezcan normas complementarias que mejoren dicho Reglamento.

Los cableados y canalizaciones de la instalación de seguridad deben ser independiente de cualquier otro sistema, procurando dentro de lo posible, que discurren ocultos o empotrados en los paramentos, bajo tubos protectores, bandejas cerradas, etc.

### **32.5 Control de calidad**

#### Control de suministro

Se comprobará que los materiales y equipos se ajustan a los establecidos en el proyecto inicial y que la empresa suministradora es una empresa acreditada por el Ministerio de Interior o por el Ministerio de Defensa.

#### Control de ejecución

En el proyecto inicial se establecerán controles durante el proceso de ejecución de las instalaciones, de seguridad, vigilancia y control de accesos.

#### Control de recepción

Se comprobará que las instalaciones de seguridad, vigilancia y control de accesos, funcionan correctamente y que cumplen las especificaciones o requisitos establecidos en el PPTP y en particular las especificaciones de proyecto.

#### Criterios de aceptación y rechazo (tolerancias)

##### Aceptación o rechazo de los materiales

Se comprobará que los materiales satisfacen, con carácter general, las características establecidas en el PPTP y, en particular, las siguientes:

Los elementos y equipos de cualquier tipo que sean, estarán homologados o, alternativamente, aprobados por un laboratorio de reconocido prestigio.

Los equipos detectores del tipo Rayos X, detector de explosivos y aquellos otros que utilicen cámara de ionización o elementos radiactivos, estarán homologados por el Ministerio de Industria y Energía, de acuerdo con las Normas de Homologación de Apartados Radiactivos, según Orden del Ministerio de Industria de 20 de Marzo de 1975.

Los materiales que no satisfagan las características establecidas en el apartado 32.2 ó los elementos y equipos no homologados, de acuerdo con los apartados anteriores según su caso, serán rechazados.

#### Aceptación o rechazo de la instalación

Se comprobará que el proyecto y la instalación han sido realizados por una empresa autorizada por el Ministerio del Interior como Empresa instaladora de Seguridad y por el Ministerio de Defensa, según lo establecido en el apartado 32.3.

Se comprobará que la instalación satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en e PPTP y, en particular, en el apartado 32.4.

Se comprobará que la instalación y el conjunto de sistemas que la forman responden a la filosofía del proyecto realizado por la Empresa instaladora de Seguridad.

Si la instalación no satisface las condiciones establecidas en todos o algunos de los puntos anteriores, será motivo de rechazo total o parcial, hasta que se subsanen y modifiquen las anomalías detectadas.

#### Tratamiento de las no aceptaciones

Rechazo parcial.- Serán sustituidos los equipos, materiales e instalaciones que no satisfacen el proyecto, en el plazo que fije la Dirección de las obras y nunca en plazo superior a 30 días.

Rechazo total.- Se rescindirá el contrato con la empresa contratada, procediendo a la elección de nuevo contratista, sin perjuicio de las reclamaciones legales que correspondan.

## **32.6 Criterio de medición y abono**

### Sistemas perimetrales

#### Tubos para alojamiento de cables y/o hilos

La medición corresponderá a la longitud total de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones, soportes, bandejas, etc.

#### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

#### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Cajas de conexión o derivación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### Unidades detectoras

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Unidades analizadoras

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Control de accesos

#### Tubos para alojamiento de cables y/o hilos

La medición corresponderá a la longitud total de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones, soportes, bandejas, etc.

#### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

#### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Cajas de conexión o derivación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

#### Lectores de tarjetas

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Unidad periférica de control

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Microprocesador Central

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y programación.

#### Sistemas de detección de materiales

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

#### Sistema de televisión

##### Cámaras de Televisión

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### Tubos para alojamiento de cableados

La medición corresponderá a la longitud total de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones soportes, bandejas, etc.

##### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, bandeja, etc.

##### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### Cajas de conexión o derivación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

##### Monitor de televisión

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### Red de vídeo

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

##### Red de grabación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

## Sistemas de comunicación

### Tubos para alojamiento de cables y/o hilos

La medición corresponderá a la longitud total de tubería de igual diámetro y características, sin descontar elementos intermedios.

Se abonará por metros lineales (ml) de tubo completamente colocado, incluyendo la parte proporcional de accesorios, fijaciones, soportes, bandejas, etc.

### Cableado

La medición corresponderá a la longitud de cable de igual sección y características.

Se abonará por metros lineales (ml) de cable, completamente instalado en el interior del tubo, conexionado, etc.

### Cajas pasantes

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Cajas de conexión o derivación

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje y conexionado.

### Número de unidades periféricas fijas

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Central de comunicaciones

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Unidades de radio-teléfono

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Emisora base

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

### Cargadores de batería

La medición corresponderá al número de unidades empleadas de iguales características.

Se abonará por unidad colocada, incluso montaje.

## Centro control de seguridad

Unidades de obra física y blindajes

La medición de obra física y blindajes se realizará de acuerdo con la unidad de obra civil de que formen parte.

El abono se realizará de acuerdo con la unidad de obra civil de que formen parte.

Consola de control

La medición se realizará por unidad módulo tipo de iguales características.

El abono se realizará por unidad colocada, incluso montaje.

Unidad microprocesadora de control

La medición se realizará por unidad módulo tipo de iguales características.

El abono se realizará por unidad colocada, incluso montaje.

### Sistemas de alimentación (S.A.I.)

La medición y abono de los sistemas de alimentación eléctrica se realizarán de acuerdo con la unidad de obra correspondiente.

## 32.7 Normas de referencia

### Normas de obligado cumplimiento

Ley 23/1992 de 30 de julio, de Seguridad privada

Real Decreto 2364/1994 de 9 de diciembre. Se aprueba el Reglamento de Seguridad Privada.

Real Decreto 4/2008 de 11 de enero, modifica determinados artículos del Reglamento de Seguridad Privada

Real Decreto 1123/2001 de 19 de octubre por el que se modifica parcialmente el Reglamento de Seguridad Privada, aprobado por Real Decreto 2364/1994, de 9 de diciembre.

Orden del Ministerio del Interior de 23 de abril de 1997, Concreta determinados aspectos del Reglamento de Seguridad Privada.

Real Decreto del Ministerio del Interior 938/1997 de 20 de junio, por el que se completa la regulación de los requisitos de autorización de empresas de seguridad y los de habilitación del personal de seguridad privada

Real Decreto 277/2005 de 11 de marzo. Reglamento de Explosivos

Real Decreto 137/1993 de 29 de enero. Reglamento de Armas. Corrección de errores del Real Decreto 137/1993 de 29 de enero por Disposición de 21/4/93.

### Normas UNE

Las normas UNE que serán de obligado cumplimiento para las instalaciones que contempla el presente Pliego son las siguientes:

