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

Ministerio de la Presidencia
«BOE» núm. 153, de 25 de junio de 2016
Referencia: BOE-A-2016-6167

ÍNDICE

Preámbulo . . . 3

Artículos . . . 3

Artículo 1. Aprobación de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16). . . . 3

Artículo 2. Ámbito de aplicación. . . . 4

Disposiciones derogatorias . . . 4

Disposición derogatoria única. Derogación normativa. . . . 4

Disposiciones finales . . . 4

Disposición final primera. Habilitación competencial. . . . 4

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo. . . . 4

Disposición final tercera. Entrada en vigor. . . . 4

ANEXO. Instrucción para la recepción de cementos (RC-16) . . . 4

CAPÍTULO I. Objeto, ámbito de aplicación, definiciones y exigencias administrativas . . . 4

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación. . . . 4

Artículo 2. Definiciones. . . . 4

Artículo 3. Exigencias administrativas. . . . 5

CAPÍTULO II. Tipos de cementos, especificaciones y designación . . . 7

Artículo 4. Tipos de cementos. . . . 7

Artículo 5. Especificaciones. . . . 7

Artículo 6. Designación de los cementos. 7

CAPÍTULO III. Recepción. 8

Artículo 7. Consideraciones generales y organización de la recepción. 8

Artículo 8. Fases del control en la recepción del cemento. 9

CAPÍTULO IV. Transporte, almacenamiento, manipulación y uso de los cementos. 12

Artículo 9. Transporte del cemento. 12

Artículo 10. Almacenamiento. 13

Artículo 11. Precauciones en la manipulación de los cementos. 13

Artículo 12. Bases para la utilización de cementos. 13

Artículo 13. Uso de los cementos. 14

ANEJOS 15

ANEJO I. Cementos sujetos al marcado CE. Composición, designación, prescripciones y normas de referencia 15

ANEJO II. Cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre. Composición, designación, prescripciones y normas de referencia 25

ANEJO III. Componentes del cemento 33

ANEJO IV. Condiciones de suministro relacionadas con la recepción 38

ANEJO V. Recepción mediante la realización de ensayos 42

ANEJO VI. Ensayos aplicables en la recepción de los cementos 50

ANEJO VII. Garantías asociadas al marcado CE y a la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios 53

ANEJO VIII. Recomendaciones de uso 56

TEXTO CONSOLIDADO
Última modificación: 10 de abril de 2024

La Instrucción para la recepción de cementos actualmente vigente (RC-08), a la que viene a sustituir la que se aprueba por este real decreto, fue aprobada por el Real Decreto 956/2008, de 6 de junio.

El 1 de julio de 2013 entró en vigor el Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2011, modificado en su anexo III por el Reglamento Delegado (UE) n.º 574/2014 de la Comisión, de 21 de febrero de 2014, que deroga la Directiva 89/106/CEE, el cual fija condiciones armonizadas para la introducción o comercialización de productos de construcción estableciendo reglas armonizadas sobre cómo expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales y sobre el uso del marcado CE en dichos productos. El nuevo Reglamento establece que es el fabricante quien asume la responsabilidad del producto cuando coloca el marcado CE, eliminando cualquier referencia a la «idoneidad al uso» recogida en la anterior Directiva y, con objeto de garantizar el libre mercado, supone que la declaración de prestaciones es correcta y fiable, por lo que los Estados miembros no prohibirán ni impedirán la comercialización de los productos con este marcado.

En el periodo de tiempo transcurrido desde su aprobación, se han publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea las referencias a normas europeas armonizadas relativas a nuevos tipos de cementos que, para su libre circulación, comercialización y uso en el Espacio Económico Europeo, deben ostentar el marcado CE.

Esta Instrucción regula la recepción de los cementos sujetos a lo previsto en el Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, y, en su caso, a lo previsto en el Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos destinados para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, y disposiciones que lo desarrollan.

La Comisión Permanente del Cemento, radicada en el Ministerio de Fomento y reestructurada conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 805/2006, de 30 de junio, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y conforme a las funciones que tiene encomendadas, ha considerado necesario elaborar una nueva Instrucción para la recepción de cementos que sustituya a la hasta ahora vigente (RC-08), con la finalidad, por una parte, de dar cumplimiento a lo establecido en el citado Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2011, modificado por el Reglamento Delegado (UE) n.º 574/2014 de la Comisión, de 21 de febrero de 2014 y, por otra parte, de actualizarla en relación con las normas armonizadas y los avances técnicos que se han producido durante su periodo de vigencia.

El presente real decreto ha sido sometido a los trámites establecidos en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Fomento y de Economía y Competitividad, por suplencia del Ministro de Industria, Energía y Turismo, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 10 de junio de 2016,

DISPONGO:

Artículo 1. *Aprobación de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).*

Se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), que se inserta a continuación.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

El ámbito de aplicación de este real decreto se extiende a la recepción de cementos en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en cualesquiera otras instalaciones, como en aquellas en las que se fabriquen productos de construcción en los que en su composición se emplee cemento.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

A la entrada en vigor de este real decreto, queda derogado el Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

Disposición final primera. *Habilitación competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en la regla 13.ª del artículo 149.1 de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia en materia de bases y coordinación de la actividad económica.

Disposición final segunda. *Facultad de desarrollo.*

Se faculta a los Ministros de Fomento y de Industria, Energía y Turismo para que, conjuntamente, y a propuesta en su caso de la Comisión Permanente del Cemento, puedan modificar los Anejos I y II de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), cuando dicha modificación tenga por objeto acomodar su contenido a Decisiones de la Comisión de la Unión Europea que publiquen las referencias a nuevas normas europeas armonizadas relativas a cementos que permitan su marcado CE.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 10 de junio de 2016.

FELIPE R.

La Vicepresidenta del Gobierno y Ministra de la Presidencia,
SORAYA SÁENZ DE SANTAMARÍA ANTÓN

ANEXO

Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)

CAPÍTULO I

Objeto, ámbito de aplicación, definiciones y exigencias administrativas

Artículo 1. *Objeto y ámbito de aplicación.*

Esta Instrucción tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas generales que deben satisfacer los cementos, así como regular su recepción con el fin de que los productos de construcción en cuya composición se incluya cemento permitan que las obras de construcción en que se empleen satisfagan los requisitos esenciales exigibles.

Su ámbito de aplicación se extiende a la recepción de cementos en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en cualesquiera otras instalaciones, como en aquéllas en las que se fabriquen productos de construcción en los que en su composición se emplee cemento.

Artículo 2. *Definiciones.*

A efectos de esta Instrucción se aplican las siguientes definiciones:

Almacén de distribución: instalación que comercializa cemento envasado en una fábrica, punto de expedición o centro de distribución efectuando únicamente las operaciones de almacenamiento y transporte, sobre las cuales tiene plena responsabilidad.

Almacenista: persona física o jurídica que compra al fabricante o al intermediario cemento envasado, que asume la plena responsabilidad del mantenimiento de la calidad del cemento, en todos sus aspectos, en un almacén de distribución, y que suministra el cemento a un cliente.

Centro de distribución: instalación (no situada en fábrica) para el trasvase y expedición de cemento (recibido a granel o en cualquier otro sistema) en la que las actividades realizadas no deben modificar las características o integridad del producto recibido desde el fabricante y donde un intermediario tiene plena responsabilidad en todos los aspectos de la calidad del cemento.

Cliente: Persona física o jurídica que adquiere una remesa de cemento.

Entrega: momento en el que se cede la propiedad de la remesa y la responsabilidad de la calidad del cemento (incluido su embalaje) entre el suministrador y el cliente.

– En el caso de que el transporte lo contrate el cliente, la entrega se realiza en las instalaciones del suministrador una vez terminada la carga.

– En el caso de que el transporte lo contrate el suministrador, la entrega se realiza en las instalaciones del cliente una vez terminada la descarga.

Fábrica: instalación utilizada por un fabricante, dotada de las instalaciones adecuadas para la producción continua de grandes cantidades de cemento que dispone de la capacidad necesaria de silos para el almacenamiento y expedición de cada cemento producido. Esta instalación, asociada a un control de producción implantado, permite el control de la producción con la suficiente precisión para garantizar que se cumplen los requisitos de la norma de especificaciones aplicable al producto.

Fabricante: persona física o jurídica que opera una fábrica o punto de expedición.

Intermediario: persona física o jurídica que compra al fabricante o al importador cemento conforme a esta Instrucción, que asume la plena responsabilidad del mantenimiento de su calidad en todos sus aspectos, en el centro de manipulación del cemento, y que lo suministra a otra persona física o jurídica.

Lote: cantidad de cemento de la misma designación y procedencia que se somete a recepción.

Muestra: cantidad de cemento extraída, en su caso de un lote, a los efectos de control.

Operador de transporte: persona física o jurídica contratada, bien por el suministrador bien por el receptor, para realizar el transporte de una remesa de cemento desde los centros de suministro hasta las instalaciones del receptor. Para realizar el transporte, los operadores pueden disponer de sus propios vehículos o bien realizar acuerdos con algún transportista.

Punto de expedición: instalación de trasvase de cemento a granel (no situada en la fábrica) empleada para expedir cemento (a granel o ensacado) después del transporte o almacenamiento, en la cual el fabricante tiene plena responsabilidad en todos los aspectos de la calidad del cemento.

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

Responsable de la recepción del cemento: persona responsable de verificar la conformidad del cemento recibido. Es la Dirección Facultativa (en obras de edificación corresponde al Director de Ejecución), o la persona destinada a este cometido en las instalaciones en las que se emplee cemento en el ámbito de esta Instrucción o el representante en quien delegue para la realización de esta tarea. El responsable de la recepción podrá, en el uso de sus atribuciones, disponer en cualquier momento de la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre las remesas suministradas.

Suministrador: expedidor autorizado de una remesa de cemento.

Transportista: persona responsable del vehículo que realiza el transporte del cemento.

Artículo 3. *Exigencias administrativas.*

3.1 Exigencias de carácter general.

En el ámbito de aplicación de esta Instrucción, sólo podrán utilizarse aquellos cementos legalmente comercializados en España, en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, Turquía u originarios de Partes contratantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (Acuerdo EEE) y comercializados legalmente en ellas conforme a lo establecido en el Reglamento (UE) 2019/515, de 19 de marzo de 2019, relativo al reconocimiento mutuo de mercancías comercializadas legalmente en otro Estado miembro.

En consecuencia, los cementos deberán estar sujetos a lo previsto en el Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo y, en su caso, a lo previsto en el Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos destinados para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, y disposiciones que lo desarrollan.

El Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, también obliga al cumplimiento de lo establecido en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas y en el artículo 31. Requisitos para las fichas de datos de seguridad del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). Adicionalmente, la Orden PRE/1954/2004, de 22 de junio, recoge las limitaciones de cromo (VI) soluble en agua del cemento.

En aplicación de dichas disposiciones:

a) Los cementos relacionados en el anejo I de esta Instrucción deberán llevar el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer de la declaración de prestaciones elaborada por el propio fabricante.

b) Los cementos relacionados en el anejo II de esta Instrucción, en tanto en cuanto no dispongan de la correspondiente norma armonizada, cumplirán con lo establecido en el Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, y las disposiciones que lo desarrollan y, en consecuencia, deberán disponer del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.

En la medida en que estos cementos se incluyan en normas armonizadas, durante el periodo de coexistencia entre las normas armonizadas y las normas nacionales que le son de aplicación podrán cumplir con lo establecido en el apartado a) o bien a lo establecido en el apartado b). Finalizado este periodo de coexistencia, deberán cumplir obligatoriamente con lo establecido en el apartado a).

Dicho periodo de coexistencia, de carácter transitorio, es el indicado en la correspondiente Decisión de Ejecución de la Comisión Europea. Durante el mismo, los cementos afectados pueden comercializarse acogiéndose a lo establecido en los apartados a) o b); acabado este periodo, el marcado CE es obligatorio y pasa a ser la única vía posible para su puesta en el mercado.

c) Los cementos no incluidos en ninguno de los apartados anteriores, que estén siendo legalmente comercializados en cualquiera otros Estados miembros de la Unión Europea, en Turquía u originarios de Partes contratantes del Acuerdo EEE, se consideran conformes con la presente Instrucción incluso cuando no cumplan las condiciones técnicas establecidas en la misma, siempre que ofrezcan un nivel de seguridad equivalente. La aplicación de la presente medida está sujeta al Reglamento (UE) 2019/515 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2019.

Las normas recogidas en esta Instrucción podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo EEE, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.

A los efectos de esta Instrucción, debe entenderse que las normas UNE, UNE-EN, UNE ISO o UNE-EN ISO mencionadas en la instrucción se refieren siempre a las versiones recogidas en los anejos I y II, salvo en el caso de normas armonizadas UNE- EN que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el “Diario Oficial de la Unión Europea”, en el marco de aplicación del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo

de 2011, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia. En el caso de normas de métodos de ensayo referenciadas en las normas armonizadas, debe aplicarse la versión incluida en las normas armonizadas UNE-EN citadas anteriormente.

3.2 Exigencias relativas a los distintivos de calidad y de sostenibilidad de carácter voluntario.

Esta Instrucción prevé la existencia en el mercado de distintivos de calidad y de sostenibilidad de carácter voluntario. El reconocimiento oficial de distintivos de calidad y de sostenibilidad está definido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

Conforme al artículo 8.3 del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, para los productos de construcción cubiertos por una norma armonizada o por una evaluación técnica europea, los distintivos oficialmente reconocidos no podrán certificar la conformidad con las prestaciones declaradas en lo que respecta a las características esenciales cubiertas por la norma armonizada, ni tampoco con las prestaciones de ninguna característica esencial relacionada con los requisitos básicos incluidos en el anexo I del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011. Por lo tanto, los cementos con marcado CE solo podrán disponer de distintivos de calidad oficialmente reconocidos en lo que respecta al transporte y almacenamiento del mismo.

CAPÍTULO II

Tipos de cementos, especificaciones y designación

Artículo 4. *Tipos de cementos.*

Los tipos de cementos incluidos en esta Instrucción, así como su correspondiente composición, son los que figuran en su anejo I, para los cementos sujetos al marcado CE y en su anejo II, para los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre.

Artículo 5. *Especificaciones.*

5.1 Especificaciones de los cementos sujetos al marcado CE.

Los cementos sujetos al marcado CE que figuran en el Anejo I de esta Instrucción deberán cumplir con las especificaciones que en él se prescriben.

5.2 Especificaciones de los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre.

Los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre que figuran en el Anejo II de esta Instrucción deberán cumplir con las especificaciones que en él se prescriben.

Cuando una norma armonizada incluya a alguno de los cementos contemplados en el Anejo II y por lo tanto pase a disponer de marcado CE, pasará a cumplir con las especificaciones que en la citada norma se prescriba a partir del final del período de coexistencia.

Artículo 6. *Designación de los cementos.*

6.1 Designación de los cementos sujetos al marcado CE

Los cementos sujetos al marcado CE, que figuran en el Anejo I de esta Instrucción, deberán designarse siguiendo los criterios que en él se establecen.

6.2 Designación de los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre.

Los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, que figuran en el Anejo II de esta Instrucción, deberán designarse siguiendo los criterios que en él se establecen.

CAPÍTULO III

Recepción

Artículo 7. *Consideraciones generales y organización de la recepción.*

A los efectos de esta Instrucción, durante la recepción de los cementos, debe verificarse que éstos se adecuan, en el momento de su entrega, a lo especificado en el proyecto o, en su caso, en el pedido, y que satisfacen las prescripciones y demás condiciones exigidas en esta Instrucción.

7.1 Consideraciones generales.

En el caso de que la recepción se efectúe en obra, el plan de control elaborado por el autor del proyecto, de acuerdo con esta Instrucción, deberá establecer pautas y criterios para su ejecución al tiempo que el programa de control aprobado por la dirección facultativa (en obras de edificación corresponde al director de ejecución), para el desarrollo de dicho plan, deberá posibilitar su cumplimiento y su adecuación a las circunstancias de la obra. Análogamente, en otros casos, la recepción se realizará de acuerdo con el programa de control específico elaborado, de acuerdo con esta Instrucción, para tal fin.

El responsable de la recepción deberá velar por que los cementos, una vez aceptados, sean almacenados y tratados de forma que se garantice el mantenimiento de sus prestaciones hasta el momento de su empleo.

La recepción comprenderá:

a) control de la documentación, incluidos los distintivos de calidad, en su caso, y del etiquetado, según 8.1;

b) control del suministro mediante inspección visual, según 8.2; y

c) en su caso, control mediante ensayos, conforme al apartado 8.3.

7.2 Organización de la recepción.

La recepción del cemento se llevará a cabo por el responsable de la recepción en el lugar de suministro, entendiendo como tal cualquiera de los lugares comprendidos en el ámbito de aplicación establecido en el artículo 1.

Si el cemento fuese retirado por el receptor en la propia fábrica o instalación del suministrador, la recepción deberá llevarse a cabo en dicho lugar y en ese momento, debiendo en este caso tomarse las medidas oportunas para asegurar que el cemento, una vez recepcionado, se transporta de forma que se garantice el mantenimiento de sus prestaciones hasta el momento de su llegada a la obra, central o instalación correspondiente.

En el momento de la recepción, deberán estar presentes el suministrador y el responsable de la recepción o sus respectivos representantes. El responsable de la recepción, se asegurará de que ésta se realiza conforme a lo establecido en el correspondiente programa de control, que podrá establecer una distribución de las remesas del cemento objeto del control para formar lotes de los que extraer, en su caso, las muestras necesarias que permitan la comprobación experimental de los criterios de conformidad.

Los lotes se establecerán conforme a los siguientes criterios:

1. En caso de suministro continuo:

a) En el caso de suministros de cemento con distinta designación o procedencia, se constituirán lotes independientes para cada tipo de cemento y procedencia.

b) En general, y sin perjuicio de lo que se establezca en el plan de control, el lote lo formará el conjunto de remesas o cantidad mensual recibida de cemento de igual designación y procedencia, salvo que se sobrepase la cantidad mensual de 200 toneladas de peso, en cuyo caso las remesas recibidas serán divididas formando lotes por cada 200 toneladas o fracción, de modo que, como mínimo, se constituyan dos lotes por mes.

2. Si el suministro de cemento es discontinuo o muy poco frecuente:

a) En general, se mantendrán los criterios de establecimiento de lotes previamente descritos, de modo que, como mínimo, proceda la formación de un lote con frecuencia mensual, durante el período de suministro.

b) El responsable de la recepción o persona autorizada podrá fijar un tamaño inferior para la formación de lotes en el caso de que lo estime oportuno.

En el apartado AV.3 de esta Instrucción se establecen criterios para la realización de la toma de muestras.

Artículo 8. *Fases del control en la recepción del cemento.*

De acuerdo con lo expuesto en el apartado 7.1, la recepción del cemento debe incluir, al menos:

– una primera fase de comprobación de la documentación, incluidos los distintivos de calidad y de sostenibilidad, en su caso, y del etiquetado del cemento envasado; y
– una segunda fase, consistente en una inspección visual del suministro.

Ambas fases son obligatorias cualquiera que sea la organización del control.

En previsión de que el responsable de la recepción pudiera considerar necesario realizar ensayos, se incluirá una tercera fase, potestativa, de comprobación del tipo y clase del cemento, así como de sus características químicas, físicas y mecánicas, mediante la realización de ensayos de identificación y, en su caso, ensayos complementarios.

El anejo V de esta Instrucción establece criterios para la programación, elaboración y desarrollo de esta tercera fase.

8.1 Primera fase: Comprobación de la documentación y del etiquetado del cemento.

Al inicio del suministro, el responsable de la recepción, o la persona en quien delegue, deberá comprobar que la documentación que debe facilitar el suministrador es la requerida en a), b), c), d) y e) de este apartado y que tanto ésta como el etiquetado reglamentario son conformes a lo establecido en esta Instrucción.

Esta documentación comprenderá, al menos, lo siguiente:

a) la hoja de suministro, o albarán, con la información recogida en el apartado AIV.2.1;

b) el etiquetado, o conjunto de información que debe ir impresa sobre el envase o, en su caso, en la documentación que acompaña al cemento, de acuerdo con la correspondiente norma, según se recoge en el apartado AIV.2.5;

c) la declaración de prestaciones correspondiente al marcado CE, según el apartado AIV.2.2, o, en su caso, la certificación de conformidad del Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, según el apartado AIV.2.4;

d) en el caso de aquellos cementos no sujetos al marcado CE, el certificado de garantía del fabricante firmado por persona física; y

e) en el caso de cementos que ostenten distintivos de calidad y de sostenibilidad, la documentación precisa sobre los mismos, de acuerdo con el apartado AIV.3, y, en su caso, la del reconocimiento del distintivo, en el sentido expuesto en el apartado 3.2, incluida la referencia al documento en el que conste el reconocimiento oficial por la autoridad competente. En particular, el certificado que acredite que el distintivo declarado y, en su caso, el oficialmente reconocido, está vigente.

El responsable de la recepción, o la persona en quien delegue, deberán comprobar que la designación que figura en el albarán, o en la documentación o, en su caso, en los envases, corresponde al tipo y a la clase de resistencia del cemento especificado en el proyecto o en el pedido. Esto es de especial trascendencia en el caso de usos para los que se han establecido limitaciones o, incluso, prohibiciones totales.