EN 1047-1:2005                      Unidades de almacenamiento de seguridad. Clasificación y métodos de ensayo

	de resistencia al fuego. Parte 1: muebles ignífugos y contenedores para soportes sensibles.
EN 1047-2:2009	Unidades de almacenamiento de seguridad. Clasificación y métodos de ensayo de resistencia al fuego. Parte 2: Cámaras y contenedores ignífugos (Ratificada por AENOR en enero de 2010.)
UNE 108132:2002	Blindajes opacos. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque por impacto de bala.
UNE 108142:1988	Rejas fijas. Características y ensayos de calificación.
UNE 108161:1986	Vehículos blindados. Especificaciones comunes.
UNE 108162:1986	Vehículos blindados. Vehículos de transporte de personal hasta nueve plazas.
UNE 108210:1986	Detectores. Clasificación.
UNE 43009:1953	Vidrio, vidrio plano. Ensayos de vidrios planos de seguridad. Ensayo de "planicidad".
UNE-EN 1063:2001	Vidrio de construcción, vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque por balas.
UNE-EN 1143-1:2012	Unidades de almacenamiento de seguridad. Requisitos, clasificación y métodos de ensayo para resistencia al robo. Parte 1: Cajas fuertes, puertas y cámaras acorazadas.
UNE-EN 1143-2:2002	Unidades de almacenamiento de seguridad. Requisitos, clasificación y métodos de ensayo para resistencia al robo. Parte 2: sistemas de depósito.
UNE-EN 356:2001	Vidrio de construcción, vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque manual.
UNE-EN 50131-2-2:2008	Sistema de alarma. Sistema de alarma de intrusión y atraco. Parte 2-2: Detectores de intrusión. Detectores de infrarrojos pasivos.
UNE-EN 50131-2-3:2009	Sistema de alarma. Sistema de alarma de intrusión y atraco. Parte 2-3: Requisitos para detectores de microondas.
UNE-EN 50131-2-4:2008	Sistema de alarma. Sistema de alarma de intrusión y atraco. Parte 2-4: Requisitos para detectores combinados de infrarrojos pasivos y microondas.
UNE-EN 50131-2-5:2009	Sistema de alarma. Sistema de alarma de intrusión y atraco. Parte 2-5: Requisitos para detectores combinados de infrarrojos pasivos y ultrasónicos.

#### Otras normas a aplicar

Los equipos y elementos no contemplados en este Artículo cuya normalización esté pendiente, se regularán por el apartado 32.2 y las reglas técnicas del fabricante, siempre que éstos no contravengan las Normas de Seguridad e Higiene del Trabajo y las Normas de Homologación de Aparatos Radiactivos, según la Orden Ministerial de 20 de marzo de 1975.

Las canalizaciones, cableados y suministro de energía se regulan por el Reglamento de Baja Tensión, a excepción de los cableados de Datos y Vídeo, cuyas reglas son especificadas del fabricante del equipo tratado.

Los equipos que utilicen para su funcionamiento la Red Telefónica deberán haber sido homologados por esta entidad.

Los equipos de comunicaciones cumplirán las recomendaciones de los comités consultivos internacionales en materia de radio y telefonía.

<b>PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS EN EL ÁMBITO DEL MINISTERIO DE DEFENSA .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTE 1 PRESCRIPCIONES GENERALES .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ALCANCE DE LAS PRESCRIPCIONES.....</b>	<b>1</b>
<b>3 DISPOSICIONES APLICABLES .....</b>	<b>1</b>
<b>4 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>7</b>
4.1 Facultades de la dirección.....	7
4.2 Ayudas a la dirección .....	8
<b>5 SUBCONTRATO DE OBRAS.....</b>	<b>8</b>
<b>6 ORDENES AL CONTRATISTA .....</b>	<b>8</b>
<b>7 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>9</b>
7.1 Contratación de personal - obligaciones sociales y laborales .....	9
7.2 Seguridad y Salud .....	9
7.3 Protección del medio ambiente .....	9
<b>8 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .....</b>	<b>9</b>
8.1 Planos a suministrar por la Dirección.....	9
8.2 Planos a suministrar por el contratista .....	10
8.3 Contradicciones, omisiones y errores .....	10
<b>9 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS .....</b>	<b>11</b>
9.1 Conocimiento del emplazamiento de las obras.....	11
9.2 Plan de obra .....	11
9.3 Replanteos de detalle.....	11
9.4 Accesos a las obras y tajos .....	12
9.5 Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares.....	12
9.6 Maquinaria y medios auxiliares .....	13
9.7 Materiales .....	13
9.8 Acopio de materiales .....	13
9.9 Conservación de las obras durante su ejecución.....	14
<b>10 ABONO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>14</b>
10.1 Medición de la obra ejecutada.....	14
10.2 Abono a cuenta por materiales acopiados .....	14
<b>PARTE 2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.....</b>	<b>15</b>
<b>1 CONGLOMERANTES.....</b>	<b>15</b>
1.1 Cales.....	15
1.1.1 Definición .....	15
1.1.2 Condiciones generales .....	15
1.1.3 Control de calidad .....	15
1.1.4 Criterio de medición y abono .....	16
1.1.5 Normas de referencia .....	16
1.2 Cementos .....	16
1.2.1 Definición .....	16
1.2.2 Condiciones generales .....	16
1.2.3 Control de calidad .....	16
1.2.4 Criterio de medición y abono .....	16

1.2.5	Normas de referencia .....	17
1.3	Yesos y escayolas .....	17
1.3.1	Definición .....	17
1.3.2	Condiciones generales .....	17
1.3.3	Control de calidad .....	17
1.3.4	Criterio de medición y abono .....	17
1.3.5	Normas de referencia .....	17
2.1	Betunes Asfálticos .....	18
2.1.1	Definición .....	18
2.1.2	Condiciones generales .....	18
2.1.3	Control de calidad .....	19
2.1.4	Criterio de medición y abono .....	20
2.1.5	Normas de referencia .....	20
2.2	Betunes asfálticos fluidificados.....	20
2.2.1	Definición .....	20
2.2.2	Condiciones generales .....	21
2.2.3	Control de calidad .....	21
2.2.4	Criterio de medición y abono .....	23
2.2.5	Normas de referencia .....	23
2.3	Emulsiones bituminosas.....	23
2.3.1	Definición .....	23
2.3.3	Control de calidad .....	27
2.3.4	Criterio de medición y abono .....	28
2.3.5	Normas de referencia .....	28
2.4	Betunes fluxados .....	29
2.4.1	Definición .....	29
2.4.2	Condiciones generales .....	29
2.4.3	Control de calidad .....	30
2.4.4	Criterio de medición y abono .....	32
2.4.5	Normas de referencia .....	32
2.5	Betunes asfálticos modificados con polímeros .....	32
2.5.1	Definición .....	32
2.5.2	Condiciones generales .....	32
2.5.3	Control de calidad .....	33
2.5.4	Criterio de medición y abono .....	34
2.5.5	Normas de referencia .....	34
2.6	Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros.....	35
2.6.1	Definición .....	35
2.6.2	Condiciones generales .....	35
2.6.3	Control de calidad .....	35
2.6.4	Criterio de medición y abono .....	36
2.6.5	Normas de referencia .....	37
<b>3</b>	<b>ACEROS .....</b>	<b>38</b>
3.1	Armaduras pasivas .....	38
3.1.1	Definición .....	38
3.1.2	Condiciones generales.....	38
3.1.3	Control de calidad .....	38
3.1.4	Criterio de medición y abono .....	38
3.1.5	Normas de referencia .....	39
3.2	Armaduras activas .....	39
3.2.1	Definición .....	39
3.2.2	Condiciones generales .....	39
3.2.3	Control de calidad .....	39
3.2.4	Criterio de medición y abono .....	40
3.2.5	Normas de referencia .....	40
3.3	Acero laminado para estructuras.....	40
3.3.1	Definición .....	40

3.3.2	Condiciones generales .....	40
3.3.3	Control de calidad .....	40
3.3.4	Criterio de medición y abono .....	40
3.3.5	Normas de referencia .....	41
<b>4</b>	<b>MATERIALES CERÁMICOS .....</b>	<b>42</b>
4.1	Ladrillos .....	42
4.1.1	Definición .....	42
4.1.2	Condiciones generales .....	42
4.1.3	Control de calidad .....	42
4.1.4	Criterio de medición y abono .....	43
4.1.5	Normas de referencia .....	43
4.2	Tejas .....	43
4.2.1	Definición .....	43
4.2.2	Condiciones generales .....	44
4.2.3	Control de calidad .....	44
4.2.4	Criterio de medición y abono .....	44
4.2.5	Normas de referencia .....	44
4.3	Baldosas cerámicas .....	45
4.3.1	Definición .....	45
4.3.2	Condiciones generales .....	45
4.3.3	Control de calidad .....	45
4.3.4	Criterio de medición y abono .....	46
4.3.5	Normas de referencia .....	46
4.4	Piezas cerámicas para forjados .....	47
4.4.1	Definición .....	47
4.4.2	Condiciones generales .....	48
4.4.3	Control de calidad .....	48
4.4.4	Criterio de medición y abono .....	48
4.4.5	Normas de referencia .....	48
<b>5</b>	<b>PREFABRICADOS DE CEMENTO .....</b>	<b>49</b>
5.1	Baldosas de cemento .....	49
5.1.1	Definición .....	49
5.1.2	Condiciones generales .....	49
5.1.3	Control de calidad .....	49
5.1.4	Criterio de medición y abono .....	50
5.1.5	Normas de referencia .....	50
5.2	Productos de cemento reforzado con fibras.....	50
5.2.1	Definición .....	50
5.2.2	Condiciones generales .....	51
5.2.3	Control de calidad .....	51
5.2.4	Criterio de medición y abono .....	52
5.2.5	Normas de referencia .....	52
5.3	Elementos para forjados unidireccionales.....	53
5.3.1	Definición .....	53
5.3.2	Condiciones generales .....	53
5.3.3	Control de calidad .....	53
5.3.4	Criterio de medición y abono .....	54
5.3.5	Normas de referencia .....	54
<b>6</b>	<b>MATERIALES METÁLICOS NO FÉRREOS Y ALEACIONES.....</b>	<b>55</b>
6.1	Definición .....	55
6.2	Condiciones generales .....	55
6.3	Control de calidad.....	55
6.4	Criterio de medición y abono.....	55
6.5	Normas de referencia .....	55
<b>7</b>	<b>PIEDRA .....</b>	<b>57</b>

7.1	Piedra natural .....	57
7.1.1	Definición .....	57
7.1.2	Condiciones generales .....	57
7.1.3	Control de calidad .....	57
7.1.4	Criterio de medición y abono .....	58
7.1.5	Normas de referencia .....	58
7.2	Piedra aglomerada .....	60
7.2.1	Definición .....	60
7.2.2	Condiciones generales .....	60
7.2.3	Control de calidad .....	60
7.2.4	Criterio de medición y abono .....	61
7.2.5	Normas de referencia .....	61
<b>8</b>	<b>PINTURA.....</b>	<b>62</b>
8.1	Pinturas.....	62
8.1.1	Definición .....	62
8.1.2	Características generales de las pinturas.....	63
8.1.3	Normas de referencia .....	64
8.2	Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de metales féreos.....	64
8.2.1	Definición .....	64
8.2.2	Condiciones generales .....	65
8.2.3	Control de calidad .....	65
8.2.4	Criterio de medición y abono .....	65
8.2.5	Normas de referencia .....	65
8.3	Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro, para imprimación anticorrosiva de materiales féreos.....	66
8.3.1	Definición .....	66
8.3.2	Condiciones generales .....	66
8.3.3	Control de calidad .....	66
8.3.4	Criterio de medición y abono .....	67
8.3.5	Normas de referencia .....	67
8.4	Pinturas a base de resinas epoxi para imprimación anticorrosiva de materiales féreos y en acabado de superficies metálicas .....	67
8.4.1	Definición .....	67
8.5	Pintura de alquitrán-epoxi.....	67
8.5.1	Definición .....	67
8.5.2	Condiciones generales .....	68
8.5.3	Control de calidad .....	68
8.5.4	Criterio de medición y abono .....	68
8.5.5	Normas de referencia .....	68
8.6	Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas.....	69
8.6.1	Definición .....	69
8.6.2	Condiciones generales .....	69
8.6.3	Control de calidad .....	69
8.6.4	Criterio de medición y abono .....	70
8.7	Pinturas de aluminio para fondo y acabado de superficies metálicas .....	70
8.7.1	Definición .....	70
8.7.2	Condiciones generales .....	70
8.7.3	Control de calidad .....	70
8.7.4	Criterio de medición y abono .....	71
8.8	Pinturas al clorocaucho para acabado de superficies metálicas .....	71
8.8.1	Definición .....	71
8.8.2	Condiciones generales .....	71
8.8.3	Criterio de medición y abono .....	71
8.9	Pinturas de albayalde blancas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos....	71
8.9.1	Definición .....	71
8.9.2	Condiciones generales .....	71
8.9.3	Control de calidad .....	72

8.9.4	Criterio de medición y abono .....	72
8.10	Pinturas rojas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos .....	72
8.10.1	Definición .....	72
8.10.2	Condiciones generales .....	72
8.10.3	Control de calidad .....	72
8.10.4	Criterio de medición y abono .....	73
8.11	Pintura al temple.....	73
8.11.1	Definición .....	73
8.11.2	Condiciones generales .....	73
8.11.3	Criterio de medición y abono .....	73
8.12	Pintura a la cal.....	73
8.12.1	Definición .....	73
8.12.2	Condiciones generales .....	74
8.12.3	Control de calidad .....	74
8.12.4	Criterio de medición y abono .....	74
8.13	Pintura al silicato.....	74
8.13.1	Definición .....	74
8.13.2	Condiciones generales .....	74
8.13.3	Criterio de medición y abono .....	74
8.14	Pintura al cemento.....	75
8.14.1	Definición .....	75
8.14.2	Condiciones generales .....	75
8.14.3	Criterio de medición y abono .....	75
8.15	Pintura plástica .....	75
8.15.1	Definición .....	75
8.15.2	Condiciones generales .....	75
8.15.3	Criterio de medición y abono .....	75
8.16	Pintura al óleo.....	75
8.16.1	Condiciones generales .....	76
8.16.2	Control de calidad .....	76
8.16.3	Criterio de medición y abono .....	76
8.17	Pinturas al esmalte graso y al esmalte sintético .....	76
8.17.1	Definición .....	76
8.17.2	Condiciones generales .....	76
8.17.3	Control de calidad .....	76
8.17.4	Criterio de medición y abono .....	77
8.18	Pintura martelé .....	77
8.18.1	Definición .....	77
8.18.2	Condiciones generales .....	77
8.18.3	Criterio de medición y abono .....	77
8.19	Laca nitrocelulosica .....	77
8.19.1	Definición .....	77
8.19.2	Condiciones generales .....	77
8.20	Barnices.....	78
8.20.1	Definición .....	78
8.20.2	Condiciones generales .....	78
8.20.3	Criterio de medición y abono .....	78
8.21	Pinturas a emplear en marcas viales reflexivas .....	78
8.21.1	Definición .....	78
8.21.2	Condiciones generales .....	78
8.21.3	Criterio de medición y abono .....	78
<b>9</b>	<b>MADERA .....</b>	<b>79</b>
9.1	Definición .....	79
9.2	Condiciones generales .....	79
9.3	Control de calidad.....	79