8.1.1 Criterios de conformidad.

A los efectos de esta fase, el suministro es conforme cuando el etiquetado y la documentación que deben acompañar a la remesa:

– se corresponden con los del cemento solicitado;
– están completos; y

– reúnen todos aquellos requisitos establecidos.

En el anejo IV se facilita información a este respecto.

8.1.2 Actuación en caso de no conformidad.

En caso de que la documentación o el etiquetado presenten defectos que hagan dudar de su autenticidad, el responsable de la recepción exigirá la subsanación de tales defectos. De no subsanarse, se podrá rechazar la remesa y el responsable de la recepción podrá levantar acta en la que se justifique la razón del rechazo.

En caso de rechazo, el responsable de la recepción podrá comunicar esta circunstancia a las autoridades competentes en el control de productos industriales (vigilancia de mercado) (artículo 14 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria). Adicionalmente, en el caso de que el cemento de la remesa posea un distintivo oficialmente reconocido y presente defectos en su identificación o en la documentación y etiquetado exigido, se notificará dicha circunstancia al organismo certificador correspondiente y a la autoridad competente que hubiera efectuado el reconocimiento.

El responsable de la recepción deberá registrar, archivar y custodiar copia de esta acta junto con los documentos citados anteriormente.

8.2 Segunda fase: Control mediante inspección visual.

Una vez superada la fase de control documental, el responsable de la recepción debe, para la aceptación de la remesa, someter el cemento suministrado a una inspección visual cuando, en función del modo de transporte, o del estado de los envases en el momento de su suministro, estime necesario comprobar que el cemento no ha sufrido alteraciones o mezclas indeseables.

A pesar de la dificultad de evaluar el estado del cemento mediante una inspección visual, esta Instrucción incluye la realización de este tipo de examen para valorar la presencia de ciertos síntomas, tales como la meteorización o la presencia de cuerpos extraños que puedan ser indicio evidente, o clara manifestación, de la alteración de las prestaciones del cemento suministrado, o la falta de homogeneidad manifiesta en el aspecto y color del cemento que puede, en algunos casos, reflejar una posible contaminación con otros cementos o que en el envasado se han incluido cementos de distinta procedencia. Dichos síntomas son debidos, en la mayoría de los casos, a deficiencias en el almacenamiento, la carga o el transporte del cemento ocurridos desde su fabricación hasta su llegada al lugar de recepción.

8.2.1 Criterios de conformidad.

A los efectos de esta fase, el suministro es conforme cuando el cemento:

– no presenta síntomas de meteorización relevante en relación con el volumen suministrado;
– no contiene cuerpos extraños; y
– no presenta de manera evidente muestras de heterogeneidad en su aspecto o en su color.

En el caso de cementos envasados se comprobará que los envases no presentan indicios de haber estado sometidos a un transporte o almacenamiento inadecuado que puedan haber afectado al cemento en el sentido indicado. El suministro es conforme cuando el saco del cemento envasado:

– no está mojado;
– el saco lleva impresa la fecha de envasado desde fábrica. En el caso de que se haya ensacado en un punto de expedición deben aparecer dos fechas: la de fabricación o expedición desde fábrica y la de envasado desde el punto de expedición;
– el procedimiento de fechado de los envases deberá incluir, al menos, la información sobre el número de la semana y el año;
– contiene la referencia al cumplimiento del límite reglamentario del cromo (VI) soluble en agua según lo establecido en la Orden PRE/1954/2004, de 22 de junio, que traspone la Directiva 2003/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2003;

– al menos una de las caras lleva impreso el etiquetado correspondiente al marcado CE y al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, cuando fuera de aplicación, y el correspondiente a cementos con distintivo de calidad o sostenibilidad oficialmente reconocido, si fuera de aplicación;

– contiene el nombre o marca identificativa del fabricante del cemento y de la fábrica (o de la instalación de envasado cuando no sea la propia fábrica).

8.2.2 Actuación en caso de no conformidad.

En caso de que el cemento presente alguno de los defectos citados en el apartado anterior que haga dudar de su idoneidad para el uso específico previsto, el responsable de la recepción valorará, de acuerdo con lo establecido en el apartado 8.3 de este artículo y antes de proceder a la aceptación del suministro, la oportunidad de realizar ensayos siguiendo las especificaciones del anejo V de esta Instrucción, para lo que efectuará la correspondiente toma de muestras de acuerdo con el apartado AV.3.

En caso de posponer la aceptación del suministro y decidir la realización de ensayos, el responsable de la recepción podrá levantar acta de esta circunstancia en la que justifique la razón de esta decisión.

El responsable de la recepción deberá registrar, archivar y custodiar copia de esta acta junto con los documentos citados en el apartado 8.1.

8.3 Tercera fase: Control mediante la realización de ensayos.

Esta tercera fase de la recepción es potestativa y de aplicación cuando, en su caso, el proyecto en función de las características especiales de la obra o en previsión de la posible presencia en la recepción de los defectos citados, así lo establezca. El responsable de la recepción, como garante último de la conformidad del cemento recibido, decidirá la aplicación de esta fase cuando lo considere conveniente.

De llevarse a cabo ensayos, éstos podrán realizarse conforme a los anejos V y VI de esta Instrucción.

Los ensayos de identificación y complementarios de esta fase, son los que figuran en los apartados AVI.1 y AVI.2, respectivamente.

En todo caso, el suministrador del cemento, debidamente informado por el responsable de la recepción, podrá, cuando lo estime oportuno y en aquellas situaciones en que lo considere necesario, pedir la realización de contraensayos.

8.3.1 Criterios de conformidad.

A los efectos de esta fase, la remesa es conforme cuando el cemento satisface los criterios establecidos en el apartado AV.5 o la normativa específica aplicable.

Se deberá justificar que el nivel de riesgo para el usuario no es superior al obtenido por aplicación de los criterios del citado apartado.

8.3.2 Actuación en caso de no conformidad.

En caso de no conformidad, el responsable de la recepción levantará acta de esta situación, en la que recogerá su decisión bien de rechazo condicionado del lote, en caso de petición por parte del suministrador de la realización de contraensayos, o bien de rechazo definitivo del mismo.

En caso de rechazo condicionado, y en tanto en cuanto no se disponga de resultados fiables que garanticen el cumplimiento de los criterios de conformidad, la remesa deberá almacenarse en condiciones adecuadas, de acuerdo con lo establecido en el artículo 10, con el fin de evitar su contaminación y deterioro.

Para la conformidad de los cementos sometidos a contraensayos, los criterios a emplear serán los fijados en el apartado 8.3.1.

A la vista de los resultados de los contraensayos, el responsable de la recepción levantará acta de la decisión definitiva, en la que expondrá su justificación, pudiendo valorar la conveniencia de realizar una nueva tanda de ensayos, si el suministrador lo solicitase en caso de haber obtenido resultados contradictorios y si la ausencia de consecuencias en el retraso en la recepción lo posibilitara.

En caso de rechazo definitivo, el responsable de la recepción seguirá el procedimiento de comunicación establecido a continuación:

– en caso de rechazo, el responsable de la recepción podrá comunicar esta circunstancia a las autoridades competentes en el control de productos industriales (vigilancia de mercado) (artículo 14 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria);

– adicionalmente, en el caso de que el problema detectado venga asociado al transporte y almacenamiento del cemento, si el cemento de la remesa estuviera en posesión de un distintivo de calidad de carácter voluntario oficialmente reconocido, se notificará dicha circunstancia al organismo certificador correspondiente y a la autoridad que hubiera efectuado el reconocimiento;

– el responsable de la recepción deberá registrar, archivar y custodiar copia de esta acta junto con el resto de los documentos citados anteriormente.

CAPÍTULO IV

Transporte, almacenamiento, manipulación y uso de los cementos

Artículo 9. *Transporte del cemento.*

Este artículo establece las condiciones en las que debe realizarse el transporte del cemento para garantizar la conservación de sus prestaciones. Los requisitos de la documentación que acompaña a un suministro de cemento y su etiquetado se recogen en el Anejo IV de esta Instrucción.

9.1 Formas y condiciones del transporte de cemento.

9.1.1 Formas de transporte del cemento. El cemento puede ser transportado a granel o envasado.

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

Quien contrate el transporte de cemento a granel (suministrador o receptor) deberá definir unas condiciones de transporte entre las que se incluirá la exigencia de que éste se realice en contenedores previamente tarados, limpios y estancos, de forma que se mantengan las características del cemento hasta la descarga.

El operador del transporte deberá transmitir al transportista las condiciones exigidas por quien contrata el transporte y velar por su cumplimiento.

El transportista es el responsable de la limpieza, de la estanqueidad y del vaciado de los contenedores, así como de respetar las compatibilidades e incompatibilidades indicadas por quien contrate el transporte respecto a productos transportados anteriormente.

Cuando el suministrador de cemento sea quien contrate el transporte a granel, deberá:

1) Establecer una sistemática que incluya como mínimo un control de taras de los camiones para verificar su vaciado. No deberá permitir un porcentaje mayor del 4 % de diferencia en relación a la tara registrada del vehículo.

2) Definir una relación de compatibilidades o incompatibilidades respecto a productos transportados previamente por el transportista. Si el producto es incompatible, se exigirá el Certificado de limpieza de la cuba. Al menos se tendrán en cuenta en dicha relación las siguientes consideraciones:

a) En el caso de cemento gris: Si el producto transportado con anterioridad fuese cemento o cualquier producto que forme parte de los componentes principales de los cementos comunes indicados en AI.1, se exigirá al transportista únicamente el vaciado de la cuba, siendo considerado dicho producto como compatible.

b) En el caso de cemento blanco: Si el producto transportado con anterioridad fuese cemento blanco, se exigirá al transportista únicamente el vaciado de la cuba, siendo considerado dicho producto como compatible.

c) En el caso del cemento de aluminato de calcio: Si el producto transportado con anterioridad fuese cemento de aluminato de calcio, se exigirá al transportista únicamente el vaciado de la cuba, siendo considerado dicho producto como compatible.

El cemento a granel se suministrará pesado con instrumentos que cumplan con las especificaciones de la clase III conforme a la norma UNE-EN 45501. El error máximo permitido en relación al peso neto de cemento a granel suministrado se fija en el 1%.

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

Artículo 10. *Almacenamiento.*

A los efectos de esta Instrucción, con el fin de evitar dificultades en el proceso de recepción y considerando que el cemento puede mezclarse, meteorizarse, contaminarse, etc., se exigirá que el almacenamiento se realice en medios adecuados, que estén en buenas condiciones de estanquidad y limpieza, en particular de esta última cuando se cambie el tipo o clase de cemento a transportar, con objeto de evitar una posible alteración de sus prestaciones y de asegurar su buen estado en el momento de la recepción.

Estas mismas precauciones deben tenerse en cuenta en caso de ser necesario el trasvase interior del cemento en las propias instalaciones del receptor una vez aceptado el suministro.

El almacenamiento de los cementos a granel, una vez aceptada la remesa, se efectuará en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos. Por tanto, está expresamente prohibida la mezcla de diferentes variedades de cementos en cuanto a su tipo, clase de resistencia y características adicionales si las tuviere. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

El almacenamiento de los cementos envasados, una vez aceptada la remesa, deberá realizarse sobre palets, o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento en las que puedan dañarse éstos o la calidad del cemento.

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

Artículo 11. *Precauciones en la manipulación de los cementos.*

En relación con la seguridad y salud de los trabajadores, los requisitos de seguridad y las disposiciones aplicables serán los contenidos en la normativa laboral en materia de prevención de riesgos laborales.

Adicionalmente, en lo relativo a las precauciones a tomar en la manipulación de los cementos, se tendrá en cuenta lo establecido en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, en el Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006 en su artículo 31 (ficha de datos de seguridad) y en la Orden PRE/1954/2004, de 22 de junio.

Puesto que la aplicación final del cemento no se conoce a priori y dado que no se puede garantizar en todos los casos el uso de procesos controlados, cerrados y totalmente automatizados en los que el cemento y los preparados que contienen cemento sólo sean manejados por máquinas y en los que no exista ninguna posibilidad de contacto con la piel, la exención prevista en la citada Orden del Ministerio de la Presidencia deberá venir suficientemente justificada, debiendo ser solicitada por el receptor al suministrador de cemento mediante escrito.

Artículo 12. *Bases para la utilización de cementos.*

La elección de los distintos tipos de cementos que incluye esta Instrucción, se realizará en función de la aplicación o uso específico al que se destinen, de las condiciones de puesta en obra y de la clase de exposición a la que va a estar sometido el hormigón o del mortero fabricado con ellos.

Las aplicaciones consideradas en esta Instrucción, para los cementos en ella incluidos, son la fabricación de hormigones y los morteros de albañilería, quedando excluidos los morteros especiales y los de revoco y enlucido.

Para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

No deberán utilizarse cementos de albañilería para la fabricación de hormigones, estando limitado su uso a los morteros de albañilería (para fábricas de ladrillo, solados, enfoscados, etc.).

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar los factores climáticos (temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento), los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero (colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.) y las clases de exposición ambiental. Estas condiciones y procedimientos, por una parte tienen una gran influencia en el curado y pueden condicionar el posterior endurecimiento del hormigón o mortero y por otra, pueden afectar a la durabilidad del hormigón o del mortero.

Artículo 13. *Uso de los cementos.*

Para la aplicación de este artículo en hormigón estructural, siempre deberán tenerse en cuenta las prescripciones establecidas en el Código Estructural vigente.

Cuando los cementos vayan a utilizarse en hormigones estructurales en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos, especificada en el apartado AII.2.1 siempre que el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-}, sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o 3.000 mg/kg en el caso de suelos.

En el caso de que un elemento estructural de hormigón en masa, armado o pretensado se encuentre sometido al ataque de agua de mar o con un contenido en cloruros superior a 5.000 mg/l, el cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua de mar o, en su defecto, la característica adicional de resistente a sulfatos.

En los casos en los que haya que emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido y el ambiente sea húmedo, según el Código Estructural vigente, se utilizarán los cementos que contengan adiciones del tipo: escorias granuladas de horno alto, cenizas volantes silíceas, puzolanas naturales o humo de sílice, o cementos con un contenido de alcalinos, expresados como óxido de sodio equivalente ($Na_2O + 0{,}658\ K_2O$) inferior a 0,60 % del peso de cemento.

Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos conformes a lo establecido en el apartado AII.4.

Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón especificada de tal modo que se asegure el mínimo contenido de cemento que, por motivos de durabilidad, establece el Código Estructural vigente para cada clase de exposición en función del tipo de hormigón.

En el anejo VIII se recogen recomendaciones de uso de los cementos para distintos tipos de aplicaciones, determinadas circunstancias de hormigonado y diferentes clases de exposición.

No se podrán utilizar mezclas de cementos de diferente tipo o procedencia bajo ningún pretexto, ya que se perdería automáticamente la trazabilidad del material y, con ella, las garantías del fabricante. El responsable de la recepción velará porque este hecho no se produzca.

13.1 Cementos para hormigones estructurales y productos de inyección adherentes.

Para la utilización de cementos en la fabricación de hormigones y productos de inyección adherentes incluidos en el ámbito del Código Estructural vigente, se estará a lo indicado en dicho Código y, en su caso, en otras reglamentaciones específicas que sean de aplicación.

ANEJOS

ANEJO I

Cementos sujetos al marcado CE. Composición, designación, prescripciones y normas de referencia

AI.1 Composición, designación, prescripciones y durabilidad de los cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1

Se consideran cementos comunes sujetos al marcado CE, los definidos en la norma UNE-EN 197-1. Incluye 27 cementos comunes, 7 cementos comunes resistentes a los sulfatos, así como 3 cementos de horno alto de baja resistencia inicial de los que 2 de ellos son resistentes a los sulfatos.

AI.1.1 Composición.

Las proporciones en masa de los componentes de los cementos comunes se especifican en las tablas AI.1.1a y AI.1.1b, según su clasificación por tipo, denominación y designación.

Los requisitos para la composición se refieren a la suma de todos los componentes principales y minoritarios adicionales. Se sobreentiende que el cemento final es la suma de los componentes principales y minoritarios adicionales más el sulfato de calcio necesario y cualquier aditivo.

AI.1.2 Designación.

El cemento pórtland se designará con las siglas CEM I, seguidas de la clase de resistencia (32,5 - 42,5 - 52,5), se añadirá un espacio en blanco y la letra (R) si es de alta resistencia inicial o la letra (N) si es de resistencia inicial normal (véase ejemplo 1). En estos cementos, la designación comenzará con la referencia a la norma EN 197-1 seguida de un guion.

Los cementos pórtland con adiciones se designarán con las siglas CEM II seguidas de una barra (/) y de la letra que indica el subtipo (A o B) separada por un guion (-) de la letra identificativa del componente principal empleado como adición del cemento, es decir:

S: escoria de horno alto;
D: humo de sílice;
P: puzolana natural;
Q: puzolana natural calcinada;
V: ceniza volante silícea;
W: ceniza volante calcárea;
T: esquistos calcinados;
L: caliza con un contenido en carbono orgánico total menor o igual a 0,5% en masa;
LL: caliza con un contenido en carbono orgánico total menor o igual a 0,2% en masa;
(Véase ejemplo 2).

En el caso de que se utilice una combinación de los componentes anteriores se designará con la letra M, indicando además entre paréntesis las letras identificativas de los componentes principales empleados como adición. A continuación se indicará la clase de resistencia (32,5 - 42,5 - 52,5), se añadirá un espacio en blanco y la letra R si es de alta resistencia inicial o la letra N si es de resistencia inicial normal. En estos cementos, la designación comenzará con la referencia a la norma EN 197-1 seguida de un guion (véase ejemplo 3).

Los cementos de horno alto, los cementos puzolánicos y los cementos compuestos se designarán con las siglas CEM III, CEM IV y CEM V, respectivamente, seguidas de una barra (/) y de la letra que indica el subtipo (A, B o C), en su caso. Cuando se trate de cementos puzolánicos tipo IV o cementos compuestos tipo V, se indicará además, entre paréntesis, las letras identificativas de los componentes principales empleados como adición. A continuación, se reflejará la clase de resistencia (32,5 - 42,5 - 52,5) y, seguidamente, un espacio en blanco y la letra R si se trata de un cemento de alta resistencia inicial o la letra N en el caso de ser de resistencia inicial normal y la letra L si es de baja resistencia inicial

(véanse ejemplos 4 y 5). Este último caso se contempla exclusivamente para los cementos de horno alto. En estos cementos, la designación comenzará con la referencia a la norma EN 197-1 seguida de un guion.

En el caso de los cementos comunes de bajo calor de hidratación se debe añadir las letras LH precedidas por un guion al final de la designación correspondiente (véase ejemplo 5).

En el caso de los cementos comunes resistentes a los sulfatos se debe añadir las letras SR precedidas por un guion al final de la designación correspondiente (véanse ejemplos 6, 7 y 8). En el caso del CEM I, a las letras SR se añadirá un espacio en blanco y el número 0, 3 o 5, según sea su contenido de C_3A en el clínker del 0%, ≤3% o ≤5%, respectivamente (véase ejemplo 6).

En el caso de los cementos comunes resistentes a los sulfatos y que además sean de bajo calor de hidratación se debe añadir las letras LH/SR, precedidas por un guion al final de la designación correspondiente (véanse ejemplos 4 y 5).

TABLA AI.1.1a. Cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1

Tipos	Denominación	Designación	Composición (proporción en masa [1) 5)])										
			Componentes principales										Componentes. minoritarios
			Clínker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D [2)]	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados T	Caliza[4)]		
						Natural P	Natural calcinada Q	Silíceas V	calcáreas W		L	LL	
CEM I	Cemento pórtland	CEM I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM II	Cemento pórtland con escoria	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Cemento pórtland con humo de sílice	CEM II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Cemento pórtland con puzolana	CEM II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
	Cemento pórtland con ceniza volante	CEM II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		CEM II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
	Cemento pórtland con esquistos calcinados	CEM II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		CEM II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
	Cemento pórtland con caliza	CEM II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	–	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	–	–	–	–	–	–	–	–	21-35	0-5
	Cemento pórtland compuesto[3)]	CEM II/A-M	80-88	12-20									0-5
		CEM II/B-M	65-79	<---------- 21-35 ---------->									0-5
CEM III	Cemento de horno alto	CEM III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM IV	Cemento puzolánico[3)]	CEM IV/A	65-89	–	<---------- 11-35 ---------->					–	–	–	0-5
		CEM IV/B	45-64	–	<---------- 36-55 ---------->					–	–	–	0-5
CEM V	Cemento compuesto[3)]	CEM V/A	40-64	18-30	–	<---- 18-30 ---->			–	–	–	–	0-5
		CEM V/B	20-38	31-49	–	<------- 31-49 -------->			–	–	–	–	0-5

Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios (núcleo de cemento).

El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10%.

En cementos pórtland compuestos, CEM II/A-M y CEM II/B-M, en cementos puzolánicos, CEM IV/A y CEM IV/B, y en cementos compuestos, CEM V/A y CEM V/B, los componentes principales diferentes del clinker deben ser declarados en la designación del cemento (véase el apartado AI.1.2).

El contenido de carbono orgánico total (TOC), determinado conforme a la norma UNE-EN 13639, será inferior al 0,20% en masa para calizas LL, o inferior al 0,50% en masa para calizas L.