9.4	Criterio de medición y abono.....	79
9.5	Normas de referencia.....	79
<b>10</b>	<b>TUBERÍAS .....</b>	<b>80</b>
10.1	Tuberías de acero .....	80
10.1.1	Definición .....	80
10.1.2	Control de calidad.....	80
10.1.3	Criterio de medición y abono.....	80
10.1.4	Normas de referencia .....	81
10.2	Tuberías de cobre .....	81
10.2.1	Definición .....	81
10.2.2	Control de calidad.....	81
10.2.3	Criterio de medición y abono.....	82
10.2.4	Normas de referencia .....	82
10.3	Tuberías de fundición.....	82
10.3.1	Definición .....	82
10.3.2	Control de calidad.....	82
10.3.3	Criterio de medición y abono.....	82
10.3.4	Normas de referencia .....	82
10.4	Tuberías de fibrocemento.....	83
10.4.1	Definición .....	83
10.4.2	Condiciones generales .....	83
10.4.3	Control de calidad.....	83
10.4.4	Criterio de medición y abono.....	83
10.4.5	Normas de referencia .....	84
10.5	Tuberías de policloruro de vinilo.....	84
10.5.1	Definición .....	84
10.5.2	Control de calidad.....	85
10.5.3	Criterio de medición y abono.....	85
10.5.4	Normas de referencia .....	85
10.6	Tuberías de polietileno .....	86
10.6.1	Definición .....	86
10.6.2	Control de calidad.....	86
10.6.3	Criterio de medición y abono.....	86
10.6.4	Normas de referencia .....	86
10.7	Tuberías de hormigón .....	87
10.7.1	Definición .....	87
10.7.2	Condiciones generales .....	87
10.7.3	Control de calidad.....	87
10.7.4	Criterio de medición y abono.....	87
10.7.5	Normas de referencia .....	87
10.8	Tuberías de gres.....	88
10.8.1	Definición .....	88
10.8.2	Condiciones generales .....	89
10.8.3	Control de calidad.....	89
10.8.4	Criterio de medición y abono.....	89
10.8.5	Normas de referencia .....	89
<b>11</b>	<b>MATERIALES VARIOS.....</b>	<b>91</b>
11.1	Agua a emplear en morteros y hormigones .....	91
11.1.1	Definición .....	91
11.1.2	Condiciones generales .....	91
11.1.3	Control de calidad.....	91
11.1.4	Criterio de medición y abono.....	91
11.2	Áridos para hormigones .....	91
11.2.1	Definición .....	91
11.2.2	Condiciones generales .....	92
11.2.3	Control de calidad.....	92

11.2.4	Control de medición y abono .....	92
11.2.5	Normas de referencia .....	92
11.3	Aditivos a emplear en hormigones .....	92
11.3.1	Definición .....	92
11.3.2	Condiciones generales .....	92
11.3.3	Control de calidad .....	92
11.3.4	Criterio de medición y abono .....	93
11.3.5	Normas de referencia .....	93
11.4	Productos filmógenos de curado .....	93
11.4.1	Definición .....	93
11.4.2	Condiciones generales .....	93
11.4.3	Control de calidad .....	93
11.4.4	Criterio de medición y abono .....	94
11.5	Poliestireno expandido .....	94
11.5.1	Definición .....	94
11.5.2	Condiciones generales .....	94
11.5.3	Control de calidad .....	94
11.5.4	Criterio de medición y abono .....	95
11.5.5	Normas de referencia .....	95
11.6	Morteros para albañilería.....	95
11.6.1	Definición .....	95
11.6.2	Condiciones generales .....	95
11.6.3	Control de calidad .....	95
11.6.4	Criterio de medición y abono .....	97
11.6.5	Normas de referencia .....	97
11.7	Lechadas de cemento .....	99
11.7.1	Definición .....	99
11.7.2	Condiciones generales .....	99
11.7.3	Control de calidad .....	99
11.7.4	Criterio de medición y abono .....	100
11.7.5	Normas de referencia .....	100
11.8	Productos de resina epoxi .....	100
11.8.1	Definición .....	100
11.8.2	Condiciones generales .....	100
11.8.3	Condiciones de ejecución .....	101
11.8.4	Control de calidad .....	102
11.8.5	Criterio de medición y abono .....	102
11.8.6	Normas de referencia .....	103
<b>PARTE 3</b>	<b>CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS UNIDADES DE OBRA.....</b>	<b>104</b>
<b>1</b>	<b>ESTUDIO, TRATAMIENTO Y RECALCE DEL TERRENO.....</b>	<b>104</b>
1.1	Estudios Geotécnicos.....	104
1.1.1	Definición .....	104
1.1.2	Materiales.....	104
1.1.3	Condiciones generales .....	104
1.1.4	Condiciones de ejecución .....	106
1.1.5	Control de calidad .....	124
1.1.6	Criterio de medición y abono .....	124
1.1.7	Normas de referencia .....	124
1.2	Tratamientos de inyecciones del terreno .....	127
1.2.1	Inyecciones del terreno.....	127
1.2.1.1	Definición.....	127
1.2.1.2	Materiales.....	129
1.2.1.3	Condiciones generales.....	136
1.2.1.4	Condiciones de ejecución .....	139
1.2.1.5	Control de calidad.....	145
1.2.1.6	Criterio de medición y abono.....	147
1.2.1.7	Normas de referencia.....	147
1.2.2	Inyecciones del terreno con mezclas de cemento.....	148

1.2.2.1	Definición.....	148
1.2.2.2	Materiales.....	149
1.2.2.3	Condiciones generales.....	150
1.2.2.4	Condiciones de ejecución.....	151
1.2.2.5	Control de calidad.....	153
1.2.2.6	Criterio de medición y abono.....	154
1.2.2.7	Normas de referencia.....	154
1.2.3	Inyecciones del terreno con silicatos.....	154
1.2.3.1	Definición.....	154
1.2.3.2	Materiales.....	155
1.2.3.3	Condiciones generales.....	155
1.2.3.4	Condiciones de ejecución.....	155
1.2.3.5	Control de calidad.....	156
1.2.3.6	Criterio de medición y abono.....	158
1.2.3.7	Normas de referencia.....	158
1.2.4	Inyecciones del terreno con resinas.....	158
1.2.4.1	Definición.....	158
1.2.4.2	Materiales.....	159
1.2.4.3	Condiciones generales.....	160
1.2.4.4	Condiciones de ejecución.....	160
1.2.4.5	Control de calidad.....	162
1.2.4.6	Criterio de medición y abono.....	163
1.2.4.7	Normas de referencia.....	163
1.2.5	Inyecciones en terrenos cavernosos.....	163
1.2.5.1	Definición.....	163
1.2.5.2	Materiales.....	164
1.2.5.3	Condiciones generales.....	164
1.2.5.4	Condiciones de ejecución.....	165
1.2.5.5	Control de calidad.....	165
1.2.5.6	Criterio de medición y abono.....	165
1.2.5.7	Normas de referencia.....	165
1.3	Pilotajes.....	165
1.3.1	Pilotes de hormigón in situ.....	165
1.3.1.1	Definición.....	165
1.3.1.2	Materiales.....	166
1.3.1.3	Condiciones generales.....	167
1.3.1.4	Condiciones de ejecución.....	168
1.3.1.5	Control de calidad.....	174
1.3.1.6	Criterio de medición y abono.....	176
1.3.1.7	Normas básicas de referencia.....	176
1.3.2	Pilotes hincados.....	176
1.3.2.1	Definición.....	176
1.3.2.2	Materiales.....	176
1.3.2.3	Condiciones generales.....	178
1.3.2.4	Condiciones de ejecución.....	179
1.3.2.5	Control de calidad.....	182
1.3.2.6	Criterio de medición y abono.....	183
1.3.2.7	Normas de referencia.....	183
1.3.3	Micropilotes de tubo de acero.....	183
1.3.3.1	Definición.....	183
1.3.3.2	Materiales.....	184
1.3.3.3	Condiciones generales.....	184
1.3.3.4	Condiciones de ejecución.....	186
1.3.3.5	Control de calidad.....	187
1.3.3.6	Criterio de medición y abono.....	188
1.3.3.7	Normas de referencia.....	188
1.3.4	Pantallas de hormigón en zanja.....	188
1.3.4.1	Definición.....	188
1.3.4.2	Materiales.....	189
1.3.4.3	Condiciones generales.....	192
1.3.4.4	Condiciones de ejecución.....	193
1.3.4.5	Control de calidad.....	198

1.3.4.6	Criterio de medición y abono.....	199
1.3.4.7	Normas de referencia.....	199
1.3.5	Pantallas de bentonita en zanja.....	199
1.3.5.1	Definición.....	199
1.3.5.2	Materiales.....	200
1.3.5.3	Condiciones generales.....	201
1.3.5.4	Condiciones de ejecución.....	201
1.3.5.5	Control de calidad.....	203
1.3.5.6	Criterio de medición y abono.....	203
1.3.5.7	Normas de referencia.....	203
1.3.6	Tablestacado metálico.....	203
1.3.6.1	Definición.....	203
1.3.6.2	Condiciones generales.....	203
1.3.6.2	Materiales.....	204
1.3.6.3	Condiciones generales.....	206
1.3.6.4	Condiciones de ejecución.....	206
1.3.6.5	Control de calidad.....	207
1.3.6.6	Criterio de medición y abono.....	208
1.3.6.7	Normas de referencia.....	208
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES.....</b>	<b>210</b>
2.1	Desbroce del terreno (Art. 300 PG3).....	210
2.1.1	Definición.....	210
2.1.2	Materiales.....	210
2.1.3	Condiciones generales.....	210
2.1.4	Condiciones de ejecución.....	210
2.1.5	Control de calidad.....	210
2.1.6	Criterio de medición y abono.....	210
2.1.7	Normas de referencia.....	210
2.2	Demoliciones (Art 301 PG 3).....	210
2.2.1	Definición.....	210
2.2.2	Materiales.....	211
2.2.3	Condiciones generales.....	211
2.2.4	Condiciones de ejecución.....	211
2.2.5	Control de calidad.....	211
2.2.6	Criterio de medición y abono.....	211
2.2.7	Normas de referencia.....	211
2.3	Escarificación y compactación (Art 302 PG3).....	211
2.3.1	Definición.....	211
2.3.2	Materiales.....	211
2.3.3	Condiciones generales.....	211
2.3.4	Condiciones de ejecución.....	212
2.3.5	Control de calidad.....	212
2.3.6	Criterio de medición y abono.....	212
2.3.7	Normas de referencia.....	212
2.4	Escarificación y compactación del firme existente.....	212
2.4.1	Definición.....	212
2.4.2	Materiales.....	212
2.4.3	Condiciones generales.....	212
2.4.4	Condiciones de ejecución.....	212
2.4.5	Control de calidad.....	212
2.4.6	Criterio de medición y abono.....	212
2.4.7	Normas de referencia.....	212
2.5	Prueba con supercompactador (Art 304 PG3).....	213
2.5.1	Definición.....	213
2.5.2	Materiales.....	213
2.5.3	Condiciones generales.....	213
2.5.4	Condiciones de ejecución.....	213
2.5.5	Control de calidad.....	213
2.5.6	Criterio de medición y abono.....	213
2.5.7	Normas de referencia.....	213

2.6	Excavación de la explanación y préstamos (Art 320 PG3)	213
2.6.1	Definición	213
2.6.2	Materiales	213
2.6.3	Condiciones generales	214
2.6.4	Condiciones de ejecución	214
2.6.5	Control de calidad	214
2.6.6	Criterio de medición y abono	214
2.6.7	Normas de referencia	214
2.7	Excavación en zanjas y pozos (Art. 321 PG3)	214
2.7.1	Definición	214
2.7.2	Materiales	214
2.7.3	Condiciones generales	214
2.7.4	Condiciones de ejecución	214
2.7.5	Control de calidad	214
2.7.6	Criterio de medición y abono	214
2.7.7	Normas de referencia	215
2.8	Excavación especial de taludes en roca (Art 322 PG 3)	215
2.8.1	Definición	215
2.8.2	Materiales	215
2.8.3	Condiciones generales	215
2.8.4	Condiciones de ejecución	215
2.8.5	Control de calidad	215
2.8.6	Criterio de medición y abono	215
2.8.7	Normas de referencia	215
2.9	Terraplenes (Art 330 PG 3)	216
2.9.1	Definición	216
2.9.2	Materiales	216
2.9.3	Condiciones generales	216
2.9.4	Condiciones de ejecución	216
2.9.5	Control de calidad	216
2.9.6	Criterio de medición y abono	216
2.9.7	Normas de referencia	216
2.10	Pedraplenes (Art 331 PG 3)	216
2.10.1	Definición	216
2.10.2	Materiales	217
2.10.3	Condiciones generales	217
2.10.4	Condiciones de ejecución	217
2.10.5	Control de calidad	217
2.10.6	Criterios de medición y abono	217
2.10.7	Normas de referencia	217
2.11	Rellenos localizados (Art 332 PG 3)	217
2.11.1	Definición	217
2.11.2	Materiales	218
2.11.3	Condiciones generales	218
2.11.4	Condiciones de ejecución	218
2.11.5	Control de calidad	218
2.11.6	Criterios de medición y abono	218
2.11.7	Normas de referencia	218
2.12	Rellenos todo uno (Art 333 PG 3)	218
2.12.1	Definición	218
2.12.2	Materiales	219
2.12.3	Condiciones generales	219
2.12.4	Condiciones de ejecución	219
2.12.5	Control de calidad	219
2.12.6	Criterios de medición y abono	219
2.12.7	Normas de referencia	219
2.13	Terminación y refino de la explanada (Art 340 PG 3)	219
2.13.1	Definición	219
2.13.2	Materiales	219

2.13.3	Condiciones generales .....	219
2.13.4	Condiciones de ejecución .....	219
2.13.5	Control de calidad .....	220
2.13.6	Criterios de medición y abono .....	220
2.13.7	Normas de referencia .....	220
2.14	Refino de taludes (Art 341 PG3) .....	220
2.14.1	Definición .....	220
2.14.2	Materiales.....	220
2.14.3	Condiciones generales .....	220
2.14.4	Condiciones de ejecución .....	220
2.14.5	Control de calidad .....	220
2.14.6	Criterios de medición y abono .....	220
2.14.7	Normas de referencia .....	220
2.15	Cunetas de hormigón ejecutadas en obra (Art 400 PG 3) .....	221
2.15.1	Definición .....	221
2.15.2	Materiales.....	221
2.15.3	Condiciones generales .....	221
2.15.4	Condiciones de ejecución .....	221
2.15.5	Control de calidad .....	221
2.15.6	Criterios de medición y abono .....	221
2.15.7	Normas de referencia .....	221
2.16	Cunetas prefabricadas (Art 401 PG3) .....	221
2.16.1	Definición .....	221
2.16.2	Materiales.....	221
2.16.3	Condiciones generales .....	222
2.16.4	Condiciones de ejecución .....	222
2.16.5	Control de calidad .....	222
2.16.6	Criterios de medición y abono .....	222
2.16.7	Normas de referencia .....	222
2.17	Arquetas y pozos de registro (Art 410 PG3) .....	222
2.17.1	Definición .....	222
2.17.2	Materiales.....	222
2.17.3	Condiciones generales .....	222
2.17.4	Condiciones de ejecución .....	222
2.17.5	Control de calidad .....	222
2.17.6	Criterios de medición y abono .....	223
2.17.7	Normas de referencia .....	223
2.18	Imbornales y sumideros (Art 411 PG 3) .....	223
2.18.1	Definición .....	223
2.18.2	Materiales.....	223
2.18.3	Condiciones generales .....	223
2.18.4	Condiciones de ejecución .....	223
2.18.5	Control de calidad .....	223
2.18.6	Criterios de medición y abono .....	223
2.18.7	Normas de referencia .....	223
2.19	Tubos de acero corrugado y galvanizado (Art 412 PG3) .....	224
2.19.1	Definición .....	224
2.19.2	Materiales.....	224
2.19.3	Condiciones generales .....	224
2.19.4	Condiciones de ejecución .....	224
2.19.5	Control de calidad .....	224
2.19.6	Criterios de medición y abono .....	224
2.19.7	Normas de referencia .....	224
2.20	Zanjas drenantes (Art 420 PG3).....	224
2.20.1	Definición .....	224
2.20.2	Materiales.....	225
2.20.3	Condiciones generales .....	225
2.20.4	Condiciones de ejecución .....	225
2.20.5	Control de calidad .....	225