Los requisitos para la composición se refieren a la suma de todos los componentes principales y minoritarios adicionales. Se sobreentiende que el cemento final es la suma de los componentes principales y minoritarios adicionales más el sulfato de calcio necesario y cualquier aditivo.

Tabla AI.1.1b. Cementos comunes resistentes a los sulfatos de la norma UNE-EN 197-1

Tipos principales	Denominación	Designación	Contenido de C_3A (%)[4]	Composición (proporción en masa [1])				
				Componentes principales				Componentes minoritarios adicionales
				Clinker K	Escoria de horno alto S	Puzolana natural P	Ceniza volante silícea V	
CEM I	Cemento pórtland resistente a los sulfatos.	CEM I-SR 0	= 0	95-100	–	–	–	0-5
		CEM I-SR 3	≤ 3					
		CEM I-SR 5	≤ 5					
CEM III[3]	Cemento de horno alto resistente a los sulfatos.	CEM III/B-SR	–	20-34	66-80	–	–	0-5
		CEM III/C-SR	–	5-19	81-95	–	–	0-5
CEM IV	Cemento puzolánico resistente a los sulfatos [2]	CEM IV/A-SR	≤ 9	65-79	–	21-35		0-5
		CEM IV/B-SR	≤ 9	45-64	–	36-55		0-5

[1] Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios adicionales.

[2] En los cementos puzolánicos resistentes a los sulfatos, los tipos CEM IV/A-SR y CEM IV/B-SR, los componentes principales además del clínker deben ser declarados en la denominación del cemento (véase apartado AI.1.2.).

[3] En el caso de los cementos de horno alto resistentes a los sulfatos, CEM III/B-SR y CEM III/C-SR, no existe requisito relativo al contenido de C_3A en el clínker.

[4] Analizado en el clínker.

A continuación se presenta una serie de ejemplos de designación de los cementos comunes.

Ejemplo 1: EN 197-1- CEM I 42,5 R: corresponde a un cemento pórtland de clase resistente 42,5 y alta resistencia inicial.

Ejemplo 2: EN 197-1- CEM II/A-L 32,5 N: corresponde a un cemento portland con un contenido entre 6 % y 20 % en masa de caliza (L), con un contenido de carbono orgánico total inferior a 0,5 % en masa, de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal.

Ejemplo 3: EN 197-1- CEM II/A-M (S-V-L) 32,5 R: corresponde a un cemento portland compuesto con un contenido entre 18 % y 20 % en masa de escoria granulada de horno alto (S), ceniza volante silícea (V) y caliza (L), de clase resistente 32,5 y alta resistencia inicial.

Ejemplo 4: EN 197-1- CEM III/B 32,5 L: corresponde a un cemento de horno alto, con un contenido entre 66 % y 80 % en masa de escoria de horno alto (S), de clase de resistencia 32,5 y baja resistencia inicial.

Ejemplo 5: EN 197-1- CEM IV/A (V-S) 32,5 N-LH: corresponde a un cemento puzolánico, con un contenido entre 11% y 35% en masa de ceniza volante silícea (V) y escoria de horno alto (S), de clase de resistencia 32,5, resistencia inicial normal y bajo calor de hidratación.

Ejemplo 6: EN 197-1- CEM I 42,5 R-SR 3: corresponde a un cemento pórtland, de clase resistente 42,5, de elevada resistencia inicial y resistente a los sulfatos con un contenido de C3A en el clínker menor o igual del 3%.

Ejemplo 7: EN 197-1- CEM III/B 32,5 N-LH/SR: corresponde a un cemento de horno alto, con un contenido entre 66 % y 80 % en masa de escoria de horno alto (S), de clase de resistencia 32,5, resistencia inicial normal, de bajo calor de hidratación y resistente a los sulfatos.

Ejemplo 8: EN 197-1- CEM IV/A (P-V) 32,5 N-SR: corresponde a un cemento puzolánico resistente a los sulfatos, con un contenido entre 21% y 35% en masa de puzolana natural (P) y ceniza volante silícea (V), de clase de resistencia 32,5, con resistencia inicial normal y un contenido de C_3A en clínker igual o inferior al 9% en masa.

AI.1.3 Prescripciones mecánicas y físicas.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que deben cumplir los cementos comunes según sus clases de resistencia figuran en la tabla AI.1.3.

Tabla AI.1.3 Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1

Clase de resistencia	Resistencia a compresión [2] UNE-EN 196-1 (N/mm²)				Tiempo de principio de fraguado UNE-EN196-3 (min)	Estabilidad de volumen UNE-EN196-3 (Expansión, mm)	Calor de Hidratación [3] (J/g)	
	Resistencia inicial		Resistencia nominal				UNE-EN 196-9	UNE-EN 196-8
	2 días	7 días	28 días				41 horas	7 días
32,5 L [1]	–	≥12,0	≥32,5	≤ 52,5	≥75	≤ 10	≤ 270	
32,5 N	–	≥16,0						
32,5 R	≥10,0	–						
42,5 L [1]	–	≥16,0	≥42,5	≤ 62,5	≥60			
42,5 N	≥10,0	–						
42,5 R	≥20,0	–						
52,5 L [1]	≥10,0	–	≥52,5	–	≥45			
52,5 N	≥20,0	–						
52,5 R	≥30,0	–						

[1] Clase de resistencia definida sólo para los CEM III.

[2] 1 N/mm² = 1 MPa.

[3] Solo para cementos de bajo calor de hidratación (LH).

AI.1.4 Prescripciones químicas: Las prescripciones relativas a las características químicas que deben cumplir los cementos comunes figuran en las tablas AI.1.4a y AI.1.4b.

Tabla AI.1.4a Prescripciones químicas de los cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1

Característica	Norma de ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción[1]
Pérdida por calcinación	UNE-EN 196-2	CEM I	Todas	≤ 5,0%
		CEM III		
Residuo insoluble	UNE-EN 196-2[2]	CEM I	Todas	≤ 5,0%
		CEM III		
Contenido de sulfatos (como SO_3)	UNE-EN 196-2	CEM I CEM II[3] CEM IV CEM V	32,5 N	≤ 3,5%
			32,5 R	
			42,5 N	
			42,5 R	≤ 4,0%
			52,5 N	
			52,5 R	
		CEM III[4]	Todas	
Contenido de cloruros (Cl^-)	UNE-EN 196-2	Todos[5]	Todas	≤ 0,10%[6]
Puzolanicidad	UNE-EN 196-5	CEM IV	Todas	Cumplimiento del ensayo

[1] En el caso en que las prescripciones se expresen en porcentajes, estos se refieren a la masa del cemento final.

[2] La determinación del residuo insoluble se realizará por el método basado en la disolución de la muestra en ácido clorhídrico y posterior ataque con disolución de carbonato de sodio.

[3] El cemento tipo CEM II/B-T y CEM II/B-M con un contenido de T superior al 20% puede contener hasta el 4,5% de sulfatos para todas las clases de resistencia.

[4] El cemento tipo CEM III/C puede contener hasta el 4,5% de sulfatos.

[5] El tipo de cemento CEM III puede contener más del 0,10% de cloruros, pero en tal caso el contenido máximo debe ser consignado en los envases y en los albaranes de entrega.

[6] Para aplicaciones de pretensado, el cemento puede haber sido fabricado expresamente con valores de cloruros inferiores al máximo admisible. En este caso, se debe expresar dicho valor en los envases y albaranes de entrega.

Tabla AI.1.4b Prescripciones químicas de los cementos comunes resistentes a los sulfatos de la norma UNE-EN 197-1

Característica	Norma de ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción [1]
Contenido de sulfatos (como SO_3)	UNE-EN 196-2	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 [2] CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,0%
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 3,5%
C_3A en el clínker [3]	UNE-EN 196-2 [4]	CEM I-SR 0	Todas	0%
		CEM I-SR 3		≤ 3%
		CEM I-SR 5		≤ 5%
	—[5]	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR		≤ 9%
Puzolanicidad	UNE-EN 196-5	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	Todas	Cumplimiento del ensayo a los 8 días

[1] Los requisitos vienen dados en porcentaje en masa del cemento final o clínker tal y como se define en la tabla.

[2] Se puede producir un CEM I-SR 5 con un contenido de sulfatos superior para algunas aplicaciones específicas. En tal caso, se debe declarar en el albarán el valor numérico mayor del contenido de sulfatos.

[3] El método de ensayo para la determinación del contenido de C_3A en el clínker mediante un análisis del cemento final está en estudio.

[4] En el caso particular del CEM I, es permisible el cálculo del contenido de C_3A en el clínker a partir del análisis químico del cemento. El contenido de C_3A se debe calcular con la fórmula: $C_3A = 2,65\ A - 1,69\ F$, siendo A y F los porcentajes en masa del óxido de aluminio (Al_2O_3) y del óxido de hierro (III) (Fe_2O_3) del clínker, respectivamente, determinados de acuerdo con la Norma UNE-EN 196-2.

[5] Hasta la finalización del método de ensayo, el contenido de C_3A se debe determinar en base al análisis del clínker como parte del control de producción en fábrica del fabricante.

AI.1.5 Durabilidad.

Para muchas aplicaciones, particularmente en condiciones ambientales severas, el tipo, subtipo y clase de resistencia del cemento pueden influir en la durabilidad de los hormigones, morteros y pastas, como por ejemplo en la resistencia a los agresivos químicos, en la resistencia al hielo-deshielo y, en su caso, en la protección de las armaduras.

Los cementos de horno alto de baja resistencia inicial podrían requerir precauciones adicionales tales como una ampliación del tiempo de retirada del encofrado y un cuidado especial con climatología adversa, todo ello debido a su lento desarrollo de resistencias.

AI.2 Composición, designación, prescripciones y durabilidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Se consideran cementos especiales de muy bajo calor de hidratación aquéllos definidos en la norma UNE-EN 14216.

AI.2.1 Composición.

Las proporciones en masa de los componentes de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación se especifican en la tabla AI.2.1, según su clasificación por tipo, denominación y designación.

TABLA AI.2.1 Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Tipos	Denominación	Designación	Composición (proporción en masa)[1]							Componentes minoritarios
			Componentes principales							
			Clínker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D2)	Puzolana		Cenizas volantes		
						Natural P	Natural calcinada Q	Silíceas V	Calcáreas W	
VLH III	Cemento de horno alto	VLH III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	0-5
		VLH III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	0-5

Tipos	Denominación	Designación	Composición (proporción en masa)[1)]							Componentes minoritarios
			Componentes principales							
			Clínker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D2)	Puzolana		Cenizas volantes		
						Natural P	Natural calcinada Q	Silíceas V	Calcáreas W	
VLH IV	Cemento puzolánico[3)]	VLH IV/A	65-89	-	<----------11-35---------->					0-5
		VLH IV/B	45-64	-	<----------36-55---------->					0-5
VLH V	Cemento compuesto[3)]	VLH V/A	40-64	18-30	-	<----------18-30---------->		-		0-5
		VLH V/B	20-38	31-49	-	<----------31-49---------->		-		0-5

[1)]Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios. Los requisitos para la composición se refieren a la suma de todos los componentes principales y minoritarios. El cemento final es la suma de los componentes principales y minoritarios más el sulfato de calcio y cualquier aditivo.

[2)] El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10 %.

[3)]En los cementos puzolánicos VLH IV/A y VLH IV/B y en cementos compuestos VLH V/A y VLH V/B los componentes principales diferentes del clínker deben ser declarados en la designación del cemento.

AI.2.2 Designación.

Los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación se designan con las siglas VLH seguidas del tipo de cemento, de acuerdo con el apartado AI.2.1, Cuando se trate de cementos puzolánicos tipo IV o cementos compuestos tipo V, se indicará además, entre paréntesis, las letras identificativas de los componentes principales empleados como adición. A continuación se indicará la clase resistente nominal 22,5. En estos cementos, la designación comenzará con la referencia a la norma UNE-EN 14216 seguida de un guion.

Ejemplo 9: EN 14216- VLH IV/B (P) 22,5: corresponde a un cemento especial puzolánico de muy bajo calor de hidratación, con un contenido entre 36 % y 55 % en masa de puzolana natural (P) y de clase resistente 22,5.

AI.2.3 Prescripciones mecánicas y físicas.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que deben cumplir los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación según su clase de resistencia figuran en la tabla AI.2.3.

Tabla AI.2.3 Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Clase de resistencia	Resistencia a compresión UNE-EN 196-1 (N/mm²)		Tiempo de principio de fraguado UNE-EN 196-3 (min)	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3 Expansión (mm)	Calor de hidratación (J/g)	
	Resistencia nominal 28 días				UNE-EN 196-9 a 41 horas	UNE-EN 196-8 a 7 días
22,5	≥22,5	≤42,5	≥75	≤10	≤220	

AI.2.4 Prescripciones químicas.

Las prescripciones relativas a las características químicas que deben cumplir los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación figuran en la tabla AI.2.4.

Tabla AI.2.4 Prescripciones químicas de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Propiedad	Ensayo de referencia	Designación	Prescripción[(1)]
Perdida por calcinación	UNE-EN 196-2	VLH III	≤5,0%
Residuo insoluble	UNE-EN 196-2[(2)]	VLH III	≤5,0%
Contenido de sulfatos (como SO_3)	UNE-EN 196-2	VLH III/B	≤4,0%
		VLH III/C	≤4,5%
		VLH IV	≤3,5%
		VLH V	≤3,5%
Contenido de ion cloruro		Todos[(3)]	≤0,10%

Propiedad	Ensayo de referencia	Designación	Prescripción(1)
Puzolanidad	UNE-EN 196-5	VLH IV	Cumplimiento del ensayo a 8 días

(1) Las prescripciones se dan en porcentajes en masa de cemento final.

(2) Determinación del residuo insoluble en ácido clorhídrico y carbonato de sodio.

(3) El cemento tipo VLH III puede contener más de 0,10% de cloruros, pero en tal caso, el contenido máximo se debe consignar en los sacos o albaranes de entrega.

AI.2.5 Durabilidad.

Para muchas aplicaciones, particularmente en condiciones ambientales severas, el tipo, subtipo y clase de resistencia del cemento puede influir en la durabilidad de los hormigones, morteros y pastas, como por ejemplo en la resistencia a los agresivos químicos, en la resistencia al hielo-deshielo, en la resistencia química y en la protección de las armaduras.

Los hormigones o morteros fabricados con cementos especiales de muy bajo calor de hidratación necesitan una protección adicional contra la desecación y la carbonatación durante su curado. La resistencia al hielo-deshielo de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación deberá ser adecuada para las condiciones ambientales en el lugar de su utilización.

AI.3 Composición, designación, prescripciones y durabilidad del cemento de aluminato de calcio

Se considera cemento de aluminato de calcio aquél definido en la norma UNE-EN 14647.

AI.3.1 Composición.

El cemento de aluminato de calcio está compuesto únicamente por clínker de cemento de aluminato de calcio, obtenido a partir de una mezcla definida de materiales aluminosos y calcáreos sometida a tratamiento térmico adecuado.

AI.3.2 Designación.

El cemento de aluminato de calcio se identificará por las letras CAC, sin hacer referencia a la clase de resistencia. En este cemento, la designación comenzará con la referencia a la norma UNE-EN 14647 seguida de un guion.

Ejemplo 10: UNE-EN 14647- CAC: corresponde a un cemento de aluminato de calcio.

AI.3.3 Prescripciones mecánicas y físicas.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que debe cumplir el cemento de aluminato de calcio figuran en la tabla AI.3.3.

Tabla AI.3.3 Prescripciones mecánicas y físicas del cemento de aluminato de calcio

Resistencia a compresión UNE-EN 196-1 y UNE-EN 14647 (apdo. 7.1) (N/mm²)		Tiempo de principio de fraguado UNE-EN 196-3 y UNE-EN 14647 (apdo. 7.2) (mín)
A 6 horas	A 24 horas	
≥ 18,0	≥40,0	≥90

AI.3.4 Prescripciones químicas.

Las prescripciones relativas a las características químicas que debe cumplir el cemento de aluminato de calcio figuran en la tabla AI.3.4.

Tabla AI.3.4 Prescripciones químicas del cemento de aluminato de calcio

Propiedad	Ensayo de referencia	Exigencia[1]
Contenido de alúmina (como Al_2O_3)	UNE-EN 196-2	35 % ≤ Al_2O_3 ≤ 58%
Contenido de sulfuros (como S^{2-})		≤ 0,10 %
Contenido de ion cloruro		≤ 0,10 %
Contenido de álcalis [2]		≤ 0,4 %
Contenido de sulfatos (como SO_3)		≤ 0,5 %

[1] Las exigencias se dan en porcentajes en masa de cemento final.

[2] Expresado como Na_2O equivalente (Na_2O + 0,658 K_2O).

AI.3.5 Durabilidad.

El cemento de aluminato de calcio desarrolla resistencias a mucha mayor velocidad que el cemento pórtland, alcanzando en pocas horas valores similares a los de éste a 28 días. Con el tiempo las resistencias suelen disminuir al tener lugar el proceso de conversión de los aluminatos de calcio hidratados, desde su estructura hexagonal a primeras edades a una estructura cúbica, termodinámicamente estable. Este proceso es muy dependiente de la relación agua/cemento y de la temperatura durante las primeras 24 horas después de la puesta en obra.

El cemento de aluminato de calcio tiene buena resistencia a los sulfatos, resiste bien algunos medios agresivos siempre que no sean alcalinos. Para asegurar la durabilidad de obras con él elaboradas han de seguirse las prescripciones establecidas en el Código Estructural vigente y las indicaciones de la norma UNE-EN 14647. Con áridos adecuados se pueden fabricar morteros y hormigones refractarios.

AI.4 Composición, designación, prescripciones y durabilidad de los cementos de albañilería

Se consideran cementos de albañilería aquéllos definidos en la norma UNE-EN 413-1.

AI.4.1 Composición.

Los cementos de albañilería están compuestos por clínker de cemento pórtland, componentes inorgánicos y, cuando sea necesario, aditivos tal y como se recoge en la tabla AI.4.1. El sulfato de calcio se añade en pequeñas cantidades a los otros componentes del cemento de albañilería durante su fabricación para controlar el fraguado.

Los componentes inorgánicos de los cementos de albañilería deben ser materiales seleccionados a partir de:

– materiales minerales naturales;
– materiales minerales empleados en el proceso de fabricación del clínker, o productos resultantes de dicho proceso;
– cales hidratadas y/o hidráulicas para la construcción de acuerdo con la norma UNE-EN 459-1;
– componentes especificados en la norma UNE-EN 197-1;
– pigmentos inorgánicos (excepto aquellos que contengan negro de humo) de acuerdo con la norma UNE-EN 12878.

Tabla AI.4.1 Composición de los cementos de albañilería

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)	
	Clínker de cemento pórtland	Aditivos [1] y [2]
MC 5	≥ 25	≤ 1
MC 12,5	≥ 40	≤ 1
MC 12,5 X [3]		
MC 22,5		
MC 22,5 X [3]		

[1] Excluidos los pigmentos.

(2) La cantidad de aditivos orgánicos sobre una base seca no debe exceder el 0,5% de la masa del cemento de albañilería.

(3) El término X designa un cemento de albañilería al cual no se ha incorporado un aditivo inclusor de aire.

AI.4.2 Designación.

Los cementos de albañilería se identificarán empleando las letras MC, seguidas de la clase de resistencia (5, 12,5 y 22,5) y, cuando aplique, la letra X indicativa de que no se ha incorporado a él ningún aditivo inclusor de aire. En estos cementos, la designación comenzará con la referencia a la norma EN 413-1 seguida de un guion (véase ejemplo 11).

Ejemplo 11: EN 413-1- MC 12,5 X: corresponde a un cemento de albañilería, de clase resistente 12,5 y sin aditivo inclusor de aire.

AI.4.3 Prescripciones mecánicas y físicas.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que deben cumplir los cementos de albañilería según su tipo y clase de resistencia figuran en la tabla AI.4.3a.

Tabla AI.4.3a Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos de albañilería

Tipo y clase de resistencia	Resistencia a compresión (N/mm^2) UNE-EN 196-1(1)			Tiempo de fraguado UNE-EN 413-2		Finura sobre tamiz de 90 µm UNE-EN 196-6	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3
	7 días	28 días		Principio (min)	Final(2) (horas)	Residuo (%)	Expansión (mm
MC 5	–	≥5,0	≤15	≥60	≤15	≤15	≤10
MC 12,5	≥7	≥12,5	≤32,5				
MC 12,5 X	≥7	≥12,5	≤32,5				
MC 22,5	≥10	≥22,5	≤42,5				
MC 22,5 X	≥10	≥22,5	≤42,5				

(1) El ensayo deberá ser realizado según la norma-UNE-EN 196-1. Si a la edad de 24 horas las probetas no muestran resistencia suficiente, podrán ser retiradas de los moldes transcurridas 48 horas. La velocidad de carga para la rotura de las probetas de los cementos de clase resistente 5 será de 400 ± 40 N/s. Podrá emplearse como equipo de compactación alternativo el de la norma UNE-EN 459-2.

(2) Si el tiempo de principio de fraguado del cemento de albañilería es menor de 6 horas, no se prescribe ningún requisito para el final de fraguado.

Adicionalmente, para los cementos de albañilería también son de aplicación las prescripciones establecidas en la tabla AI.4.3b relativas al mortero fresco. Las características del mortero fresco serán determinadas sobre una pasta de consistencia normal obtenida para un valor de penetración de 35 ± 3 mm, determinado por aplicación del método de referencia definido en UNE EN 413-2. Alternativamente se puede emplear el ensayo de la mesa de sacudidas.