2.20.6	Criterios de medición y abono .....	225
2.20.7	Normas de referencia .....	225
2.21	Rellenos localizados de material drenante (Art 421 PG 3) .....	225
2.21.1	Definición .....	225
2.21.2	Materiales.....	225
2.21.3	Condiciones generales .....	226
2.21.4	Condiciones de ejecución.....	226
2.21.5	Control de calidad .....	226
2.21.6	Criterios de medición y abono .....	226
2.21.7	Normas de referencia .....	226
2.22	Geotextiles como elemento de separación y de filtro.....	226
2.22.1	Definición .....	226
2.22.2	Materiales.....	226
2.22.3	Condiciones generales .....	226
2.22.4	Condiciones de ejecución.....	226
2.22.5	Control de calidad .....	226
2.22.6	Criterios de medición y abono .....	227
2.22.7	Normas de referencia .....	227
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS DE HORMIGÓN.....</b>	<b>228</b>
3.1	Pavimentos de hormigón.....	228
3.1.1	Definición (Artículo 550.1 PG3) .....	228
3.1.2	Materiales.....	228
3.1.3	Condiciones generales .....	228
3.1.4	Condiciones de ejecución.....	228
3.1.5	Control de calidad .....	229
3.1.6	Criterios de medición y abono .....	229
3.1.7	Normas de referencia .....	229
3.2	Hormigón magro vibrado .....	229
3.2.1	Definición (Artículo 551.1 PG3) .....	229
3.2.2	Materiales.....	229
3.2.3	Condiciones generales .....	229
3.2.4	Condiciones de ejecución.....	229
3.2.5	Control de calidad .....	229
3.2.6	Criterios de medición y abono .....	230
3.2.7	Normas de referencia .....	230
<b>4</b>	<b>BASES DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTOS.....</b>	<b>231</b>
4.1	Definición .....	231
4.2	Materiales .....	231
4.3	Condiciones generales.....	231
4.4	Condiciones de ejecución.....	231
4.5	Control de calidad.....	232
4.6	Criterio de medición y abono.....	232
4.7	Normas de referencia .....	232
<b>5</b>	<b>PAVIMENTACIÓN. SUELOS ESTABILIZADOS Y GRAVAS TRATADAS.....</b>	<b>234</b>
5.1	Suelos estabilizados in-situ. ....	234
5.1.1	Definición (Artículo 512.1 PG3) .....	234
5.1.2	Materiales.....	234
5.1.3	Condiciones generales .....	234
5.1.4	Condiciones de ejecución.....	234
5.1.5	Control de calidad .....	234
5.1.6	Criterios de medición y abono .....	235
5.1.7	Normas de referencia .....	235
5.2	Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento).....	235
5.2.1	Definición (Artículo 513.1 PG3) .....	235
5.2.2	Materiales.....	235

5.2.3	Condiciones generales .....	235
5.2.4	Condiciones de ejecución .....	235
5.2.5	Control de calidad .....	235
5.2.6	Criterios de medición y abono .....	235
5.2.7	Normas de referencia .....	236
<b>6</b>	<b>PAVIMENTACIÓN. CAPAS GRANULARES .....</b>	<b>236</b>
6.1	Zahorras .....	236
6.1.1	Definición (Artículo 510 PG3) .....	236
6.1.2	Materiales.....	236
6.1.3	Condiciones generales .....	236
6.1.4	Condiciones de ejecución .....	236
6.1.5	Control de calidad .....	236
6.1.6	Criterios de medición y abono .....	236
6.1.7	Normas de referencia .....	236
<b>7</b>	<b>PAVIMENTACIÓN. RIEGOS Y MACADAM BITUMINOSOS .....</b>	<b>237</b>
7.1	Riegos de imprimación .....	237
7.1.1	Definición .....	237
7.1.2	Materiales.....	237
7.1.3	Condiciones generales .....	237
7.1.4	Condiciones de ejecución .....	237
7.1.5	Control de calidad .....	237
7.1.6	Criterios de medición y abono .....	237
7.1.7	Normas de referencia .....	237
7.2	Riegos de adherencia.....	237
7.2.1	Definición .....	237
7.2.2	Materiales.....	237
7.2.3	Condiciones generales .....	238
7.2.4	Condiciones de ejecución .....	238
7.2.5	Control de calidad .....	238
7.2.6	Criterios de medición y abono .....	238
7.2.7	Normas de referencia .....	238
7.3	Riegos de curado .....	238
7.3.1	Definición .....	238
7.3.2	Materiales.....	238
7.3.3	Condiciones generales .....	238
7.3.4	Condiciones de ejecución .....	238
7.3.5	Control de calidad .....	238
7.3.6	Criterios de medición y abono .....	238
7.3.7	Normas de referencia .....	239
7.4	Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla .....	239
7.4.1	Definición (Art. 533.1 PG3).....	239
7.4.2	Materiales.....	239
7.4.3	Condiciones generales .....	239
7.4.4	Condiciones de ejecución .....	239
7.4.5	Control de calidad .....	239
7.4.6	Criterios de medición y abono .....	239
7.4.7	Normas de referencia .....	239
<b>8</b>	<b>PAVIMENTACIÓN. MEZCLAS BITUMINOSAS.....</b>	<b>240</b>
8.1	Microaglomerados en frío.....	240
8.1.1	Definición .....	240
8.1.2	Materiales.....	240
8.1.3	Condiciones generales .....	243
8.1.4	Condiciones de ejecución .....	244
8.1.5	Criterio de medición y abono .....	246
8.1.7	Normas de referencia .....	247
8.2	Mezclas bituminosas en caliente tipo Hormigón Bituminoso .....	248
8.2.1	Definición .....	248
8.2.2	Materiales.....	249

8.2.3	Condiciones generales .....	251
8.2.4	Condiciones de ejecución .....	255
8.2.5	Control de calidad .....	258
8.2.6	Criterio de medición y abono .....	261
8.2.7	Normas de referencia .....	261
8.3.	Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas .....	263
8.3.1	Definición .....	263
8.3.2	Materiales.....	264
8.3.3	Condiciones generales .....	267
8.3.4	Condiciones de ejecución .....	271
8.3.5	Control de calidad .....	273
8.3.6	Criterio de medición y abono .....	275
8.3.7	Normas de referencia .....	276
<b>9</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (ARMADO Y PRETENSADO).....</b>	<b>279</b>
9.1	Definición .....	279
9.2	Materiales .....	279
9.3	Condiciones generales .....	279
9.4	Condiciones de ejecución.....	280
9.5	Control de calidad.....	281
9.6	Criterio de medición y abono.....	282
9.7	Normas de referencia .....	282
<b>10</b>	<b>ESTRUCTURAS DE ACERO .....</b>	<b>283</b>
10.1	Definición .....	283
10.2	Materiales .....	283
10.3	Condiciones generales .....	283
10.4	Condiciones de ejecución.....	283
10.5	Control de calidad.....	284
10.6	Criterio de medición y abono.....	284
10.7	Normas de referencia .....	284
<b>11</b>	<b>FABRICAS .....</b>	<b>286</b>
11.1	Definición .....	286
11.2	Materiales .....	286
11.3	Condiciones generales .....	286
11.4	Condiciones de ejecución.....	286
11.5	Control de calidad.....	286
11.6	Criterio de medición y abono.....	287
11.7	Normas de referencia .....	287
<b>12</b>	<b>INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR .....</b>	<b>288</b>
12.1	Definición .....	288
12.2	Materiales .....	288
12.3	Condiciones generales .....	288
12.4	Condiciones de ejecución.....	288
12.5	Control de calidad.....	288
12.6	Criterio de medición y abono.....	291
12.7	Normas de referencia .....	292