Tabla AI.4.3b Prescripciones para el mortero fresco de los cementos de albañilería

Tipo y clase de resistencia	Contenido de aire UNE-EN 413-2 (% en volumen)	Retención de agua UNE-EN 413-2 (% en masa)
MC 5	8 ≤ contenido de aire ≤ 22	≥ 80
MC 12,5		
MC 22,5		
MC 12,5 X	≤ 6(1)	≥ 75
MC 22,5 X		

(1) El control del proceso de producción del cemento de albañilería asegura que no se excede este límite superior.

AI.4.4 Prescripciones químicas.

Las prescripciones relativas a las características químicas que deben cumplir los cementos de albañilería figuran en la tabla AI.4.4.

Tabla AI.4.4 Prescripciones químicas de los cementos de albañilería

Característica	Norma de ensayo	Tipo y clase del cemento	Valor (% en masa)
Contenido de sulfatos (expresado como SO_3)	UNE-EN 196-2	MC 5	≤ 2,5
		MC 12,5	≤ 3,5
		MC 12,5 X	
		MC 22,5	
		MC 22,5 X	
Contenido de cloruros (expresado como Cl^-)		MC 5	Sin requisito
		MC 12,5	≤ 0,10
		MC 12,5 X	
		MC 22,5	
		MC 22,5 X	

AI.4.5 Durabilidad: Para muchas aplicaciones, particularmente en condiciones ambientales severas, el tipo y clase de resistencia del cemento de albañilería puede influir en la durabilidad del mortero. La elección del tipo de cemento para diferentes usos y tipos de exposición debe seguir las normas apropiadas y/o reglamentaciones válidas en el lugar de uso del mortero.

AI.5 Normas de referencia para los cementos sujetos al marcado CE

La relación de las versiones correspondientes a las normas aplicables en cada caso, con referencia a su fecha de aprobación, es la que se indica en este apartado, excepto en los siguientes casos:

AI.5.1 Normas de producto:

UNE-EN 197-1 (*) Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
UNE-EN 14216 (*) Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.
UNE-EN 413-1 (*) Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
UNE-EN 14647 (*) Cemento de aluminato de calcio. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

AI.5.2 Normas relativas a la evaluación de conformidad:

UNE-EN 197-2 (**) Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad.
UNE-EN 197-2 (**) ERRATUM Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad.

AI.5.3 Normas relativas a la toma de muestras y a los métodos de ensayo:

UNE-EN 196-1 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias mecánicas.
UNE-EN 196-2 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
UNE-EN 196-3 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad del volumen.
UNE-EN 196-5 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 5: Ensayo de puzolanicidad para los cementos puzolánicos.
UNE-EN 196-6 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 6: Determinación de la finura.
UNE-EN 196-7 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 7: Métodos de toma y preparación de muestras de cemento.
UNE-EN 196-8 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 8: Determinación del calor de hidratación. Método por disolución.
UNE-EN 196-9 (**) Métodos de ensayo de cementos. Parte 9: Determinación del calor de hidratación. Método semi-adiabático.

UNE-EN 196-10:2016 Métodos de ensayo de cementos. Parte 10: Determinación del contenido de cromo (VI) soluble en agua en cementos.

UNE-EN 413-2 (**) Cementos de albañilería. Parte 2 Métodos de ensayo.

AI.5.4 Otras normas:

UNE-EN 451-1 (**) Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación de óxido de cal libre.

UNE-EN 459-1 (*) Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

UNE-EN 459-2 (**) Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.

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 12878 (*) Pigmentos para la coloración de materiales de construcción fabricados a partir de cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE EN 13639 (**) Determinación del carbono orgánico total en la caliza.

UNE-EN 45501:2016 Aspectos metrológicos de los instrumentos de pesaje de funcionamiento automático.

UNE-ISO 9277:2009 (**) Determinación del área superficial específica de los sólidos mediante la adsorción de gas utilizando el método BET.

(*) Normas armonizadas. Las normas armonizadas recogidas en este apartado se utilizarán en la última versión publicada en el “Diario Oficial de la Unión Europea” (DOUE).

(**) Norma citada en norma armonizada. Se utilizará la versión incluida en la norma armonizada que corresponda.

ANEJO II

Cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre. Composición, designación, prescripciones y normas de referencia

AII.1 Composición, designación y prescripciones de los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre

Los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, son todos aquéllos que presentan características adicionales de resistencia a los sulfatos, resistencia al agua de mar o blancura, así como aquéllos con características especiales, cuyas características no están definidas por ninguna norma europea armonizada.

Todos los cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, tienen, a su vez, marcado CE, excepto los cementos para usos especiales y los cementos CEM II/C-M y CEM VI. En el primero de los casos, deberán tener una designación conforme con el Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, y otra conforme con el marcado CE definido en el anejo I. Por simplificación, en determinadas ocasiones y por razones de falta de espacio, podrá aparecer únicamente la designación conforme con la norma UNE correspondiente. Sin embargo, nunca se omitirá el recuadro del marcado CE si fuera de aplicación.

Los requisitos para la composición se refieren a la suma de todos los componentes principales y minoritarios adicionales. Se sobreentiende que el cemento final es la suma de los componentes principales y minoritarios adicionales más el sulfato de calcio necesario y cualquier aditivo.

AII.2 Cementos resistentes a los sulfatos

Se consideran cementos resistentes a los sulfatos, además de los definidos en el anejo I relativos a la norma UNE-EN 197-1 (SR), aquéllos con la característica adicional de resistencia a los sulfatos definidos en la norma UNE 80303-1 (SRC).

AII.2.1 Composición y prescripciones.

Se consideran cementos resistentes a los sulfatos aquéllos en cuya elaboración se haya empleado un clínker que cumpla las condiciones descritas en la tabla AII.2.1 Estos cementos

deberán cumplir, además, las prescripciones relativas a su tipo y clase recogidas en el apartado AI.1.

Tabla AII.2.1 Prescripciones adicionales para los cementos resistentes a los sulfatos (SRC)

Tipos	Denominaciones		Designaciones	Especificaciones del clínker de los cementos resistentes a los sulfatos (SRC)	
				C_3A%	C_3A% + C_4AF%
II	Cementos pórtland con adiciones, resistentes a sulfatos	Con escoria de horno alto (S)	II/A-S	≤ 6,0	≤ 22,0
II			II/B-S		
II		Con humo de sílice (D)	II/A-D		
II		Con Puzolana natural (P)	II/A-P		
II			II/B-P		
II		Con ceniza volante (V)	II/A-V		
II			II/B-V		
III	Cementos con adiciones, resistentes a sulfatos	Con escoria de horno alto (S)	III/A	≤ 8,0	≤ 25,0
V		Cementos compuestos (S+P+V)	V/A	≤ 8,0	≤ 25,0

Las prescripciones sobre C_3A y (C_3A + C_4AF) se refieren a porcentajes en masa de clínker. Los contenidos de C_3A y C_4AF se determinarán por cálculo, según la norma UNE 80304, a partir de los ensayos realizados sobre el clínker según la norma UNE-EN 196-2.

Los materiales puzolánicos que formen parte de estos cementos (cenizas volantes silíceas, puzolanas naturales y humo de sílice en su caso) cumplirán las siguientes prescripciones:

a) La relación SiO_2/(CaO+MgO), en tanto por ciento en masa, debe ser superior a 3,5, siendo CaO el óxido de calcio reactivo definido en la norma UNE-EN 197-1.

b) La ceniza volante silícea o puzolana natural molida a finura Blaine equivalente a la del cemento de referencia, con una tolerancia de ± 200 cm^2/g, y mezclada con éste en proporción cemento/material puzolánico igual a 75/25 en masa, deberá cumplir el ensayo de puzolanicidad a la edad de 8 días o 15 días, según la norma UNE-EN 196-5;

c) La ceniza volante silícea (V) o puzolana natural (P) molida a finura Blaine equivalente a la del cemento de referencia (± 200 cm^2/g) y mezclada con éste en proporción cemento/ceniza o puzolana natural igual a 75/25 en masa, deberá presentar una resistencia a compresión a la edad de 28 días igual o superior al 75 por ciento de la resistencia del cemento de referencia a la misma edad (índice de actividad resistente, IAR), según el método de ensayo de la norma UNE-EN 196-1.

El cemento de referencia, tanto para el ensayo de puzolanicidad como para el de resistencia, será el CEM I con un contenido de $C_3A \leq 5,0$ % en el clínker.

AII.2.2 Designación.

La designación de los cementos resistentes a sulfatos es similar a la correspondiente al tipo de cemento homólogo de los definidos en el Anejo I omitiendo el prefijo CEM, seguida de la clase de resistencia, de la expresión «/SRC» y de la mención a la norma UNE 80303-1.

Ejemplo 1:

II/A-V 42,5 R/SRC - UNE 80303-1
EN 197-1 - CEM II/A-V 42,5 R

Corresponde a un cemento pórtland con ceniza volante, de clase resistente 42,5, alta resistencia inicial y resistente a los sulfatos de acuerdo a la norma UNE 80303-1 (SRC).

Ejemplo 2:

III/A 32,5 L-LH/SRC - UNE 80303-1
EN 197-1 - CEM III/A 32,5 L-LH

Corresponde a un cemento con escoria de horno alto con un contenido entre 36% y 65% en masa de escoria de horno alto (S), de clase resistente 32,5 y baja resistencia inicial, de

bajo calor de hidratación y resistente a los sulfatos de acuerdo a la norma UNE 80303-1 (SRC).

AII.3 Cementos resistentes al agua de mar

Se consideran cementos resistentes al agua de mar aquéllos con la característica adicional de resistencia al agua de mar definidos en la norma UNE 80303-2.

AII.3.1 Composición y prescripciones.

Se consideran cementos resistentes al agua de mar aquéllos en cuya composición se haya empleado un clínker que cumpla las condiciones descritas en la tabla AII.3.1. Estos cementos deberán cumplir, además, las prescripciones relativas a su tipo y clase recogidas en el apartado AI.1.

Los componentes puzolánicos que formen parte de estos cementos (cenizas volantes silíceas, puzolanas naturales y humo de sílice en su caso) cumplirán las prescripciones indicadas en el apartado AII.2.1.

Por otro lado, el cemento de referencia, tanto para el ensayo de puzolanicidad como para el de resistencia, es el CEM I con un contenido de $C_3A \leq 9,0$ % en el clínker.

Tabla AII.3.1 Prescripciones adicionales para los cementos resistentes al agua de mar

Tipos	Denominaciones		Designaciones	Especificaciones del clínker de los cementos resistentes a agua de mar (MR)	
				C_3A%	C_3A% + C_4AF%
I	Cementos pórtland resistentes a agua de mar		I	≤ 5,0	≤ 22,0
II	Cementos pórtland con adiciones, resistentes a agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	II/A-S	≤ 8,0	≤ 25,0
II			II/B-S		
II		Con humo de sílice (D)	II/A-D		
II		Con puzolana natural (P)	II/A-P		
II			II/B-P		
II		Con ceniza volante (V)	II/A-V		
II			II/B-V		
III	Cementos con adiciones, resistentes a agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	III/A	≤10,0	≤ 25,0
III			III/B	Ninguna	
III			III/C	Ninguna	
IV		Cementos Puzolánicos (D+P+V)	IV/A	≤9,0	≤ 25,0
IV			IV/B	≤ 10,0	≤ 25,0
V		Cementos compuestos (S+P+V)	V/A		

Las prescripciones sobre C_3A y (C_3A + C_4AF) se refieren a porcentajes en masa de clínker. Los contenidos de C_3A y C_4AF se determinarán por cálculo, según la norma UNE 80304, a partir de los ensayos realizados sobre el clínker según la norma UNE-EN 196-2.

AII.3.2 Designación.

Los cementos con características adicionales resistentes al agua de mar se designarán de manera similar a la indicada en el Anejo I para los correspondientes cementos comunes, omitiendo el prefijo CEM, seguida por una barra (/),de las siglas MR que identifican esta característica adicional y de la referencia a la norma UNE correspondiente.

Ejemplo 3:

III/B 32,5 R/MR - UNE 80303-2
EN 197-1 - CEM III/B 32,5 R

Corresponde a un cemento con escorias de horno alto con un contenido entre el 66% y el 80% en masa de escoria de horno alto, de clase resistente 32,5, alta resistencia inicial y resistente al agua de mar de acuerdo a la norma UNE 80303-2 (MR).

Ejemplo 4:

IV/B (P, V) 32,5 N-LH/MR - UNE 80303-2
EN 197-1 - CEM IV/B (P, V) 32,5 N-LH

Corresponde a un cemento puzolánico con puzolana natural (P) y ceniza volante silícea (V), de clase resistente 32,5 con una resistencia inicial normal, de bajo calor de hidratación y resistente al agua de mar de acuerdo a la norma UNE 80303-2 (MR).

AII.4 Cementos blancos

Se consideran cementos blancos aquéllos que presenten una blancura – referente a las coordenadas CIELAB determinadas según el método de ensayo de la norma UNE 80117 – L* no inferior a 85, que estén definidos en la norma UNE 80305 y que sean conformes con la norma UNE-EN 197-1 (véase apartado AI.1), la UNE-EN 14216 (véase apartado AI.2) o la norma UNE-EN 413-1 (véase apartado AI.4).

El clínker de cemento pórtland blanco es el componente fundamental presente en todos los cementos blancos y se define en el Anejo III de esta Instrucción.

AII.4.1 Clasificación, composición, designación y prescripciones de los cementos comunes blancos:

AII.4.1.1 Clasificación y composición.

Los tipos, subtipos, denominaciones y composición corresponden a los señalados para los cementos comunes en el apartado AI.1.1 de esta Instrucción.

AII.4.1.2 Designación.

Los cementos comunes blancos se designarán de manera similar a la indicada en el apartado AI.1 para los correspondientes cementos comunes, sustituyendo el prefijo CEM por el prefijo BL. Si el cemento dispusiera de una característica adicional (resistente a los sulfatos o al agua de mar) se indicará ésta de la forma indicada en los apartados A.2.2.2 y A.2.3.2, según corresponda.

Por último, se incluirá la referencia a la norma UNE 80305 y a la norma correspondiente a la característica adicional, en su caso.

Ejemplo 5:

BL I 42,5 R UNE 80305
EN 197-1 - CEM I 42,5 R

Corresponde a un cemento pórtland (tipo I), blanco, de clase resistente 42,5 y alta resistencia inicial.

Ejemplo 6:

BL II/A-L 32,5 N-LH/MR UNE 80305 UNE 80303-2
EN 197-1 - CEM II/A-L 32,5 N-LH

Corresponde a un cemento blanco con adición de entre un 6 y 21% de caliza con un TOC inferior a 0,5% (L), de clase resistente 32,5 con resistencia inicial ordinaria, de bajo calor de hidratación y resistente al agua de mar.

AII.4.1.3 Prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad.

Las prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad de los cementos comunes blancos son las indicadas en los apartados, AI.1.3, AI.1.4 y AI.1.5 de esta Instrucción.

Además deberán cumplir el requisito de blancura establecido en el apartado AII.4.

AII.4.2 Clasificación, composición, designación y prescripciones de los cementos de albañilería blancos:

AII.4.2.1 Clasificación y composición.

El cemento de albañilería blanco tendrá la clase de resistencia 22,5 X, y sus constituyentes serán conformes a lo indicado en el apartado AI.4.1 de esta Instrucción.

Las proporciones en masa de los componentes del cemento de albañilería blanco son las que figuran en la tabla AII.4.2.1.

Tabla AII.4.2.1 Composición del cemento de albañilería blanco

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)	
	Clínker pórtland blanco	Aditivos[1]
BL 22,5 X	≥ 40	≤ 1[1] [2]

[1] Excluidos los pigmentos.

[2] El contenido de material orgánico no deberá superar el 0,5% expresado en masa de producto desecado.

AII.4.2.2 Designación.

Los cementos de albañilería blancos se designarán de manera similar a la indicada en el apartado AI.4 sustituyendo el prefijo MC por el prefijo BL y añadiendo al final la referencia a la norma UNE 80305.

Ejemplo 7:

BL 22,5 X - UNE 80305
EN 413-1 – MC 22,5 X

AII.4.2.3 Prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad.

Las prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad del cemento de albañilería blanco serán las indicadas para él en los apartados AI.4.3, AI.4.4 y AI.4.5 de esta Instrucción, debiendo cumplir, además, el requisito de blancura establecido en el apartado AII.4.

Adicionalmente, le será de aplicación el requisito establecido en la tabla AII.4.2.3 relativo a mortero fresco. Las características del mortero fresco serán determinadas sobre una pasta de consistencia normal obtenida para un valor de penetración de 35 ± 3 mm, determinado por aplicación del método de referencia definido en la norma UNE-EN 413-2.

Tabla AII.4.2.3 Requisitos para el mortero fresco

Tipo y clase de resistencia	Retención de agua (UNE-EN 413-2) (%, en masa)
BL 22,5 X	≥ 75

AII.5 Cemento para usos especiales

El cemento para usos especiales es el definido en la norma UNE 80307.

AII.5.1 Clasificación y composición.

Las proporciones en masa de los componentes del cemento para usos especiales se especifican en la tabla AII.5.1. Los componentes de este cemento han de cumplir los requisitos que para ellos se establece en el Anejo III.

Tabla AII.5.1 Cemento para usos especiales: composición y proporción en masa[1] [4]

Tipo	Denominación	Designación	Clínker (K)	Escoria de horno alto (S)	Puzolana natural[2] (P)	Ceniza volante silícea (V)	Componentes minoritarios adicionales[3]
ESP-VI	Cemento para usos especiales.	ESP VI-1	25-55	45-75			0-5

[1] Los valores de la tabla se refieren a % en masa respecto al núcleo de cemento, entendiéndose por tal, el clínker y las adiciones, con exclusión del sulfato de calcio (regulador de fraguado) y de los aditivos.

[2] El contenido de puzolana natural no deberá ser superior al 40%.

[3] Los componentes minoritarios adicionales pueden ser caliza o uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento.

(4) Los requisitos para la composición se refieren a la suma de todos los componentes principales y minoritarios adicionales. Se sobreentiende que el cemento final es la suma de los componentes principales y minoritarios adicionales más el sulfato de calcio necesario y cualquier aditivo.

AII.5.2 Designación.

En el caso de cemento para usos especiales, se indicará la designación correspondiente al tipo (ESP VI-1), seguida de la relativa a la clase de resistencia (22,5N - 32,5N - 42,5N) y de la referencia a la norma UNE 80307.

Ejemplo 8: ESP VI-1 32,5 N - UNE 80307

Corresponde a un cemento para usos especiales, de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal.

AII.5.3 Prescripciones mecánicas y físicas.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que deben cumplir los cementos para usos especiales figuran en la tabla AII.5.3.

Tabla AII.5.3 Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos para usos especiales

Clases de resistencia	Resistencia a compresión UNE-EN 196-1 (N/mm^2)			Tiempo de principio de fraguado UNE-EN 196-3 (min)	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3 (expansión) (mm)
	28 días		90 días		
22,5 N	≥ 12,5	≤ 32,5	≥ 22,5	≥ 60	≤ 10
32,5 N	≥ 22,5	≤ 42,5	≥ 32,5		
42,5 N	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 42,5		

AII.5.4 Prescripciones químicas.

Las prescripciones relativas a las características químicas que deben cumplir los cementos para usos especiales figuran en la tabla AII.5.4.

Tabla AII.5.4 Prescripciones químicas de los cementos para usos especiales

Tipo y designación	Prescripciones	
	Contenido de sulfatos (como SO_3) UNE-EN 196-2	Contenido de ión cloruro UNE-EN 196-2
ESP VI-1	≤3,5 %	≤0,10 %

AII.6 Cementos comunes portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI

Se consideran cementos portland compuestos CEM II/C-M y cementos compuestos CEM VI, los cementos definidos en la norma UNE-EN 197-5.

AII.6.1 Clasificación y composición.

Los constituyentes de los cementos comunes de la norma UNE-EN 197-5 deben cumplir los requisitos que se recogen en el anejo III de este documento.

Las proporciones en masa de los componentes de los cementos portland compuestos CEM II/C-M y cementos compuestos CEM VI, se especifican en la tabla AII.6.1. Estos cementos deberán cumplir, además, las prescripciones relativas a su tipo y clase recogidas en el apartado AI.1.

No se tiene experiencia en el uso de cementos compuestos con adiciones de cenizas volantes calcáreas (W) y esquistos calcinados (T), por lo que no se contempla su utilización en esta Instrucción.

Tabla AII.6.1 Cementos comunes de la norma UNE-EN 197-5, cemento portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI: composición y proporción en masa

Tipos principales	Designación de los productos (tipos de cemento)		Composición (% en masa[a])										
			Componentes principales										Componentes adicionales minoritarios
			Clínker	Escoria de horno alto	Humo de sílice	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados	Caliza		
						natural	natural calcinada	silíceas	calcáreas				
	Denominación	Designación	K	S	D [b]	P	Q	V	W	T	L [c]	LL [c]	
CEM II	Cemento portland compuesto[d]	CEM II/C-M	50-64	‹——— 36-50 ———›									0-5
CEM VI	Cemento compuesto	CEM VI (S-P)	35-49	31-59	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM VI (S-V)	35-49	31-59	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM VI (S-L)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM VI (S-LL)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5

[a] Los valores de la tabla son la suma de los componentes mayoritarios y minoritarios.

[b] En el caso del humo de sílice, el contenido de humo de sílice está limitado al 6-10 % en masa.

[c] En el caso de la caliza, el contenido de caliza (suma de L, LL) está limitado al 6-20 % en masa.

[d] El número de constituyentes mayoritarios además del clínker, está limitado a dos, y estos constituyentes mayoritarios deben declararse en la designación del cemento.

AII.6.2 Designación.

En el caso de los cementos comunes de la norma UNE-EN 197-5, el cemento portland compuesto CEM II/C-M y el cemento compuesto CEM VI, se indicará la designación correspondiente al tipo (CEM), seguida de la relativa a la clase de resistencia (32,5 - 42,5 - 52,5) y, seguidamente, un espacio en blanco y la letra R si se trata de un cemento de alta resistencia inicial, o la letra N en el caso de ser de resistencia inicial normal, o la letra L si es de baja resistencia inicial y, finalmente, de la referencia a la norma de cementos comunes UNE-EN 197-5.

Cuando en una misma fábrica, un fabricante produzca diferentes elementos que cumplen con la misma designación normalizada, estos cementos tendrán una identificación adicional en forma de un número o de dos letras minúsculas, entre paréntesis, con objeto de que se distingan dichos cementos entre sí.

Los cementos de bajo calor de hidratación (según se definen en el apartado AI.1 de esta Instrucción), deben designarse de forma adicional con la notación LH.

Ejemplo 9: UNE-EN 197-5 - CEM VI (S-V) 32,5 N

Corresponde con un cemento común compuesto que contiene en total una cantidad entre el 31 % y el 59 % en masa de escoria granulada de horno alto (S) y entre el 6 % y el 20 % en masa de ceniza volante silícea (V), de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal.

Ejemplo 10: UNE-EN 197-5 – CEM II/C-M (V-LL) 32,5 R – LH

Corresponde con un cemento común portland compuesto que contiene en total una cantidad entre el 36 % y el 50 % en masa de cenizas volantes silíceas (V) y de caliza (LL), y con una clase de resistencia 32,5, con una alta resistencia a corta edad y un bajo calor de hidratación.

Ejemplo 11: UNE-EN 197-5 – CEM VI (S-P) 42,5 L

Corresponde con un cemento común compuesto que contiene en total una cantidad entre el 31 % y el 59 % en masa de escoria granulada de horno alto (S) y entre el 6 % y el 20 % en masa de puzolana natural (P), de clase resistente 42,5 y baja resistencia inicial.

AII.6.3 Prescripciones.

Las prescripciones relativas a las características mecánicas y físicas que deben cumplir el cemento portland compuesto CEM II/C-M y el cemento compuesto CEM VI, relativas a su tipo y clase, son las recogidas en la tabla AII.6.3.1.

Tabla AII.6.3.1 Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes

Clase de resistencia	Resistencia a compresión [1] UNE-EN 196-1 (N/mm²)				Tiempo de principio de fraguado UNE-EN 196-3 (min)	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3 (Expansión, mm)	Calor de Hidratación [2] (J/g)	
	Resistencia inicial		Resistencia nominal				UNE-EN 196-9	UNE-EN 196-8
	2 días	7 días	28 días				41 horas	7 días
32,5 L	–	≥12,0	≥32,5	≤52,5	≥75	≤10	≤270	
32,5 N	–	≥16,0						
32,5 R	≥10,0	–						
42,5 L	–	≥16,0	≥42,5	≤62,5	≥60			
42,5 N	≥10,0	–						
42,5 R	≥20,0	–						
52,5 L	≥10,0	–	≥52,5	–	≥45			
52,5 N	≥20,0	–						
52,5R	≥30,0	–						

[1] 1 N/mm² = 1 MPa.

[2] Solo para cementos de bajo calor de hidratación (LH).

Las prescripciones relativas a las características químicas que deben cumplir el cemento portland compuesto CEM II/C-M y el cemento compuesto CEM VI, relativas a su tipo y clase, están recogidas en la tabla AII.6.3.2.

Tabla AII.6.3.2 Prescripciones químicas de los cementos comunes portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI

Característica	Norma de ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción [a]
Contenido de sulfatos (como SO_3).	UNE-EN 196-2	CEM II/C-M y CEM VI	Todas	≤ 4,0 % [b]
Contenido de cloruros (Cl^-).	UNE-EN 196-2	CEM II/C-M y CEM VI	Todas	≤ 0,10 % [c]

[a] Los requisitos se dan en porcentaje en masa del cemento final.

[b] Los cementos portland compuestos con un contenido de T > 20 % pueden contener hasta un 4,5 % de sulfatos (expresados como SO_3) para todas las clases de resistencia.

[c] Los cementos compuestos CEM VI pueden contener más de 0,10 % en masa de cloruros. En este caso, el valor de 0,10 % en masa de cloruros se debe reemplazar por el límite superior del contenido de cloruros, expresado como un porcentaje en masa con dos cifras decimales, y este valor límite se debe de colocar en el envase o albarán.

AII.6.4 Durabilidad.

Para muchas aplicaciones, particularmente en condiciones ambientales severas, el tipo, subtipo y clase de resistencia del cemento pueden influir en la durabilidad de los hormigones, morteros y pastas, como por ejemplo en la resistencia a los agresivos químicos, en la resistencia al hielo-deshielo y, en su caso, en la protección de las armaduras.

Los cementos comunes compuestos podrían requerir precauciones adicionales tales como una ampliación del tiempo de retirada del encofrado y un cuidado especial con climatología adversa, todo ello debido a su lento desarrollo de resistencias.

Los cementos CEM II/C-M y CEM VI no están recomendados en hormigones sometidos a ciclos de hielo-deshielo (clase de exposición XF).

AII.7 Normas de referencia de cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre

AII.7.1 Normas de producto:

UNE 80303-1:2017 Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.

UNE 80303-2:2017 Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.

UNE 80305:2012 Cementos blancos.

UNE 80307:2001 Cementos para usos especiales.

UNE-EN 197-5:2021 Cemento. Parte 5: Cemento Portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI.

AII.7.2 Normas relativas a la evaluación de conformidad:

UNE-EN 197-2:2020 Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad.

AII.7.3 Normas relativas a la toma de muestras y a los métodos de ensayo:

UNE 80117:2012 Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación del color en el cemento y clínker blanco.

UNE 80216:2010 Métodos de ensayo de cementos. Determinación cuantitativa de los componentes.

UNE 80220:2012 Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la humedad.

UNE 80304:2006 Cementos. Cálculo de la composición potencial del clínker pórtland.

UNE-EN 196-1:2018 Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias mecánicas.

UNE-EN 196-2:2014 Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.

UNE-EN 196-3:2017 Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad del volumen.

UNE-EN 196-5:2011 Métodos de ensayo de cementos. Parte 5: Ensayo de puzolanicidad para los cementos puzolánicos.

UNE-EN 196-6:2019 Métodos de ensayo de cementos. Parte 6: Determinación de la finura.

UNE-EN 196-7:2008 Métodos de ensayo de cementos. Parte 7: Métodos de toma y preparación de muestras de cemento.

UNE-EN 196-8:2010 Métodos de ensayo de cementos. Parte 8: Determinación del calor de hidratación. Método por disolución.

UNE-EN 196-9:2011 Métodos de ensayo de cementos. Parte 9: Determinación del calor de hidratación. Método semi-adiabático.

UNE-EN 196-10:2016 Métodos de ensayo de cementos. Parte 10: Determinación del contenido de cromo (VI) soluble en agua en cementos.

UNE-EN 413-2:2017 Cementos de albañilería. Parte 2 Métodos de ensayo.

AII.7.4 Otras normas:

UNE-EN 413-1:2011 Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

UNE-EN 451-1:2017 Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación de óxido de cal libre.

UNE-EN 933-9:2010+A1:2013 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.

UNE-EN 12878:2014 Pigmentos para la coloración de materiales de construcción fabricados a partir de cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE EN 13639:2019 Determinación del carbono orgánico total en la caliza.

UNE-EN 45501:2016 Aspectos metrológicos de los instrumentos de pesaje de funcionamiento automático.

UNE-ISO 9277:2009 Determinación del área superficial específica de los sólidos mediante la adsorción de gas utilizando el método BET.

ANEJO III

Componentes del cemento

AIII.1 General

Los requisitos de los componentes especificados se determinarán siguiendo los métodos de ensayo descritos en las normas de la serie UNE-EN 196.

AIII.2 Componentes principales

AIII.2.1 Clínker de cemento.

AIII.2.1.1 Clínker de cemento pórtland (K).

El clínker de cemento pórtland se obtiene por sinterización de una mezcla homogénea de materias primas (crudo, pasta o harina) conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos, CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 y pequeñas cantidades de otras materias.

El clínker de cemento pórtland es un material hidráulico que debe estar constituido al menos en dos tercios de su masa por silicatos de calcio [$3CaO.SiO_2$] y [$2CaO.SiO_2$], estando constituido el resto por fases del clínker conteniendo aluminio, hierro y por otros compuestos. La relación en masa (CaO) / (SiO_2) no será menor de 2,0 y el contenido de óxido de magnesio (MgO) no excederá del 5,0 % en masa.

El contenido de aluminatro tricálcico (C_3A) del clínker de cemento pórtland utilizado en los cementos comunes resistentes a sulfatos de los tipos CEM I y CEM IV de la norma UNE-EN 197-1, y de los tipos CEM II, CEM III/A y CEM V/A de la norma UNE 80303-1, así como en los cementos resistentes al agua de mar de la norma UNE 80303-2, deberá cumplir los límites indicados en las tablas AI.1.1b., AII.1.1 y AII.3.1, respectivamente.

Su cálculo deberá realizarse con la siguiente expresión:

Si A/F > 0,64 C3A = 2,65 A – 1,69 F
Si A/F < 0,64 C3A = 0

en la que A y F son los porcentajes en masa de Al_2O_3 y Fe_2O_3, respectivamente, del clínker determinados de acuerdo con la norma EN 196-2.

Adicionalmente, el contenido de aluminado tricálcico y ferritoaluminato tetracálcico (C3A + C4AF) del clínker de cemento pórtland utilizado en los cementos resistentes a sulfatos y en los cementos resistentes a agua de mar de las normas UNE 80303-1 y UNE 80303-2, respectivamente, deberán cumplir los límites indicados para cada uno de ellos en las tablas AII.1.1 y AII.3.1.

El cálculo del ferritoaluminato tetracálcico se realizará con la siguiente expresión:

Si A/F > 0,64 C4AF = 3,04 F
Si A/F < 0,64 C4AF = 4,77 A

AIII.2.1.2 Clínker de cemento pórtland (K) empleado en cementos resistentes a los sulfatos y en cementos resistentes al agua de mar.

Las especificaciones adicionales para los cementos comunes resistentes a los sulfatos y al agua de mar son, en cuanto a su clínker, las limitativas de su contenido de aluminato tricálcico y de la suma de sus contenidos de aluminato tricálcico y ferrito-aluminato tetracálcico, señaladas en las tablas AII.1.1 y AII.2.1 de esta Instrucción.

AIII.2.1.3 Clínker de cemento pórtland blanco (K).

El clínker de cemento pórtland blanco es el componente fundamental presente en todos los cementos blancos. Sus requisitos vienen definidos en la norma UNE-EN 197-1 y, además, debe tener una blancura de $L^* \geq 87$, medida según la norma UNE 80117.

AIII.2.1.4 Clínker de cemento de aluminato de calcio (K).

El clínker de cemento de aluminato de calcio es un material hidráulico que se obtiene por fusión o sinterización de una mezcla homogénea de materiales aluminosos y calcáreos conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos, siendo los principales los óxidos de aluminio, calcio y hierro (Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3), y pequeñas cantidades de óxidos de otros elementos (SiO_2, TiO_2, S=, SO_3, Cl-, Na_2O, K_2O, etc.). El componente mineralógico fundamental es el aluminato monocálcico ($CaO.Al_2O_3$).

AIII.2.2 Escoria de horno alto (S).

La escoria de horno alto se obtiene por enfriamiento rápido de una escoria fundida de composición adecuada, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto. Se la conoce normalmente como escoria granulada para distinguirla de otras formas obtenidas mediante otros sistemas de enfriamiento. Está constituida, al menos en dos tercios de su masa, por escoria vítrea y posee propiedades hidráulicas cuando se activa de manera adecuada.

En la escoria de horno alto, la relación en masa (CaO + MgO) / (SiO_2) debe ser superior a 1,0 y la suma de óxidos de calcio, magnesio y silicio (CaO + MgO + SiO_2) no podrá ser inferior a dos tercios de su masa. El resto contiene óxido de aluminio (Al_2O_3) junto con pequeñas cantidades de otros compuestos.

AIII.2.3 Puzolanas (P, Q).

AIII.2.3.1 Generalidades.

Las puzolanas son sustancias naturales de composición silícea o sílico-aluminosa o combinación de ambas.

Las puzolanas no endurecen por si mismas cuando se amasan con agua, pero finamente molidas y en presencia de agua reaccionan, a la temperatura ambiente normal, con el hidróxido de calcio disuelto [$Ca(OH)_2$] para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia. Estos compuestos son similares a los que se forman durante el endurecimiento de los materiales hidráulicos.

Las puzolanas están compuestas esencialmente por dióxido de silicio reactivo (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3). El resto contiene óxido de hierro (Fe_2O_3) y otros óxidos. La proporción de óxido de calcio reactivo es de poca importancia para el endurecimiento. El contenido de dióxido de silicio reactivo (SiO_2) no será menor del 25% en masa.

Las puzolanas deben prepararse correctamente, es decir, deben ser seleccionadas, homogeneizadas, secadas o tratadas térmicamente y pulverizadas, dependiendo de su estado de producción o de suministro.

AIII.2.3.2 Puzolana natural (P).

Las puzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias con composición química y mineralógica adecuadas.

Para poder utilizarse en cementos resistentes a los sulfatos (SRC) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) –conformes a las normas UNE 80303-1 y UNE 80303-2, respectivamente– las puzolanas naturales deben cumplir las especificaciones indicadas en el apartado AII.2.1 relativas a su composición, puzolanicidad e índice de actividad resistente.

AIII.2.3.3 Puzolana natural calcinada (Q).

Las puzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.

AIII.2.4 Cenizas volantes (V, W).

AIII.2.4.1 Generalidades.

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. Las cenizas obtenidas por otros métodos no deberán emplearse en los cementos. Las cenizas volantes pueden ser de naturaleza silícea o calcárea. Las primeras tienen propiedades puzolánicas; las segundas pueden tener, además, propiedades hidráulicas. La pérdida por calcinación de las cenizas volantes determinada conforme a la norma UNE-EN 196-2, pero empleando un tiempo de calcinación de una hora, debe encontrarse dentro de alguno de los siguientes límites:

a) 0 a 5 por ciento en masa.
b) 2 a 7 por ciento en masa.
c) 4 a 9 por ciento en masa.

El límite superior de la pérdida por calcinación de la ceniza volante, empleada como componente principal del cemento, debe indicarse en el envase y/o en el albarán.

AIII.2.4.2 Cenizas volantes silíceas (V): La ceniza volante silícea es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas. Consta esencialmente de dióxido de silicio reactivo (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3). El resto contiene óxido de hierro (Fe_2O_3) y otros compuestos.

El contenido de dióxido de silicio (SiO_2) reactivo no será inferior al 25 % en masa. La proporción de óxido de calcio (CaO) reactivo será menor del 10,0 % en masa, y el contenido de óxido de calcio (CaO) libre, determinado por el método descrito en la norma UNE-EN 451-1, no excederá del 1,0 % en masa.

Las cenizas volantes con un contenido de óxido de calcio (CaO) libre inferior al 2,5% en masa son también aceptables con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm cuando sea ensayada conforme a la norma UNE-EN 196-3, usando una mezcla de un 30 % en masa de ceniza volante silícea y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Para poder utilizarse en cementos resistentes a los sulfatos (SRC) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) –conformes a las normas UNE 80303-1 y UNE 80303-2, respectivamente– las cenizas volantes silíceas deben cumplir las especificaciones indicadas en el apartado AII.2.1 relativas a su composición, puzolanicidad e índice de actividad resistente.

AIII.2.4.3 Cenizas volantes calcáreas (W).

La ceniza volante calcárea es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas o puzolánicas. Consta esencialmente de óxido de calcio reactivo (CaO), dióxido de silicio reactivo (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3). El resto contiene óxido de hierro (Fe_2O_3) y otros compuestos.

La proporción de óxido de calcio (CaO) reactivo será superior a un 10 % en masa. Si esta proporción no supera el 15% en masa se exigirá, además, que el contenido en masa de dióxido de silicio (SiO_2) reactivo sea superior al 25%. En caso contrario, su resistencia a compresión, determinada conforme a la norma UNE-EN 196-1, será de al menos 10 N/mm^2 a 28 días.

Para la realización del ensayo de resistencia a compresión, la ceniza volante será previamente molida hasta una finura tal que tras su tamizado en húmedo el porcentaje retenido sobre el tamiz de 40 µm esté comprendido entre un 10% y un 30% en masa. El mortero se preparará exclusivamente con ceniza volante calcárea molida. Las probetas se desmoldarán a las 48 horas de su preparación y se curarán hasta su ensayo con una humedad relativa de al menos el 90%.

La expansión (estabilidad de volumen) de las cenizas volantes calcáreas no sobrepasará los 10 mm cuando sean ensayadas conforme a la norma UNE-EN 196-3, usando una mezcla de un 30 % en masa de ceniza volante calcárea molida como se ha descrito anteriormente, y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Dado que el contenido en sulfatos (SO_3) de estas cenizas pudiera ser importante, se debe extremar el cuidado en las proporciones en las que se utiliza para no superar el límite superior permitido en el cemento, efectuándose en caso necesario los ajustes precisos en aquellos constituyentes que contengan sulfato de calcio ($CaSO_4$).

AIII.2.5 Esquisto calcinado (T).

El esquisto calcinado, particularmente el bituminoso, se produce en un horno especial a temperaturas de aproximadamente 800 ºC. Debido a la composición del material natural y al proceso de producción, el esquisto calcinado contiene fases del clínker, principalmente silicato bicálcico (2 CaO SiO_2) y aluminato monocálcico (CaO Al_2O_3). También contiene proporciones mayores de óxidos puzolánicamente reactivos, especialmente dióxido de silicio (SiO_2), además de pequeñas cantidades de óxido de calcio (CaO) libre y de sulfato de calcio ($CaSO_4$). En consecuencia, en estado finamente molido, el esquisto calcinado presenta propiedades hidráulicas, como las del cemento pórtland, así como propiedades puzolánicas.

El esquisto calcinado deberá tener una resistencia a compresión de al menos 25 N/mm^2 a 28 días, ensayado conforme a la norma UNE-EN 196-1. El mortero para ensayo de resistencia a compresión estará preparado sólo con esquisto calcinado finamente molido. Las probetas de mortero deben ser desmoldadas 48 horas después de su preparación y curadas con una humedad relativa superior o igual a un 90 % hasta el ensayo.

La expansión (estabilidad de volumen) del esquisto calcinado no sobrepasará los 10 mm, ensayado conforme a la norma UNE-EN 196-3, usando una mezcla de un 30 % en masa de esquisto calcinado y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Si el contenido en sulfato (SO_3) del esquisto calcinado excede el límite superior permitido para el contenido de sulfato en el cemento, esto debe tenerse en cuenta por el fabricante del cemento reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio ($CaSO_4$).

AIII.2.6 Caliza (L, LL).

Las calizas cumplirán con los siguientes requisitos:

a) El contenido de carbonato de calcio ($CaCO_3$), calculado a partir del contenido de óxido de calcio (CaO), no será inferior al 75 % en masa.

En el caso de los cementos portland compuestos CEM II/C-M y cementos compuestos CEM VI, incluidos en el apartado AII.6, el contenido de carbonato de calcio ($CaCO_3$) calculado a partir del contenido de óxido de calcio (CaO) debe ser como mínimo del 40 % en masa y la suma de carbonato de calcio ($CaCO_3$) y de carbonato de magnesio ($CaCO_3$ y $MgCO_3$) calculado a partir del contenido de óxido de calcio y de óxido de magnesio, respectivamente, debe ser como mínimo del 75 % en masa.

b) El contenido de arcilla, determinado por el método del azul de metileno conforme a la norma UNE-EN 933-9, será menor de 1,20 g/100 g. Para este ensayo, la caliza estará molida a una finura aproximada de 5.000 cm^2/g, determinada como superficie específica conforme a la norma UNE-EN 196-6.

c) El contenido de carbono orgánico total (TOC), determinado conforme a la norma UNE-EN 13639, cumplirá uno de los siguientes criterios:

Para los subtipos LL: no excederá del 0,20 % en masa.
Para los subtipos L: no excederá del 0,50 % en masa.

AIII.2.7 Humo de sílice (D).

El humo de sílice se origina por la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos de arco eléctrico, para la producción de silicio y aleaciones de ferrosilicio, y consiste en partículas esféricas muy finas conteniendo al menos el 85 % en masa de dióxido de silicio (SiO_2) amorfo.