<b>13</b>	<b>RED DE RIEGO E HIDRANTES .....</b>	<b>293</b>
13.1	Definición .....	293
13.2	Materiales .....	294
13.3	Condiciones generales .....	294
13.4	Condiciones de ejecución.....	300
13.5	Control de calidad.....	300
13.6	Criterio de medición y abono.....	300
13.7	Normas de referencia .....	300
<b>14</b>	<b>EDIFICACIÓN – CERRAMIENTOS .....</b>	<b>302</b>
14.1	Cerramientos de fábrica .....	302
14.1.1	Definición .....	302
14.1.2	Materiales.....	302
14.1.3	Condiciones generales .....	302
14.1.4	Condiciones de ejecución.....	304
14.1.5	Control de calidad .....	309
14.1.6	Criterio de medición y abono .....	310
14.1.7	Normas de referencia .....	310
14.2	Cerramientos de fábrica de vidrio.....	311
14.2.1	Definición .....	311
14.2.2	Materiales.....	311
14.2.3	Condiciones generales .....	311
14.2.4	Condiciones de ejecución.....	312
14.2.5	Control de calidad .....	312
14.2.6	Criterio de medición y abono .....	313
14.2.7	Normas de referencia .....	313
14.3	Fachadas de paneles ligeros.....	313
14.3.1	Definición .....	313
14.3.2	Materiales.....	313
14.3.3	Condiciones generales .....	315
14.3.4	Condiciones de ejecución.....	316
14.3.5	Control de calidad .....	317
14.3.6	Criterio de medición y abono .....	317
14.4	Fachadas de Paneles pesados .....	317
14.4.1	Definición .....	317
14.4.2	Materiales.....	318
14.4.3	Condiciones generales .....	319
14.4.4	Condiciones de ejecución.....	319
14.4.5	Control de calidad .....	320
14.4.6	Criterio de medición y abono .....	320
<b>15</b>	<b>EDIFICACIÓN - DIVISIONES INTERIORES .....</b>	<b>321</b>
15.1	Tabiques de ladrillo o bloque.....	321
15.1.1	Definición .....	321
15.1.2	Materiales.....	321
15.1.3	Condiciones generales .....	321
15.1.4	Condiciones de ejecución.....	321
15.1.5	Control de calidad .....	323
15.1.6	Criterio de medición y abono .....	324
15.1.7	Normas de referencia .....	324
15.2	Tabiques prefabricados .....	324
15.2.1	Definición .....	324
15.2.2	Materiales.....	324
15.2.3	Condiciones generales .....	324
15.2.4	Condiciones de ejecución.....	325
15.2.5	Control de calidad .....	327
15.2.6	Criterio de medición y abono .....	327

15.2.7	Normas de referencia .....	328
<b>16</b>	<b>CUBIERTAS.....</b>	<b>329</b>
16.1	Cubiertas inclinadas .....	329
16.1.1	Definición .....	329
16.1.2	Materiales.....	329
16.1.3	Condiciones generales .....	331
16.1.4	Condiciones de ejecución.....	332
16.1.5	Control de calidad .....	339
16.1.6	Criterio de medición y abono .....	341
16.1.7	Normas referenciadas.....	341
16.2	Cubiertas Planas .....	341
16.2.1	Definición .....	341
16.2.2	Materiales.....	342
16.2.3	Condiciones generales .....	342
16.2.4	Condiciones de ejecución.....	345
16.2.5	Control de calidad .....	350
16.2.6	Criterio de medición y abono .....	351
16.2.7	Normas de referencia .....	351
<b>17</b>	<b>EDIFICACIÓN. REVESTIMIENTOS .....</b>	<b>353</b>
17.1	Enfoscados, guarnecidos y enlucidos .....	353
17.1.1	Definición .....	353
17.1.2	Materiales.....	353
17.1.3	Condiciones generales .....	354
17.1.4	Condiciones de ejecución.....	356
17.1.5	Control de calidad .....	361
17.1.6	Criterios de medición y abono .....	362
17.1.7	Normas de referencia .....	362
17.2	Alicatados .....	362
17.2.1	Definición .....	362
17.1.2	Materiales.....	362
17.2.3	Condiciones generales .....	364
17.2.4	Condiciones de ejecución.....	365
17.2.5	Control de calidad .....	367
17.2.6	Criterio de medición y abono .....	368
17.2.7	Normas de referencia .....	368
17.3	Aplacados .....	368
17.3.1	Definición .....	368
17.3.2	Materiales.....	368
17.3.3	Condiciones generales .....	369
17.3.4	Condiciones de ejecución.....	370
17.3.5	Control de calidad .....	372
17.3.6	Criterio de medición y abono .....	372
17.3.7	Normas de referencia .....	372
<b>18</b>	<b>EDIFICACIÓN – PINTURAS.....</b>	<b>373</b>
18.1	Definición .....	373
18.2	Tipos de pintura .....	373
18.3	Condiciones de ejecución.....	380
18.4	Condiciones generales .....	382
18.5	Control de calidad.....	383
18.6	Criterio de medición y abono.....	385
<b>19</b>	<b>PAVIMENTOS .....</b>	<b>386</b>
19.1	Soleras.....	386
19.1.1	Definición .....	386
19.1.2	Materiales.....	386
19.1.3	Condiciones generales .....	386

19.1.4	Condiciones de ejecución .....	386
19.1.5	Control de calidad .....	388
19.1.6	Criterio de medición y abono .....	388
19.1.7	Normas de referencia .....	389
19.2	Terrazos.....	389
19.2.1	Definición .....	389
19.2.2	Materiales.....	389
19.2.3	Condiciones de generales .....	390
19.2.4	Condiciones de ejecución .....	390
19.2.5	Control de calidad .....	391
19.2.6	Criterio de medición y abono .....	392
19.2.7	Normas de referencia .....	392
19.3	Baldosas .....	392
19.3.1	Definición .....	392
19.3.2	Materiales.....	392
19.3.3	Condiciones de generales .....	394
19.3.4	Condiciones de ejecución .....	394
19.3.5	Control de calidad .....	396
19.3.6	Criterio de medición y abono .....	397
19.3.7	Normas de referencia .....	397
19.4	Entarimados.....	398
19.4.1	Definición .....	398
19.4.2	Materiales.....	398
19.4.3	Condiciones generales .....	398
19.4.4	Condiciones de ejecución .....	398
19.4.5	Control de calidad .....	399
19.4.6	Criterios de medición y abono .....	399
19.4.7	Normas de referencia .....	399
19.5	Pavimento de piedra.....	400
19.5.1	Definición .....	400
19.5.2	Materiales.....	400
19.5.3	Condiciones de generales .....	403
19.5.4	Condiciones de ejecución .....	403
19.5.5	Control de calidad .....	407
19.5.6	Criterio de medición y abono .....	407
19.5.7	Normas de referencia .....	407
<b>20</b>	<b>CARPINTERÍA .....</b>	<b>409</b>
20.1	Definición .....	409
20.2	Materiales .....	409
20.3	Condiciones generales .....	410
20.4	Condiciones de ejecución.....	410
20.5	Control de calidad.....	412
20.6	Criterio de medición y abono.....	414
20.7	Normas de referencia .....	414
<b>21</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS DE BT .....</b>	<b>417</b>
21.1	Definición .....	417
21.2	Materiales .....	417
21.3	Condiciones generales .....	417
21.4	Condiciones de ejecución.....	417
21.5	Control de calidad.....	417
21.6	Criterios de medición y abono .....	419
21.7	Normas de referencia .....	420