El humo de sílice cumplirá los siguientes requisitos:

a) la pérdida por calcinación determinada conforme a la norma UNE-EN 196-2, pero empleando un tiempo de calcinación de una hora, no superará el 4% en masa;

b) la superficie específica (BET) del humo de sílice sin tratar, determinada conforme a la norma UNE- ISO 9277, será al menos de 15 m^2/g.

Para poder utilizarse en cementos resistentes a los sulfatos (SRC) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) –conformes a las normas UNE 80303-1 y UNE 80303-2, respectivamente– el humo de sílice deberá cumplir las especificaciones indicadas en el apartado AII.2.1 relativas a su composición, puzolanicidad e índice de actividad resistente.

AIII.3 Componentes adicionales minoritarios

Los componentes adicionales minoritarios son materiales minerales naturales o derivados del proceso de fabricación del clínker. También pueden ser componentes adicionales minoritarios los especificados en el apartado AIII.2 a menos que estén incluidos como componentes principales del cemento. Estarán correctamente seleccionados, homogeneizados, secados y pulverizados, en función de su estado de producción o suministro.

Los componentes adicionales minoritarios no aumentarán sensiblemente la demanda de agua del cemento, no disminuirán la resistencia del hormigón o del mortero en ningún caso, ni reducirán la protección de las armaduras frente a la corrosión. Estos componentes suelen mejorar las propiedades físicas de los cementos (tales como la docilidad o la retención de agua).

El fabricante facilitará la información sobre los componentes adicionales minoritarios del cemento cuando el usuario así lo solicite.

AIII.4 Sulfato de calcio

El sulfato de calcio ($CaSO_4$) se añade durante la fabricación del cemento para controlar el fraguado.

El sulfato de calcio puede ser yeso (sulfato de calcio dihidratado, $CaSO_4.2H_2O$), hemihidrato ($CaSO_4.½H_2O$), o anhidrita (sulfato de calcio anhidro $CaSO_4$), o cualquier mezcla de ellos. El yeso y la anhidrita se encuentran en la naturaleza. Además, el sulfato de calcio también puede obtenerse como subproducto de ciertos procesos industriales.

AIII.5 Aditivos

Los aditivos son componentes no contemplados en los apartados anteriores, que se añaden para mejorar la fabricación o las propiedades del cemento.

La cantidad total de aditivos no excederá del 1% en masa del cemento (a excepción de los pigmentos); mientras que la cantidad de aditivos orgánicos no excederá del 0,2 % en masa del cemento, medida sobre el residuo seco.

AIII.5.1 Aditivos en cementos de la norma UNE-EN 197-1.

Cuando en un cemento común de la norma UNE-EN 197-1 se incorporen aditivos para el hormigón, mortero o lechadas conformes a las normas de la serie UNE-EN 934, deberá indicarse tal circunstancia declarando la designación normalizada del aditivo utilizado en los sacos y/o albaranes.

AIII.5.2 Aditivos de los cementos de albañilería de la norma UNE-EN 413-1.

En los cementos de albañilería se permite la incorporación de pigmentos inorgánicos, conformes con la norma UNE-EN 12878, con la excepción de negro de carbono, quedando expresamente prohibida la utilización de pigmentos orgánicos.

Así mismo, se permite la utilización de agentes aireantes con el fin de mejorar su docilidad y durabilidad, respetando las limitaciones indicadas en el apartado AI.4.3 con el fin de asegurar una buena adherencia.

ANEJO IV

Condiciones de suministro relacionadas con la recepción

AIV.1 Generalidades

El objetivo de este Anejo es suministrar información a los responsables de la recepción con el fin de que puedan llevar a cabo las tareas establecidas en el apartado 8.1 del artículo 8 de esta Instrucción referentes al control de la documentación que acompaña al suministro de cemento y su etiquetado cuando se suministra envasado.

AIV.2 Documentación del suministro y etiquetado de los cementos

El suministro, tanto a granel como envasado, deberá disponer de la documentación reglamentaria. El suministrador del cemento deberá estar en disposición de facilitar esta documentación que está formada básicamente por el albarán de suministro, el etiquetado, la declaración de prestaciones o el certificado de garantía del fabricante, según proceda.

La documentación y el etiquetado pueden diferir según se trate de cementos sujetos al marcado CE o al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre. En los apartados AIV.2.1 a AIV.2.3 de este Anejo se facilita información sobre el contenido de la documentación y del etiquetado.

El responsable de la recepción deberá registrar, archivar y custodiar copia de toda esta documentación.

AIV.2.1 Albarán.

De cada remesa expedida, tanto de cemento a granel como envasado, el suministrador deberá emitir previamente a la salida del cemento de sus instalaciones un albarán de suministro destinado al receptor y que debe acompañar a la remesa durante su transporte.

El albarán de suministro incluirá la información relativa a la identificación del cemento en cantidad y calidad, y los datos referentes al suministrador, al receptor y a los agentes que intervienen en el transporte.

El albarán de transporte por carretera (o en documentación aneja a éste) incluirá al menos los siguientes datos:

Sobre los suministradores, receptores y agentes de transporte:

1. Nombre o denominación social y domicilio de la empresa suministradora.
2. Lugar de origen y tipo de instalación: (fábrica, centro de distribución, punto de expedición, almacén).
3. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
4. Cuando proceda, nombre o denominación social y domicilio del operador de transporte.
5. Nombre o denominación social y domicilio del transportista.

Identificación del vehículo que lo transporta. En el caso de vehículos articulados deberá reflejarse tanto la matrícula del vehículo tractor como las de los semirremolques o remolques arrastrados por los mismos.

Sobre el cemento suministrado:

6. Número de referencia del pedido, cuando proceda.
7. Cantidad que suministra (en kg).
8. Fecha del suministro.
9. Designación completa normalizada del cemento (incluyendo la norma de referencia) de acuerdo a lo indicado en los Anejos 1 y 2.
10. Información sobre el marcado CE (cuando proceda).

10.1 Número de la declaración de prestaciones del cemento (véase AIV.2.2).

11. Información sobre el certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios (cuando proceda):

11.1 Contraseña de certificación DCE (véase AIV.2.4).

12. Información del distintivo oficialmente reconocido (cuando proceda):

12.1 Nombre del distintivo oficialmente reconocido.
12.2 Número del certificado.

13. Recomendaciones de almacenamiento, conservación, uso, y restricciones de empleo, en su caso.
14. Referencia al cumplimiento del límite máximo de cromo (VI) soluble de acuerdo a la Orden Ministerial PRE/1954/2004 de 24 de junio que traspone la Directiva 2003/53/CE. Cuando proceda se incluirá referencia al periodo de eficacia del agente reductor.
15. Advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del cemento:

15.1 Identificación de peligros de acuerdo al Reglamento (CE) n.º 1272/2008 (CLP).
15.2 Instrucciones de seguridad relevantes.
15.3 Consejos de prudencia.

La referencia a la ficha de seguridad facilitada al cliente se considerará válida para su cumplimiento, en el albarán o documento anejo.

16. Responsabilidades sobre la correcta gestión ambiental del envase según el Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.

En el caso de cemento envasado la información de los puntos 11, 12, 13, 14 y 16 puede no incluirse en el albarán siempre y cuando se refleje en el envase.

De cada albarán se emitirán copias al menos para el suministrador, receptor y transportista.

AIV.2.2 Declaración de prestaciones.

Para cementos sujetos al marcado CE:

Documento que debe elaborar y emitir el fabricante del cemento por el que se asume la responsabilidad de la conformidad del cemento con la prestación declarada, en el ámbito del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo y el Reglamento Delegado (UE) n.º 574/2014 de la Comisión, de 21 de febrero de 2014, que modifica el anexo III del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al modelo que debe utilizarse para emitir una declaración de prestaciones de productos de construcción.

Esta declaración de prestaciones podrá ser enviada al receptor del cemento bien por vía electrónica, facilitándosela a través de la página web del fabricante, o en papel.

La declaración de prestaciones deberá estar redactada en español.

Los datos que deben aparecer en esta declaración son los recogidos en el artículo 6 y el anexo III del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, consistentes en:

1. El número de la declaración de prestaciones (codificación a criterio del fabricante).
2. Nombre o código de identificación única del cemento tipo.
3. Uso o usos previstos del cemento.
4. Nombre o marca registrada y dirección completa del fabricante.
5. Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (1+).
6. Nombre y número del organismo notificado que emite el certificado de constancia de las prestaciones del cemento:

7. Cuadro de las prestaciones declaradas según el siguiente formato:

Características esenciales*	Cumplimiento de la prestación*	Norma armonizada*

* Se incluirán todas las filas que sean necesarias.

– El texto: “Las prestaciones del cemento identificado anteriormente son conformes con el conjunto de las prestaciones declaradas.

La presente declaración de prestaciones se emite de conformidad con el Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado”.

– Firma por y en nombre del fabricante (nombre y cargo);
– Lugar y fecha de emisión.

AIV.2.3 Marcado CE.

Al emitir la declaración de prestaciones el fabricante está obligado a realizar el marcado CE del cemento.

Al colocar el marcado CE el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del cemento con las prestaciones declaradas, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo.

El marcado CE se deberá colocar antes de que el cemento se introduzca en el mercado, de manera visible, legible e indeleble sobre el envase, o en una etiqueta adherida al mismo, o en los documentos de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán), en idioma español.

El marcado CE contendrá los siguientes datos, según lo establecido en el artículo 9 del Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo:

– el logotipo CE;
– las dos últimas cifras del año de su primera colocación;
– nombre y domicilio registrado del fabricante;
– nombre o código de identificación única del cemento tipo;
– el número de referencia de la declaración de prestaciones del cemento;
– la referencia al número de la norma armonizada aplicable;
– el uso previsto del cemento;
– el número de identificación del organismo notificado utilizado;
– la lista de las características esenciales y el nivel o clase de prestaciones de cada una;

– en su caso contendrá un pictograma o cualquier otra marca que indique en particular un riesgo o uso específico.

Del mismo modo, el marcado CE también podrá incluir la página web del fabricante donde podrá consultarse la declaración de prestaciones.

AIV.2.4 Certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.

Para cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre:

El Certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios o, en su caso, el certificado de conformidad de la producción (este último se obtiene después de un año de posesión del primer certificado), emitido por los organismos habilitados para este campo conforme a lo dispuesto en el artículo 5 del Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, debe contener los siguientes datos:

– nombre y dirección del fabricante o de su representante legal;
– identificación del cemento (designación normalizada y norma de aplicación);
– fábrica de procedencia del cemento;
– fecha de certificación (inicial);
– contraseña de certificación (formado por las siglas «DCE» y 4 cifras, separadas por un guión «-»);
– fechas de emisión y de caducidad del certificado; y
– firma y sello de la autoridad que lo concede.

AIV.2.5 Etiquetado de los envases de cemento.

El sistema de etiquetado (impresión, tipología, tamaño, posición, colores, etc.) podrá ser cualquiera de los autorizados oficialmente en un Estado miembro de la Unión Europea, en Turquía, o en un Estado signatario del Acuerdo EEE y deberá ajustarse a los requisitos de etiquetado derivados del Reglamento (CE) 1272/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, cuando sea de aplicación, y en particular lo referente al punto “2.3. Cementos y mezclas de cementos” de su anexo II.

En el caso de cementos envasados, éstos deben mostrar en sus envases la siguiente información:

– nombre o marca identificativa y dirección completa del fabricante y de la fábrica de cemento y de la instalación en la que se ha procedido a su envasado cuando esta sea diferente a la fábrica;
– designación normalizada del cemento suministrado conforme a la presente Instrucción y norma de aplicación;
– los envases deberán llevar impreso el peso de su contenido de cemento, expresado en kilogramos;
– contraseña del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios, cuando sea el caso;
– fecha de fabricación y fecha de envasado, indicando, al menos el número de semana y el año. En el caso de que los envases se expidan directamente desde la fábrica, el fechado podrá hacer referencia sólo a la fecha de envasado. El procedimiento de fechado de los envases deberá incluir, al menos, la información sobre el número de la semana y el año;
– condiciones específicas aplicables a la manipulación y utilización del producto, y restricciones de empleo en su caso;
– al menos una de sus caras debe llevar impreso, en distintos recuadros, el etiquetado correspondiente al marcado CE según se indica en AIV.2.3 o al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, como se indica en AIV.2.4 y, en su caso, el correspondiente a cementos con distintivo oficialmente reconocido;
– en una zona recuadrada se indicarán las advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del cemento;
– referencia al cumplimiento del límite reglamentario del cromo (VI) soluble en agua según lo establecido en la Orden PRE/1954/2004, 22 de junio de 2004, que traspone la Directiva 2003/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2003.

Adicionalmente, los envases de cementos de albañilería (UNE-EN 413-1) llevarán impresa la siguiente frase: “Estos cementos solo son válidos para trabajos de albañilería”.

AIV.3 Documentación y etiquetado complementarios de cementos con distintivo voluntario

Los distintivos de calidad o de sostenibilidad de carácter voluntario, incluidos los que tengan reconocimiento en el sentido del apartado 3.2, que puedan aparecer en la documentación y etiquetado recogidos en este apartado AIV.2, deben cumplir con las condiciones siguientes:

– que la información adicional que suministren aparezca claramente separada de la correspondiente a la del marcado CE o a la del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios;
– que el logotipo identificador de la marca no cree confusión con el del marcado CE y no reduzca la legibilidad ni la visibilidad de éste.

ANEJO V

Recepción mediante la realización de ensayos

AV.1 Organización de la recepción mediante la realización ensayos

El objetivo de este anejo es desarrollar el apartado 8.3 de esta Instrucción, aportando criterios a los responsables de la recepción de cementos para determinar la conformidad de éstos mediante ensayos, cuando la organización de la recepción los exija.

Cuando el responsable de la recepción, considere necesario realizar ensayos éstos se llevarán a cabo ateniéndose preferentemente a lo establecido en esta Instrucción.

En aquellos casos en que el responsable de la recepción lo considere necesario, además de las fases preceptivas de comprobación de la documentación, etiquetado e inspección visual, este anejo establece criterios para llevar a cabo una tercera fase, potestativa, consistente en la comprobación del tipo, subtipo (en los cementos CEM II, CEM IV, CEM V y CEM VI la referencia al componente principal) y de la clase de resistencia del cemento, y de ensayos complementarios para las demás características químicas y físicas.

En cualquier caso, el suministrador podrá solicitar, si lo considerase oportuno, la realización de contraensayos.

AV.2 Control mediante la realización de ensayos

AV.2.1 Generalidades.

En general, la comprobación del cumplimiento de las prescripciones mediante la realización de ensayos podrá llevarse a cabo según lo establecido en los apartados siguientes:

a) en dos etapas, de forma que los ensayos complementarios sólo se lleven a cabo cuando la obtención de resultados satisfactorios en los ensayos de identificación lo haga procedente; o
b) en una etapa única, realizando a la vez los ensayos de identificación y complementarios.

AV.2.1.1 Ensayos de identificación.

Se consideran ensayos de identificación aquéllos que permiten verificar el tipo, el subtipo y la clase de resistencia del cemento sometido a recepción y otros adicionales que quedan recogidos en el apartado AVI.1.

Los métodos de ensayo serán los establecidos en las normas correspondientes citadas en las tablas de los Anejos 1 y 2.

AV.2.1.2 Ensayos complementarios.

Se consideran ensayos complementarios aquéllos que permiten determinar el resto de las características del cemento sometido a recepción y que quedan recogidos en el apartado AVI.2.

La determinación de las características se hará de acuerdo con las normas correspondientes citadas, para cada propiedad y tipo de cemento, en las tablas de los Anejos 1 y 2.

AV.2.2 Criterios de conformidad.

Los criterios de conformidad exigidos para la aceptación del lote serán los que se recogen en el apartado AV.5.

Si se hubieran realizado los ensayos de identificación y, en su caso, los complementarios y no se cumpliesen estos criterios, el lote se considerará no conforme, sin perjuicio de lo establecido en el proyecto, y deberá procederse de acuerdo con lo establecido en la organización de la recepción, incluyendo su posible rechazo definitivo.

AV.2.3 Actuación en caso de no conformidad.

En caso de decidirse el rechazo definitivo, se estará a lo dispuesto en el apartado 8.3.2.

AV.3 Toma de muestras

AV.3.1 Generalidades.

Cuando sea necesaria, la toma de muestras se realizará preferentemente en el mismo lugar y momento en que se lleve a cabo la recepción, bajo las instrucciones del responsable de la recepción, o por personas en quien formalmente se haya delegado por escrito, y en presencia de éstos y del representante del suministrador. En caso de ausencia de cualquiera de ellos, se dejará constancia de tal circunstancia en el acta correspondiente.

La toma de muestras se realizará sobre cada lote formado, de acuerdo con los criterios indicados en el apartado 7.2, redactándose un acta por parte del responsable de la recepción que deberá ir suscrita por los representantes de las partes presentes y contener, al menos, la siguiente información:

a) número de referencia del acta de toma de muestras;

b) número o código de identificación de la muestra (que permita su trazabilidad con respecto al lote y la remesa);

c) identificación del lugar (obra, central o fábrica) en el que se efectúa la recepción;

d) indicación del tipo de muestra y motivo de la toma (realización de ensayos de control, contraensayos, etc.);

e) designación completa del cemento, de conformidad con lo indicado en los Anejos 1 y 2, y marca comercial del mismo;

f) observaciones con respecto a:

– la ausencia de una de las partes en la toma de muestras;

– otros aspectos considerados de interés (por ejemplo, condiciones en que se hace la toma de muestras, defectos observados en la inspección visual, número de muestras idénticas que componen el material tomado por cada lote, lugar de destino del cemento, etc.).

g) nombre y representación de la parte solicitante de la toma de muestras;

h) nombre y representación de las partes presentes en la toma de muestras;

i) nombre y representación del responsable de la toma de muestras;

j) lugar, fecha y hora de la toma de muestras; y

k) firmas del responsable de la toma de muestras y de los representantes de las partes presentes en la misma.

Las muestras se conservarán en recipientes herméticos que se identificarán, tanto en el interior como en el exterior, con una etiqueta en la que deberán figurar: el número de referencia del acta de toma de muestras, el código de identificación de la muestra, la identificación del lugar (obra, central y fábrica) en el que se efectúa la recepción y el tipo de muestra.

La muestra, en su envío al laboratorio, deberá ir acompañada por una copia del acta.

El lote de cemento objeto de una aceptación condicionada deberá almacenarse en la obra, la central o la fábrica de la forma indicada en el artículo 10, debiendo asegurarse que es perfectamente identificable entre todos los demás cementos almacenados e indicando que está prohibida su utilización.

AV.3.2 Tipos y número de muestras.

Se distinguen tres tipos de muestras idénticas para un mismo lote: las de control, las preventivas y las de contraste.

Las muestras de control, tomadas a petición del responsable de la recepción, son aquéllas que se extraen para su envío a un laboratorio de ensayo escogido por él con el fin de que sean efectuados los ensayos necesarios.

Las muestras preventivas, tomadas igualmente a petición del responsable de la recepción, son aquéllas destinadas a permanecer en la obra, en la central o en la fábrica de prefabricados con el fin de cubrir posibles incidencias ocurridas con la muestra de control, o por si surgiera la necesidad de hacer ensayos como consecuencia de anomalías detectadas en el comportamiento del hormigón o del prefabricado una vez puesto en la obra.

Las muestras de contraste, tomadas a petición del suministrador, son aquéllas destinadas a ser entregadas a éste para su conservación y, en su caso, para su envío a un laboratorio, escogido por aquél, para la realización de contraensayos.

Con relación al tipo y número de muestras de un mismo lote, el plan de control o, en su defecto, el responsable de la recepción, establecerán los criterios a observar. De no indicarse nada, se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios mínimos:

a) para conservar en la obra, central, o fábrica: una muestra preventiva de cada uno de los lotes;

b) para los ensayos de comprobación de la composición: al menos una muestra de control de cada uno de los lotes que vayan a ser sometidos a ensayos;

c) para los ensayos físicos, mecánicos y químicos, cuando proceda: al menos una muestra de control de cada uno de los lotes que vayan a ser sometidos a ensayos.

El suministrador podrá solicitar que se tomen muestras de contraste con los mismos criterios que los expuestos en el párrafo anterior.

AV.3.3 Operaciones.

La toma de muestras, cuando proceda, se efectuará de acuerdo con lo establecido a continuación.

En el caso de cementos envasados, cada lote se dividirá en tres partes iguales. De cada una de dichas partes, se tomará un envase al azar. De cada uno de los envases se tomarán, con un medio adecuado y limpio, cantidades semejantes para formar un total de 32 kg como mínimo, o de 40 kg en caso de que el suministrador solicite una muestra de contraste.

En el caso de cementos a granel, de cada lote se tomarán 32 kg (o 40 kg en caso de que el fabricante solicite una muestra) procedentes de tres tomas realizadas durante la descarga Estas tomas se realizarán durante la descarga, a intervalos sensiblemente iguales, una vez se haya establecido el régimen permanente de la misma.

En todos los casos (cementos envasados o a granel), el material de las tres tomas en conjunto se homogeneizará según la norma UNE-EN 196-7. La división del material será efectuada después de cuartear la cantidad a ser distribuida, mediante el empleo de un divisor de muestras o, en su defecto, mediante la realización con un cogedor de extracciones de aproximadamente 0,5 kg de cada uno de los cuartos, que son vertidas sucesivamente a los recipientes preparados para contener las muestras. Esta operación deberá continuar hasta que se obtenga la masa deseada para cada recipiente (no inferior a 5 kg ni superior a 8 kg).

AV.3.4 Envasado de la muestra.

Cada una de las muestras individuales se envasará en un recipiente fabricado con un material que sea inerte respecto al cemento y no corrosible. Tendrá doble tapa, una a presión y otra a rosca. Estos recipientes deberán ser estancos al aire y a la humedad.

Los envases se precintarán una vez cerrados para garantizar la integridad de las muestras. Este precinto llevará los sellos o identificaciones aportados por las partes.

En todos los casos, tanto en el interior como en el exterior de cada envase se dispondrá una etiqueta conteniendo lo indicado en el apartado AV.3.1. También se incluirá en el envase una copia del acta de toma de muestras, preferiblemente en el espacio comprendido entre la tapa a presión y la roscada.

AV.3.5 Conservación de la muestra.

La muestra de control deberá enviarse al laboratorio lo antes posible una vez acabadas todas las operaciones relacionadas con su envasado.

Las muestras preventivas y, en su caso, las de contraste se conservarán en obra, central o fábrica, según corresponda, al menos durante cien días a no ser que antes de ese plazo sea precisa su utilización para la realización de ensayos. El responsable de la recepción exigirá que las muestras permanezcan en un lugar cerrado en el que queden protegidas de la humedad y del exceso de temperatura (preferiblemente no superior a 30 ºC).

Se evitará que el envase pueda ser dañado y que se rompa el precinto durante las manipulaciones. De darse esta anomalía, la muestra perderá su representatividad y deberá eliminarse.

AV.4 Realización de ensayos

El autor del proyecto o el responsable de la recepción, decidirá qué ensayos se deben realizar.

AV.4.1 Laboratorios de ensayo.

En ausencia de reglamentación específica, el laboratorio que se escoja para la realización de los ensayos deberá estar acreditado para ensayos de cemento conforme al Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

AV.4.2 Preparación de la muestra en laboratorio.

Recibida la muestra en el laboratorio, se comprobará que los precintos están inalterados, y se conservará en las condiciones definidas en AV.3.5 en el mismo envase en que fue tomada hasta el momento de su preparación para la realización de los ensayos.

Llegado el momento de realizar los ensayos, se procederá a romper los precintos y a abrir los envases en un lugar debidamente acondicionado, según lo indicado en la norma UNE-EN 196-1.

De la muestra se tomará una fracción para los ensayos, conservándose el resto en el mismo envase cerrado y precintado de nuevo. Este envase mantendrá las etiquetas de identificación originales u otras nuevas en caso de deterioro. En estas condiciones se conservarán por un periodo mínimo de dos meses después de haberse comunicado los resultados.

AV.4.3 Resultados del laboratorio.

Los resultados de los ensayos deberán proporcionarse según lo solicite el responsable de la recepción y acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como de la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio, como de la realización de los ensayos.

AV.5 Conformidad del suministro en la recepción

Para la aceptación de una remesa o lote sometidos a ensayos de recepción es necesario que estos satisfagan las condiciones definidas en AV.5.1.1 y A.5.5.1.2 para los cementos sujetos al marcado CE y en AV.5.2.1 y AV.5.2.2 para los demás cementos.

En general, el control se llevará a cabo por variables para la resistencia y por atributos para el resto de las características.

AV.5.1 Criterios de conformidad de cementos sujetos al marcado CE.

En caso de cementos sujetos al marcado CE, el control se llevará a cabo al menos a partir de una muestra de control por cada serie de ensayos, aplicando los criterios de conformidad que se definen en los apartados AV.5.1.3 para los valores individuales, y en AV.5.1.1 y AV.5.1.2 para los casos de control por variables y control por atributos, respectivamente.

AV.5.1.1 Inspección por variables.

En el caso de control por variables de un lote de un cemento común en posesión del marcado CE, la conformidad se comprobará cuando se cumplan simultáneamente las condiciones (1) y (2) siguientes:

$$x_1 - k_2 \cdot \sigma \geq L \quad (1)$$

$$x_n + k_2 \cdot \sigma \leq U \quad (2)$$

siendo:

x_n el mayor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n;

x_1 el menor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n;

σ 3,6 o, si el suministrador lo pusiera a disposición del responsable de la recepción, el valor de la desviación estándar de la población de procedencia (*);

k_2 una constante definida en la tabla AV.5.1.1;

L el límite inferior especificado a igualar o superar por algunas características del cemento;

U el límite superior especificado que no puede superarse por alguna característica del cemento;

P_K la calidad límite para cada característica del cemento, expresada como máximo porcentaje de defectos admisible;

Los valores de k_2 se indican en la tabla AV.5.1.1

Tabla AV.5.1.1

Número de muestras de control (n)	k_2	
	Para P_K = 5 %	Para P_K = 10 %
	Límite inferior de resistencias iniciales y normales. Contenido de aire en cementos de albañilería	Otras propiedades
1	1,26	0,90
2	0,78	0,42
3	0,54	0,17
5	0,26	– 0,11
7	0,09	– 0,28

(*) El valor de la desviación estándar lo podrá aportar el fabricante como resultado de los ensayos del control de producción, certificado por un laboratorio de los contemplados en AV.4.1, referido a ensayos efectuados con una antigüedad máxima de tres meses.

AV.5.1.2 Inspección por atributos.

Para el control por atributos, el número de resultados no conformes de la muestra (c_D) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de subnominales del lote de procedencia (c_2) establecidos en la tabla AV.5.1.2.

Tabla AV.5.1.2

Número de muestras de control (n)P_k = 10 %	c_2	Número de muestras de control (n)P_k = 5 %
1	0	1
2	0	2

Número de muestras de control (n)P_k = 10 %	c_2	Número de muestras de control (n)P_k = 5 %
3	0	3
4	0	4
5	1	5
6	1	6
7	1	7

El lote será conforme cuando se cumpla la siguiente condición:

$$c_D \leq c_2$$

AV.5.1.3 Criterios de conformidad para valores individuales.

Además de los criterios de conformidad estadísticos, el cumplimiento de los resultados con los requisitos de esta Instrucción, exige que se verifique que cada resultado de ensayo permanezca dentro de los valores límite especificados en las tablas de este apartado.

Tabla AV.5.1.3a Cementos comunes de las normas UNE-EN 197-1 y UNE-EN 197-5, incluidos los de bajo calor de hidratación (apartado AI.1 del anejo I). Valores límite para resultados individuales

Propiedad		Valores límite para los resultados individuales								
		Clase de resistencia								
		32,5 L	32,5 N	32,5 R	42,5 L	42,5 N	42,5 R	52,5 L	52,5 N	52,5 R
Resistencia inicial (MPa), valor límite inferior	2 días	–	–	8,0	–	8,0	18,0	8,0	18,0	28,0
	7 días	10,0	14,0	–	14,0	–	–	–	–	–
Resistencia nominal (MPa), valor límite inferior	28 días	30,0			40,0			50,0		
Tiempo de principio de fraguado (mín.), valor límite inferior		60			50			40		
Estabilidad de volumen (expansión en mm), valor límite superior		10								
Contenido de sulfatos (como % SO_3), valor límite superior	CEM I CEM II [a] CEM IV CEM V	–	4,0		–	4,0	4,5	–	4,5	
	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 [b] CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	–	3,5		–	3,5	4,0	–	4,0	
	CEM III/A CEM III/B CEM II/C-M CEM VI	4,5								
	CEM III/C	5,0								
C_3A (%), valor límite superior	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	1 4 6 10 10								
Contenido de cloruros (%) [c], valor límite superior		0,10 [d]								
Puzolanicidad		–	Cumplir el ensayo a 15 días		–	Cumplir el ensayo a 15 días		–	Cumplir el ensayo a 15 días	
Calor de hidratación (J/g), valor límite superior	LH	300								

[a] Los tipos de cemento CEM II/B-T y CEM II/B-M con un contenido de T > 20 % pueden contener hasta un 5,0 % de sulfatos (como SO3) para todas las clases de resistencia.

[b] El CEM I–SR 5 utilizado en aplicaciones específicas puede producirse con un valor mayor de contenido de sulfatos (véase la tabla 5). En este caso, el valor límite superior es de un 0,5 % por encima del valor declarado.

[c] Los cementos tipo CEM III y CEM VI pueden contener más del 0,10 % de cloruros, pero en este caso el contenido máximo de cloruros debe ser declarado.

[d] Para las aplicaciones de pretensado, los cementos se pueden fabricar de acuerdo con un requisito menor. Si es así, se debe reemplazar el valor de 0,10 % por dicho menor valor, el cual se debe indicar en el albarán.

Tabla AV.5.1.3b Cemento especiales de muy bajo calor de hidratación (Apartado AI.2 del Anejo I). Valores límite para resultados individuales

Propiedad	Valores límite para resultados individuales
Resistencia nominal (MPa). Valor límite inferior a 28 días.	20,0

Propiedad		Valores límite para resultados individuales
Principio de fraguado (mín). Valor límite inferior.		60
Estabilidad de volumen (expansión en mm). Valor límite superior.		10
Contenido de sulfatos (como % SO_3). Valor límite superior.	VLH IV, VLH V	4,0
	VLH III/B	4,5
	VLH III/C	5,0
Contenido de cloruros (%) [a]		0,10
Calor de hidratación (J/g). Valor límite superior		250
Puzolanicidad		Que se cumpla el ensayo a 15 días

[a] El cemento tipo VLH III puede contener más del 0,10% de cloruros, pero en este caso, el contenido máximo debe declararse.

Tabla AV.5.1.3c Cemento de aluminato de calcio (apartado AI.3 del Anejo I). Valores límite para resultados individuales

Propiedad		Valores límite aplicables a los resultados individuales
Resistencia (MPa). Valor límite inferior.	6 h	15,0
	24 h	38,0
Tiempo de principio de fraguado (mín). Valor límite inferior.		75
Contenido en alúmina (%) [a]	Valor límite inferior.	33
	Valor límite superior.	60
Contenido en sulfuros (%) [a]. Valor límite inferior.		0,15
Contenido en cloruros (%) [a]. Valor límite superior.		0,10
Contenido en álcalis (%) [a] [b]. Valor límite superior.		0,5
Contenido en sulfatos (%) [a]. Valor límite superior.		0,6

[a] Expresado en masa del cemento final.

[b] Expresado como Na_2O equivalente (Na_2O + 0,658 K_2O).

Tabla AV.5.1.3d. Cementos de albañilería (apartado AI.4 del Anejo I). Valores límite para resultados individuales

Propiedad	Valores límite para los resultados individuales				
	MC5	MC12,5	MC 22,5 X	MC 12,5 X	MC 22,5 X
Resistencia (MPa):					
Valor límite inferior 7 días	–	6	9	6	9
Valor límite inferior 28 días	4	10,5	20,5	10,5	20,5
Resistencia (MPa): Valor límite superior 28 días	17,5	37,5	47,5	37,5	47,5
Tiempo de principio de fraguado (mín): Valor límite inferior	45				
Tiempo de final de fraguado (h): Valor límite superior	17 [a]				
Estabilidad de volumen (expansión de mm): Valor límite superior	10				
Contenido en sulfatos (como SO_3 en %): Valor límite superior	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Contenido en cloruros (%): Valor límite superior	–	0,10	0,10	0,10	0,10
Retención de agua (%): Valor límite inferior	75			70	
Contenido en aire (%):					
Valor límite inferior	6	6	6	–	–
Valor límite superior	25	25	25	–	–

[a] Donde aplique (véase el apartado 5.3.3 Tiempo final de fraguado de la norma UNE-EN 413-1:2011).

AV.5.2 Criterios de conformidad de cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre.

En caso de cementos que no estén sujetos al Marcado CE, el control de recepción se llevará a cabo sobre un mínimo de una muestra de control para cada serie de ensayos, aplicando los criterios de conformidad que se definen en los apartados AV.5.2.1 para los

valores individuales, y AV.5.2.2 y AV.5.2.3, para control por variables y control por atributos, respectivamente.

AV.5.2.1 Inspección por variables.

En el caso de control por variables de un lote de un cemento sujeto al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, la conformidad se comprobará cuando se cumplan simultáneamente las condiciones (1) y (2) siguientes:

$$x_1 - k_1 \cdot \sigma \geq L \quad (3)$$

$$x_n + k_1 \cdot \sigma \leq U \quad (4)$$

siendo:

x_n el mayor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n;

x_l el menor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n;

σ 3,6 o, si el suministrador lo pusiera a disposición del responsable de la recepción, el valor de la desviación estándar de la población de procedencia (*);

k_1 una constante, definida en la tabla AV.5.2.1;

L el límite inferior especificado a igualar o superar por algunas características del cemento, definido en el Anejo III para cada propiedad y tipo de cemento;

U el límite superior especificado que no puede superarse por alguna característica del cemento, definido en su caso en el Anejo 3 para cada propiedad y tipo de cemento;

P_K la calidad límite para cada característica del cemento, expresada como máximo porcentaje de defectos admisible.

La constante k1 toma los siguientes valores:

Tabla AV.5.2.1

Número de muestras (n)	k_1	
	Para P_K = 5 %	Para P_K = 10 %
	Límite inferior de resistencias iniciales y normales. Contenido de aire en cementos de albañilería blanco	Otras propiedades
3	2,11	1,75
5	1,63	1,27
7	1,35	0,99
10	1,09	0,73
20	0,64	0,27
35	0,32	-0,04

(*) El valor de la desviación estándar lo podrá aportar el fabricante como resultado de los ensayos del control de producción, certificado por un laboratorio de los contemplados en AV.4.1, referido a ensayos efectuados con una antigüedad máxima de tres meses.

AV.5.2.2 Inspección por atributos.

Para el control por atributos el número de resultados no conformes de la muestra (c_D) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de subnominales del lote de procedencia (c_1) definidos en la tabla AV.5.2.2.

Tabla AV.5.2.2

Número de muestras (n) P_k = 10 %	c_1	Número de muestras (n) P_k = 5 %
≤ 28	0	≤ 58
45	1	93
60	2	123

El lote será conforme cuando se cumpla la siguiente condición:

$$c_D \leq c_1$$

AV.5.2.3 Criterios de conformidad para valores individuales.

Además de los criterios de conformidad estadísticos, el cumplimiento de los resultados con los requisitos de esta Instrucción, exige que se verifique que cada resultado de ensayo permanece dentro de los valores límite especificados para los valores individuales en las tablas AV.5.1.3:

AV.5.3 Actuación en caso de no conformidad.

En caso de decidirse el rechazo definitivo se estará a lo indicado en el apartado 8.3.2 de esta Instrucción.

AV.6 Realización de contraensayos

Cuando se realicen contraensayos, los criterios de conformidad y de actuación en caso de no conformidad serán los indicados en el apartado 8.3.2 de esta Instrucción.

ANEJO VI

Ensayos aplicables en la recepción de los cementos

AVI.1 Ensayos de identificación

AVI.1.1 Cementos comunes de las normas UNE-EN 197-1 y UNE-EN 197-5.

Cementos comunes	Ensayos
CEM I	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Determinación de pérdida por calcinación. – Determinación de componentes.
CEM II	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Determinación de componentes. – Ensayo de puzolanicidad a las edades de 8 o 15 días (**).
CEM III	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Determinación de pérdida por calcinación. – Determinación de componentes (*).
CEM IV	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Ensayo de puzolanicidad a las edades de 8 o 15 días. – Determinación de componentes.
CEM V	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Determinación de componentes (*).
CEM VI	– Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). – Determinación de componentes (*).

(*) La determinación de los componentes para el caso de los cementos CEM III y CEM V, será exclusivamente cualitativa, restringiéndose a comprobar que no se trata de un tipo de cemento diferente del que se ha solicitado.

(**) En el caso de cementos CEM II/C-M que no contengan escorias de horno alto se deberá realizar el ensayo de puzolanicidad.

Cementos comunes de bajo calor de hidratación	Ensayos
CEM I a VI - LH	– Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a VI). – Determinación del calor de hidratación.

AVI.1.2 Cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1 con características adicionales:

Cementos resistentes a los sulfatos	Ensayos
CEM I a V /SR o /SRC	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes con tipo homónimo (I a V).
	Contenido de C_3A y $C_3A + C_4AF$ clínker (*).

Cementos resistentes al agua de mar	Ensayos
I a V /MR	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes con tipo homónimo (I a V). Contenido de C_3A y $C_3A + C_4AF$ en el clínker (*).

(*) Se debe exigir documentación que acredite que el clínker utilizado cumple con las condiciones fijadas en apartado AIII.2.1.2.

AVI.1.3 Otros cementos:

Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial	Ensayos
CEM III	Resistencias mecánicas (a los 7 y 28 días para los de clases resistentes 32,5 y 42,5 y a los 2 y 28 días para los de clase resistente 52,5). Determinación de la pérdida por calcinación. Determinación del calor de hidratación (*).

Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación	Ensayos
VLH III, VLH IV, VLH V	Resistencia mecánica a 28 días. Determinación de la pérdida por calcinación (sólo los VLH III). Ensayo de puzolanicidad a las edades de 8 o 15 días (sólo los VLH IV). Determinación del calor de hidratación.

Cementos de aluminato de calcio	Ensayos
CAC	Resistencias mecánicas (a las edades de 6h y de 24 horas). Determinación de alúmina.

Cementos de albañilería	Ensayos
MC	Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días). (**)

Cementos para usos especiales	Ensayos
ESP	Resistencias mecánicas (a las edades de 28 y 90 días). Determinación de componentes.

Cementos blancos	Ensayos
BL	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V). Blancura.

(*) Aplicable sólo cuando adicionalmente presente bajo o muy bajo calor de hidratación (LH, VLH)

(**) A excepción del MC 5 que únicamente se ensayará a 28 días

AVI.2 Ensayos complementarios

AVI.2.1 Cementos comunes de las normas UNE-EN 197-1 y UNE-EN 197-5:

Cementos comunes	Ensayos aplicables
CEM I	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Residuo insoluble – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros
CEM II	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros
CEM III	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Residuo insoluble – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros
CEM IV	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros
CEM V	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros
CEM VI	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros

Cementos comunes de bajo calor de hidratación	Ensayos aplicables
CEM I a VI - LH	– Estabilidad de volumen – Tiempos de fraguado – Residuo insoluble (*) – Contenido de sulfatos – Contenido de cloruros

(*) Sólo para cementos tipos I y III.

AVI.2.2 Cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1 con características adicionales:

Cementos resistentes a los sulfatos	Ensayos aplicables
CEM I a V /SR o /SRC	Estabilidad de volumen.
	Tiempos de fraguado.
	Residuo insoluble (*).
	Contenido de sulfatos.
	Contenido de cloruros.

Cementos resistentes al agua de mar	Ensayos aplicables
I a V /MR	Estabilidad de volumen.
	Tiempos de fraguado.
	Residuo insoluble (*).
	Contenido de sulfatos.
	Contenido de cloruros.

(*) Sólo para cementos tipos I y III.

AVI.2.3 Otros cementos:

Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial	Ensayos aplicables
CEM III	Estabilidad de volumen.
	Tiempos de fraguado.
	Residuo insoluble.
	Contenido de sulfatos.
	Contenido de cloruros.

Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación	Ensayos aplicables
VLH III a V	Estabilidad de volumen.
	Tiempos de fraguado.
	Contenido de sulfatos.
	Contenido de cloruros.
	Puzolanicidad (VLH IV).

Cementos de aluminato de calcio	Ensayos aplicables
CAC	Tiempos de fraguado.
	Determinación de sulfatos.
	Determinación de cloruros.
	Determinación de álcalis.
	Determinación del óxido de aluminio.
	Determinación de sulfuros.

Cementos de albañilería	Ensayos aplicables
MC	No precisan la realización de ensayos complementarios.

Cementos para usos especiales	Ensayos aplicables
ESP	Estabilidad de volumen.
	Tiempos de fraguado.
	Determinación de sulfatos.
	Determinación de cloruros.

Cementos blancos	Ensayos aplicables
BL	Los exigidos como ensayos complementarios para los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V).

ANEJO VII

Garantías asociadas al marcado CE y a la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios

AVII.1 Generalidades

Las normas armonizadas establecen el modo en el que se deben expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales, por lo tanto, cuando un cemento esté en el ámbito de aplicación de una norma armonizada, la información de cualquier tipo que se facilite sobre sus prestaciones deberá realizarse tal y como se define en la citada norma. En el caso del cemento, el fabricante deberá emitir una declaración de prestaciones y colocar el marcado CE cuando el producto se ponga en el mercado.

Lo relativo al cumplimiento de lo establecido en el Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, en el Reglamento (CE) 1272/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre y la Orden PRE/1954/2004 de 22 de junio de 2004, referente a las limitaciones de cromo (VI) soluble en agua del cemento se recoge en la norma UNE-EN 196-10. Tal y como se recoge en el Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, el fabricante del cemento será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantías de la adecuación de sus cementos al uso previsto, (es decir, como productos que sirven de conglomerantes hidráulicos) y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporan, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale tales garantías. Será responsabilidad del responsable de la recepción verificar del modo que considere conveniente, que el producto que está adquiriendo es conforme con las especificaciones requeridas.

El Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011, establece la obligatoriedad del fabricante de emitir una declaración de prestaciones en la que se incluyan las prestaciones

de todas las características esenciales que aparezcan en los Anexos Z de las normas armonizadas, una vez que éstas especificaciones estén disponibles, su referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) mediante la oportuna Comunicación de la Comisión y se haya superado un periodo de coexistencia con la legislación vigente que fija la propia Comunicación.