<b>22</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION .....</b>	<b>433</b>
22.1	Definición .....	433
22.2	Materiales .....	433
22.3	Condiciones generales .....	433
22.4	Condiciones de ejecución.....	433
22.5	Control de calidad.....	433
22.6	Criterio de medición y abono.....	438
22.7	Normas de referencia .....	440
<b>23.</b>	<b>GENERADORES DE ENERGÍA Y SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.....</b>	<b>441</b>
23.1	Generadores de emergencia.....	441
23.1.1	Definición. Ámbito de aplicación.....	441
23.1.2	Materiales.....	441
23.1.3	Condiciones generales .....	445
23.1.4	Condiciones de ejecución.....	447
23.1.5	Control de calidad .....	447
23.1.6	Criterio de medición y abono .....	449
23.1.7	Normas de referencia .....	450
23.2	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) .....	450
23.2.1	Definición. Ámbito de aplicación.....	450
23.2.2	Materiales.....	451
23.2.3	Condiciones generales .....	460
23.2.4	Condiciones de ejecución.....	462
23.2.5	Control de Calidad .....	462
23.2.6	Criterios de medición y abono .....	465
23.2.7	Normas de referencia .....	465
<b>24</b>	<b>FONTANERÍA .....</b>	<b>466</b>
24.1	Definición .....	466
24.2	Materiales .....	466
24.3	Condiciones generales .....	466
24.4	Condiciones de ejecución.....	466
24.5	Control de Calidad .....	466
24.6	Criterio de medición y abono.....	467
24.7	Normas de referencia .....	467
<b>25</b>	<b>SANEAMIENTO .....</b>	<b>468</b>
25.1	Definición .....	468
25.2	Materiales .....	468
25.3	Condiciones generales .....	469
25.4	Condiciones de ejecución.....	470
25.5	Control de calidad.....	474
25.6	Criterios de medición y abono.....	475
25.7	Normas de referencia .....	476
<b>26</b>	<b>CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN.....</b>	<b>477</b>
26.1	Definición .....	477
26.2	Materiales .....	477
26.3	Condiciones generales .....	477
26.4	Condiciones de ejecución.....	477

26.5	Control de calidad.....	477
26.6	Criterio de medición y abono.....	478
26.7	Normas de referencia.....	478
<b>27</b>	<b>ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y CARBURANTES .....</b>	<b>479</b>
27.1	Depósitos de gases licuados.....	479
27.1.1	Definición.....	479
27.1.2	Materiales.....	479
27.1.3	Condiciones generales.....	479
27.1.4	Condiciones de ejecución.....	479
27.1.5	Control de calidad.....	480
27.1.6	Criterio de medición y abono.....	480
27.1.7	Normas de referencia.....	480
27.2	Depósitos de combustibles líquidos.....	480
27.2.1	Definición.....	480
27.2.2	Materiales.....	481
27.2.3	Condiciones generales.....	481
27.2.4	Condiciones de ejecución.....	481
27.2.2	Control de Calidad.....	482
27.2.7	Normas de referencia.....	483
27.3	Instalaciones de gas combustible.....	483
27.3.1	Definición.....	483
27.3.2	Materiales.....	483
27.3.3	Condiciones generales.....	483
27.3.4	Condiciones de ejecución.....	483
27.3.5	Control de Calidad.....	484
27.3.6	Criterio de medición y abono.....	485
27.3.7	Normas de referencia.....	485
<b>28</b>	<b>INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO .....</b>	<b>486</b>
28.1	Definición.....	486
28.2	Materiales.....	486
28.3	Condiciones generales.....	486
28.4	Condiciones de ejecución.....	488
28.5	Control de calidad.....	489
28.6	Criterio de medición y abono.....	491
28.7	Normas de referencia.....	492
<b>29</b>	<b>INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS.....</b>	<b>493</b>
29.1	Instalación de columnas hidrantes exteriores.....	493
29.1.1	Definición.....	493
29.1.2	Materiales.....	493
29.1.3	Condiciones generales.....	495
29.1.4	Condiciones de ejecución.....	495
29.1.5	Control de calidad.....	497
29.1.6	Criterio de medición y abono.....	499
29.1.7	Normas de referencia.....	500
29.2	Instalación en columna seca.....	500
29.2.1	Definición.....	500
29.2.2	Materiales.....	501
29.2.3	Condiciones generales.....	502
29.2.4	Condiciones de ejecución.....	502
29.2.5	Control de calidad.....	502
29.2.6	Criterio de medición y abono.....	503
29.2.7	Normas de referencia.....	504
29.3	Instalación de sistemas de detección automática.....	504
29.3.1	Definición.....	504

29.3.2	Materiales.....	506
29.3.3	Condiciones generales .....	508
29.3.4	Condiciones de ejecución .....	508
29.3.5	Control de calidad .....	512
29.3.6	Criterio de medición y abono .....	516
29.3.7	Normas de referencia .....	517
29.4	Instalación de pulsadores de alarma.....	518
29.4.1	Definición .....	518
29.4.2	Materiales.....	518
29.4.3	Condiciones generales .....	519
29.4.4	Condiciones de ejecución .....	520
29.4.5	Control de calidad .....	520
29.4.6	Criterio de medición y abono .....	523
29.4.7	Normas de referencia .....	523
29.5	Instalación de extintores de incendio .....	524
29.5.1	Definición .....	524
29.5.2	Materiales.....	525
29.5.3	Condiciones generales .....	525
29.5.4	Condiciones de ejecución .....	526
29.5.5	Control de calidad .....	529
29.5.6	Criterio de medición y abono .....	530
29.5.7	Normas de referencia .....	530
29.6	Instalación de bocas de incendio equipadas.....	531
29.6.1	Definición .....	531
29.6.2	Materiales.....	532
29.6.3	Condiciones generales .....	532
29.6.4	Condiciones de ejecución .....	535
29.6.5	Control de calidad .....	535
29.6.6	Criterio de medición y abono .....	537
29.6.7	Normas de referencia .....	538
29.7	Instalación de sistemas de rociadores automáticos.....	538
29.7.1	Definición .....	538
29.7.2	Materiales.....	539
29.7.3	Condiciones generales .....	540
29.7.4	Condiciones de ejecución .....	541
29.7.5	Control de calidad .....	542
29.7.6	Criterio de medición y abono .....	544
29.7.7	Normas de referencia .....	545
29.8	Instalación de sistemas fijos de agua pulverizada, espuma y polvo.....	545
29.8.1	Definición .....	545
29.8.2	Materiales.....	546
29.8.3	Condiciones generales .....	548
29.8.4	Condiciones de ejecución .....	548
29.8.5	Control de calidad .....	550
29.8.6	Criterio de medición y abono .....	551
29.8.7	Normas de referencia .....	553
29.9	Instalación de sistemas fijos de anhídrido carbónico.....	554
29.9.1	Definiciones.....	554
29.9.2	Materiales.....	554
29.9.3	Condiciones generales .....	556
29.9.4	Condiciones de ejecución .....	556
29.9.5	Control de calidad .....	556
29.9.6	Criterio de medición y abono .....	558
29.9.7	Normas de referencia .....	558
<b>30</b>	<b>INSTALACIONES DE TELEFONÍA.....</b>	<b>560</b>
30.1	Definición .....	560
30.2	Materiales .....	562
30.3	Condiciones generales .....	562

30.4	Condiciones de ejecución.....	566
30.5	Control de calidad.....	567
30.6	Criterio de medición y abono.....	568
30.7	Normas de referencia.....	569
<b>31</b>	<b>INSTALACIONES DE MEGAFONIA .....</b>	<b>572</b>
31.1	Definición.....	572
31.2	Materiales.....	573
31.3	Condiciones generales.....	573
31.4	Condiciones de ejecución.....	577
31.5	Control de calidad.....	578
31.6	Criterio de medición y abono.....	579
31.7	Normas de referencia.....	580
<b>32</b>	<b>INSTALACIONES DE SEGURIDAD, VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESOS .....</b>	<b>582</b>
32.1	Definición.....	582
32.2	Materiales.....	583
32.3	Condiciones generales.....	583
32.4	Condiciones de ejecución.....	583
32.5	Control de calidad.....	592
32.6	Criterio de medición y abono.....	593
32.7	Normas de referencia.....	597