La mayoría de los cementos que hoy se comercializan en el mercado español han pasado a lo largo de estos últimos años de la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios al marcado CE (véase el Anejo I).

El fabricante de cemento que deba colocar en su producto el marcado CE será el responsable del cumplimiento del Anejo ZA de la norma UNE-EN de producto correspondiente y de la norma UNE-EN 197-2 sobre la evaluación de conformidad de los cementos y que más adelante se citan en este Anejo.

Sin embargo, no todos los cementos están obligados al marcado CE. Como se puede ver en esta Instrucción, aparte de los cementos sujetos al marcado CE hay también una serie de cementos que permanecen aún sujetos exclusivamente a normas nacionales no armonizadas y que, por ello, no pueden llevar el marcado CE. Es el caso de los cementos para usos especiales conforme UNE 80307 y de los cementos portland compuestos CEM II/C-M y cementos compuestos CEM VI, definidos en la norma UNE-EN 197-5 (véase el anejo II).

Los cementos que quieran comercializarse en España y que todavía no dispongan de la correspondiente norma europea armonizada siguen obligados a cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el Anexo I del Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, a someterse a los ensayos y controles que establecen dichas especificaciones técnicas y obtener el certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios y, posteriormente, el certificado de conformidad de la producción.

Tanto en el caso del marcado CE como de la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios, la responsabilidad del fabricante en la conformidad del producto con las prestaciones declaradas, queda limitada a la producción. Sin embargo, el cemento puede sufrir deterioro desde su salida de la fábrica hasta el momento de su llegada a la central, la fábrica o la obra. Entre otros, persiste el riesgo de meteorización debido a la acción de la humedad y del CO_2 del ambiente, lo que puede ocasionar la reducción de sus prestaciones.

Es por ello importante tomar medidas de control que faciliten información del estado del cemento en el momento de su recepción. Es imprescindible, conocer y comprobar la documentación que debe acompañar a las remesas de cemento, verificando que es correcta, es decir, que es la exigida en la norma correspondiente y que está completa y por lo tanto contiene y suministra toda la información exigida. En el capítulo III de esta Instrucción se establecen estas medidas de control.

AVII.2 Procedimientos de evaluación de conformidad relacionados con el marcado CE y con la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios.

Para poder poner en el cemento el Marcado CE y, en su caso, para obtener el certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios, es necesario que el fabricante lleve a cabo, mediante la contratación de los correspondientes organismos notificados y/o autorizados, una evaluación de la conformidad de su producto mediante un sistema de certificación de la conformidad que sustente la validez de los valores declarados a su salida de la fábrica.

AVII.2.1a Sistema de certificación de la conformidad bajo el marcado CE.

El sistema de certificación de la conformidad del cemento con las exigencias de la norma armonizada y demás reglamentación vigente, es el decidido por la Comisión Europea con la aceptación de todos los Estados miembros y consiste en:

– la realización, por un laboratorio contratado por un organismo de certificación notificado, de los ensayos iniciales que al comenzar una producción se hacen de todas y cada una de las propiedades reglamentadas;

– la programación, ejecución y documentación por el fabricante de un plan de control de producción que permita comprobar y demostrar que los valores obtenidos en esos ensayos iniciales se siguen manteniendo, incluyendo la toma de muestras y ensayos del producto final como parte de este control interno;

– la realización, por parte del organismo de certificación notificado, de una inspección inicial de la fábrica y del plan de control de producción de la fábrica que lleva a cabo el fabricante;

– la realización, por parte de este mismo organismo notificado, de una vigilancia, comprobación y aprobación, de forma continua, del citado control de producción;

– la realización, por el laboratorio a que se refiere el primer punto de este apartado, de ensayos de auditoría o de contraste sobre muestras tomadas por el organismo de certificación notificado.

Todas estas actividades se realizan bajo la responsabilidad del organismo de certificación notificado que es el que finalmente emite el certificado CE de constancia de las prestaciones del cemento en cuestión, garantizando que todas ellas han tenido un resultado conforme en su evaluación. Sin embargo, la evaluación conforme de dichas actividades no garantiza la calidad del producto ni de la producción, que seguirá siendo responsabilidad del fabricante.

La frecuencia y detalles del procedimiento de evaluación de la conformidad son los indicados en la norma UNE-EN 197-2 y en la norma UNE del cemento correspondiente y que se resume en la tabla AVII.2.1.

AVII.2.1b Sistema de certificación de la conformidad bajo el Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre:

El proceso de evaluación de la conformidad del cemento con las exigencias de la norma de producto y demás reglamentación vigente, es el establecido en el Real Decreto 605/2006, de 19 de mayo, por el que se aprueban los procedimientos para la aplicación de la norma UNE-EN 197-2a los cementos no sujetos al marcado CE y a los centros de distribución de cualquier tipo de cemento, y consiste en:

– la realización, por parte de un laboratorio acreditado, de los ensayos iniciales que se hacen de todas y cada una de las propiedades reglamentadas al comenzar una producción;

– la programación, ejecución y documentación de un plan de control de producción para comprobar que los valores obtenidos en esos ensayos iniciales se siguen manteniendo, incluyendo la toma de muestras y ensayos de autocontrol y de contraste del producto final como parte de este control interno;

– la realización por parte de un organismo de inspección acreditado de una inspección inicial de la fábrica y de su plan de control de producción;

– la realización, por parte de este mismo organismo acreditado, de una vigilancia, comprobación y aprobación, de forma continua, del control de producción llevado a cabo por la fábrica;

– la realización, por un laboratorio externo acreditado y autorizado, de ensayos de contraste sobre muestras tomadas por el organismo de inspección acreditado.

La frecuencia y detalles del procedimiento de evaluación de la conformidad son los indicados en la norma UNE-EN 197-2 y la norma UNE del cemento y que se resume en la tabla AVII.2.1.

Tabla AVII.2.1 Evaluación de conformidad de los cementos según la norma UNE-EN 197-2

Fases	Fabricante		Organismo Certificador		
	Duración del período de control	Ensayos de muestras de autocontrol	Inspección de la fábrica	Evaluación de los ensayos de autocontrol	Ensayos de muestras de contraste
Periodo inicial.	3 meses UNE-EN 197-2 5.6.1	Según tabla en la norma de producto UNE-EN 197-2 4.3.1(*)	1	–	≥1/mes UNE-EN 197-2 5.4.2

Fases	Fabricante		Organismo Certificador		
	Duración del período de control	Ensayos de muestras de autocontrol	Inspección de la fábrica	Evaluación de los ensayos de autocontrol	Ensayos de muestras de contraste
Periodo normal.	12 meses UNE-EN 197-2 5.3.3 (*)	Según tabla en la norma de producto UNE-EN 197-2 4.3.1(*)	1/año UNE-EN 197-2 5.2.2	≥2/año UNE-EN 197-2 5.3.2	≥6/año UNE-EN 197-2 5.4.2
Periodo de acciones correctivas.	2 meses UNE-EN 197-2 6.1	El doble de lo indicado para el periodo normal UNE-EN 197-2 6.1	–	–	El doble de lo indicado para el periodo normal (= 1/mes) UNE-EN 197-2 6.1

(*) Remite al apartado «Criterios de conformidad» de la correspondiente norma de producto.

AVII.3 Parámetros controlados con el marcado CE y con los Requisitos Reglamentarios.

Se establece la conformidad de los ensayos realizados al cemento con respecto a:

– componentes y composición;
– resistencia a compresión;
– tiempo de fraguado;
– residuo insoluble (solamente para CEM I y CEM III);
– pérdida por calcinación (solamente para CEM I y CEM III);
– estabilidad de volumen:

• expansión;
• contenido de SO_3.

– contenido de cloruros;
– puzolanicidad (solamente para cementos puzolánicos CEM IV).
– en su caso, limitaciones de cromo (VI) soluble en agua en el cemento (artículo 11).
– durabilidad (referida al hormigón, mortero, pastas y otras mezclas hechas de cemento, de acuerdo con las reglas de aplicación válidas en el lugar de empleo).

A título informativo, se indica que los planes de muestreo establecidos en las normas aplicables establecen una probabilidad de aceptación determinada (del 5%) de lotes no conformes (riesgo del consumidor).

ANEJO VIII

Recomendaciones de uso

AVIII.1 Generalidades.

Estas recomendaciones están dirigidas, fundamentalmente, a proyectistas y direcciones facultativas con el fin de facilitar la selección de los cementos a utilizar y se refieren a consideraciones relativas a sus tipos, clases resistentes y aptitud frente a los diferentes ambientes agresivos que más incidencia pueden tener en los diferentes tipos de aplicaciones.

Las recomendaciones recogidas en este Anejo deben considerarse aplicables a los cementos blancos y cementos con características adicionales del mismo tipo y clase resistente. En este sentido, los cementos comunes blancos se pueden utilizar como convenga, considerando que son los mismos cementos comunes que adicionalmente cumplen con la especificación de blancura.

Los cementos recomendados para hormigones estructurales son los indicados en el apartado AVIII.2. En él se incluyen algunas recomendaciones específicas en función de las condiciones de hormigonado y la clase de exposición, que tienen carácter general para otro tipo de aplicaciones contenidas en el resto de los apartados, por lo que deberán tenerse en cuenta.

Se recomienda el empleo de cementos de clase resistente 42,5N o superior para la fabricación de elementos prefabricados de hormigón.

Para la utilización del cemento de aluminato de calcio, debe tenerse en cuenta lo indicado al respecto en el Código Estructural vigente.

Los cementos no recomendados expresamente para aplicaciones concretas pueden utilizarse, siempre que no haya circunstancias que desaconsejen su empleo, adoptando precauciones técnicas especiales.

Para aquellos cementos que no estén sujetos al marcado CE e incluidos en las correspondientes normas armonizadas, o los cementos sujetos todavía a la certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios y que estén comercializados legalmente en cualquier Estado miembro, o que tengan el marcado CE en base a una evaluación técnica europea, seguirán la reglamentación nacional vigente para su uso en los productos en los que se incorpore el cemento.

AVIII.2 Cementos recomendados para hormigones estructurales

AVIII.2.1 Aplicaciones estructurales genéricas.

En la tabla AVIII.2.1 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de los tipos de hormigones estructurales señalados.

Tabla AVIII.2.1

Aplicación	Cementos recomendados
Hormigón en masa.	Todos los cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C-M (W/T) [5] y CEM III/C. Cementos para usos especiales ESP VI-1 [1].
Hormigón armado.	Todos los cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C-M (W/T) [5] CEM III/C y CEM V/B.
Hormigón pretensado incluidos los prefabricados estructurales.	Cementos comunes [2] de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P) [3].
Elementos estructurales prefabricados de hormigón armado.	Resultan muy adecuados los cementos comunes [2] de los tipos CEM I, CEM II/A y adecuado el cemento común tipo CEM IV/A cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigón en masa y armado en grandes volúmenes.	Resultan muy adecuados los cementos comunes CEM III/B, CEM IV/B y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A, CEM II/C-M (excepto los CEM II/C-M (W/T) [5]) y CEM VI. Cementos para usos especiales ESP VI-1. Es muy recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) y de muy bajo calor de hidratación (VLH), según los casos.
Hormigón de alta resistencia.	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/A-D y CEM II/A 42,5 R. El resto de cementos comunes tipo CEM II/A pueden resultar adecuados cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigones para reparaciones rápidas de urgencia.	Los cementos comunes tipo CEM I, CEM II/A-D, y el cemento de aluminato de calcio (CAC).
Hormigones para desencofrado y descimbrado rápido.	Los cementos comunes [2] tipo CEM I, y CEM II (excepto CEM II/C-M).
Hormigón proyectado.	Los cementos comunes tipo CEM I, y CEM II/A.
Hormigones con áridos potencialmente reactivos [4].	Resultan muy adecuados los cementos comunes tipo CEM III, CEM IV, CEM V, CEM II/A-D, CEM II/B-S y CEM II/B-V, y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B-P, CEM II/B-M, CEM II/C-M (excepto los cementos CEM II/C-M (W/T) [5]) y CEM VI.

(1) En el caso de grandes volúmenes de hormigón en masa.

(2) Dentro de los indicados son preferibles los de alta resistencia inicial.

(3) La inclusión de los cementos CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P) como utilizables para la aplicación de hormigón pretensado es coherente con la posibilidad, contemplada en el Código Estructural vigente, de la utilización de adición al hormigón pretensado de cenizas volantes en una cantidad no mayor del 20 % del peso de cemento.

(4) Para esta aplicación son recomendables los cementos con bajo contenido en alcalinos o aquéllos citados en la tabla.

(5) Cementos portland compuestos o cementos compuestos que tengan por componentes principales las cenizas volantes calcáreas (W) o los esquistos calcinados (T).

AVIII.2.2 Aplicaciones estructurales específicas.

AVIII.2.2.1 Cimentaciones: En la tabla AVIII.2.2.1 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados cimentaciones.

Tabla AVIII.2.2.1

Aplicación	Cementos recomendados
Cimentaciones de hormigón en masa.	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM IV/B, siendo adecuados el resto de cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C, En todos los casos es recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH). Es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR/SRC) (1) o al agua de mar (MR) cuando corresponda.

(1) De acuerdo con la norma UNE-EN 197-1 o UNE 80303-1, según corresponda.

Aplicación	Cementos recomendados
Cimentaciones de hormigón armado.	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y CEM II/A, siendo adecuados el resto de cementos comunes a excepción de los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III/C y CEM IV/B, CEM II/C-M y CEM VI Es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR/SRC) (1) o al agua de mar (MR) cuando corresponda.

(1) De acuerdo con la norma UNE-EN 197-1 o UNE 80303-1, según corresponda.

AVIII.2.2.2 Obras portuarias y marítimas.

En la tabla AVIII.2.2.2 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras de hormigón en masa, armado o pretensado que formen parte de obras portuarias y marítimas.

Tabla AVIII.2.2.2

Aplicación	Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Obras portuarias y marítimas.	En masa.	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C, CEM II/C-M y CEM VI.
	Armado.	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B. CEM II/C-M y CEM VI.
	Pretensado.	Cementos comunes (1) de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-P, CEM II/A-V y CEM II/A-M(V-P).

(1) Dentro de los indicados son preferibles los de alta resistencia inicial.

La utilización de uno u otro tipo de cemento, con característica adicional MR cuando sea preceptiva, dependerá de las exigencias del hormigón y siempre que no haya circunstancias especiales que desaconsejen su uso.

Todos los cementos SR y SRC son, además de resistentes a los sulfatos, resistentes al agua de mar. Por tanto, cuando se especifique la utilización de un cemento resistente al agua de mar, MR, se podrá emplear un cemento SR en su lugar.

AVIII.2.2.3 Presas.

En la tabla AVIII.2.2.3 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de presas.

Tabla AVIII.2.2.3

Aplicación	Cementos recomendados
Presas de hormigón vibrado.	Cementos comunes de los tipos CEM II/A, CEM III/A, CEM III/B y CEM IV/A.
Presas de hormigón compactado.	Cementos comunes de los tipos CEM III, CEM IV y CEM V.
	Cementos para usos especiales ESP VI-1.
	Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación VLH III, VLH IV y VLH V.
	Cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial L.

También pueden emplearse los cementos tipo CEM I, cuando se añada una adición al hormigón en cantidad suficiente, compatible con las exigencias del proyecto.

Se recomienda que los cementos a utilizar sean de clase resistente baja (32,5), así como tener en cuenta, especialmente, el calor de hidratación, por lo cual, con carácter general, la utilización de cementos con característica adicional de bajo calor de hidratación y de muy bajo calor de hidratación resultan aconsejables.

AVIII.2.2.4 Obras hidráulicas distintas de las presas.

En la tabla AVIII.2.2.4 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras para el transporte de agua que no formen parte de los cuerpos de las presas.

Tabla AVIII.2.2.4

Aplicación	Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Tubos de hormigón, canales y otras aplicaciones hidráulicas	En masa.	Cementos comunes excepto los tiposCEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C y CEM II/C-M (W/T) [5]. Cementos para usos especiales ESP VI-1 [1].
	Armado.	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-QCEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C, CEM V/B y CEM II/C-M (W/T) [5].
	Pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P).

(1) En revestimentos de grandes canales con máquinas de encofrados deslizantes.

AVIII.2.3 Cementos recomendados en determinadas circunstancias de hormigonado.

En la tabla AVIII.2.3 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones estructurales en determinadas circunstancias de hormigonado.

Tabla AVIII.2.3

Circunstancias de hormigonado	Cementos recomendados
Hormigonado en tiempo frío [1] [2]	Cementos comunes tipo CEM I, CEM II/A y CEM IV/A.
	Se recomienda la utilización de cementos de clase resistente alta o media (52,5 y 42,5).
Hormigonado en ambientes secos y sometidos al viento y, en general, en condiciones que favorecen la desecación del hormigón [2]	Cementos comunes tipo CEM I y CEM II/A.
Insolación fuerte u hormigonado en tiempo caluroso [2]	Cementos comunes tipo CEM II, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A.

[1] En estas circunstancias, no conviene emplear la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH).

[2] En estas circunstancias, resulta determinante tomar, durante el proceso de ejecución o puesta en obra, las medidas adecuadas especificadas en la reglamentación correspondiente y, en su caso, en el Código Estructural vigente.

AVIII.2.4 Cementos recomendados según las diferentes clases de exposición.

En la tabla AVIII.2.4 se recogen los cementos recomendados para la fabricación de hormigones según las clases de exposición contempladas en el Código Estructural vigente a las que vayan a estar sometidos.

Tabla AVIII.2.4

Clase de exposición	Tipo de proceso (Agresividad debida a)	Cementos recomendados
X0	Sin riesgo de ataque por corrosión.	Todos los recomendados según la aplicación prevista.
XC	Corrosión de las armaduras por carbonatación.	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A) excepto CEM II/C-M, CEM III/A, CEM IV/A.
XS [1]	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino.	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A.
XD	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino.	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición XS.
XA [2]	Ataque químico.	Los mismos que para la clase de exposición XS.
XA	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO_2 agresivo.	Cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V.
-[3]	Reactividad álcali-árido.	Cementos de bajo contenido en alcalinos (óxidos de sodio y de potasio) en los que: $(Na_2O)_{eq} = Na_2O$ (%) + 0,658 K_2O (%) < 0,60.

(1) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece el Código Estructural vigente.

(2) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR/SRC, de acuerdo con la norma UNE-EN 197-1 o UNE 80303-1, según corresponda), en el caso de que la clase específica sea XA2 o XA3, tal y como establece el Código Estructural vigente. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario únicamente cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).

(3) Son especialmente recomendables los cementos citados en la tabla AVIII.2.1 para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que deberán cumplir igualmente el requisito de bajo contenido en alcalinos).

AVIII.3 Cementos recomendados para su empleo en firmes de carreteras, puertos y aeropuertos.

En la tabla AVIII.3 se recogen los cementos recomendados para su uso en la construcción de firmes, tanto en la estabilización in situ de suelos en terraplenes y coronación de explanadas, en la formación de capas de base: suelocemento, gravacemento, hormigón magro vibrado y hormigón compactado, como en los pavimentos de hormigón vibrado expuestos a la acción directa del tráfico.

Tabla AVIII.3

Aplicación	Cementos recomendados
Pavimentos de hormigón vibrado.	Cementos comunes excepto los tipos: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III/C y CEM V/B
Suelocemento y gravacemento y hormigón compactado.	Cementos comunes de los tipos CEM II/B, CEM III, CEM IV y CEM V (1) excepto los tipos CEM II/B-Q, CEM II/B-W y CEM II/B-T.
	Cemento para usos especiales ESP VI-1.
	Cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial (L).
Estabilización de suelos. (2)	Cementos para usos especiales ESP VI-1 y los cementos comunes tipo CEM II/B, CEM III, CEM IV/A, CEM IV/B y CEM V.

(1) Estos cementos son también recomendables para el reciclado in situ de firmes con cemento.

(2) Cuando la agresividad del suelo, debido a la presencia de sulfatos, lo requiera, es necesario utilizar cementos con la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR/SRC de acuerdo con la norma UNE-EN 197-1 o UNE 80303-1, según corresponda).

AVIII.4. Cementos recomendados para hormigones no estructurales.

En la tabla AVIII.4 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones a emplear en aplicaciones de tipo no estructural.

Tabla AVIII.4

Aplicación	Cementos recomendados
Prefabricados no estructurales.	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
Solado de pavimentos.	Los cementos comunes excepto los tipos CEM I, CEMII/A-D, CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEMIII/B y CEM III/C.
Hormigones de limpieza y relleno de zanjas.	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
Otras aplicaciones de tipo no estructural ejecutadas en obra.	Cemento para usos especiales ESP VI-1.
	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.

AVIII.5 Cementos recomendados para morteros de albañilería.

En la tabla AVIII.5 se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de morteros de albañilería.

Tabla AVIII.5

Aplicación	Cementos recomendados
Morteros de albañilería.	Cemento de albañilería.
	Cementos comunes, excepto los tipos CEM I y CEM III.

Cuando se requiera la exigencia de blancura se utilizarán los cementos blancos definidos en A.2.4.2.

Este documento es de carácter informativo y no tiene valor jurídico.