

# ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL  
DE LA INDUSTRIA DEL  
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

## GUÍA ESPECÍFICA DE MARCADO **CE** PARA PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN “ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN”

2ª edición: Diciembre 2010



# Índice

---

- 0. Objeto de la guía
- 1. Procedimiento general de Mercado CE
- 2. Mercado CE de los elementos prefabricados de cimentación
  - 2.1. Objeto, campo de aplicación y definiciones de la Norma UNE-EN 14991:2008
  - 2.2. Fecha de aplicación del Mercado CE
  - 2.3. Anexo ZA de la UNE-EN 14991:2008
- 3. Procedimiento de evaluación de la conformidad de los elementos prefabricados de cimentación
  - 3.1. Sistemas de evaluación de la conformidad
  - 3.2. Asignación de tareas para la verificación de la conformidad de los elementos prefabricados de cimentación
- 4. Tareas del fabricante
  - 4.1. Elección del método de Mercado CE
    - 4.1.1. Método 1
    - 4.1.2. Método 2
    - 4.1.3. Método 3
      - 4.1.3.1. Método 3a
      - 4.1.3.2. Método 3b
  - 4.2. Ensayo inicial de tipo
    - 4.2.1. Generalidades
    - 4.2.2. Definición de Tipo
    - 4.2.3. Diseño basado en cálculo (verificado o no con ensayos)
    - 4.2.4. Características esenciales
      - 4.2.4.1. Resistencia a compresión del hormigón
      - 4.2.4.2. Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)
      - 4.2.4.3. Resistencia mecánica
      - 4.2.4.4. Detalles constructivos
      - 4.2.4.5. Durabilidad



## 4.3. Control de Producción en Fábrica

### 4.3.1. Organización

### 4.3.2. Sistema de control

### 4.3.3. Control de documentos

### 4.3.4. Control del proceso

### 4.3.5. Inspección y ensayo

#### 4.3.5.1. Inspección de equipos

#### 4.3.5.2. Inspección de materiales

#### 4.3.5.3. Inspección del proceso

#### 4.3.5.4. Inspección del producto terminado

#### 4.3.5.5. Reglas de cambio

## 4.4. Ensayos adicionales de las muestras tomadas en fábrica

## 5. Tareas del Organismo Notificado

### 5.1. Inspección inicial

### 5.2. Vigilancia, evaluación y aprobación continua

## 6. Certificado de conformidad y declaración de conformidad CE

### 6.1. Declaración de conformidad CE (del fabricante)

### 6.2. Certificado de conformidad CE (del Organismo Notificado)

### 6.3. Mercado CE y etiquetado

## ANEXOS INFORMATIVOS

Anexo A. Relación de normas a las que se hace referencia desde la Norma UNE-EN 14991

Anexo B. Organismos Notificados

Anexo C. Control del hormigón según la EHE-08

### C.1. Instrucción EHE-08

### C.2. Coeficientes de ponderación de la resistencia del hormigón y acero

### C.3. Control del hormigón para elementos prefabricados, según la EHE-08

#### C.3.1 Control de la conformidad en la docilidad del hormigón

#### C.3.2 Control estadístico de la resistencia



## 0. Objeto de la guía

---

Este documento pretende servir de instrumento de ayuda a aquellos fabricantes de elementos de cimentación de hormigón prefabricado (no se incluyen los pilotes), y que comercializan estos productos en Europa, a cumplir el anexo ZA de la norma UNE-EN 14991:2008, referente a la evaluación de conformidad y al mercado CE, con el fin de satisfacer los requisitos normativos y reglamentarios que le son aplicables.

Si el lector quiere profundizar más en qué representa el mercado CE, tiene a su disposición el documento "El Mercado CE en los prefabricados de hormigón estructurales".



## 1. Procedimiento general de Marcado CE

La secuencia de acciones que se deben llevar a cabo para poder comercializar aquellos elementos de cimentación prefabricados con obligación de marcado CE, podría ser la que se expone en el esquema siguiente:

AGENTE	ACCIÓN	CAPÍTULO DE LA GUÍA
FABRICANTE	¿El producto prefabricado de hormigón está dentro del campo de aplicación de la Norma UNE-EN 14991?	2. Marcado CE de los elementos prefabricados de cimentación
	<p>El fabricante debe elegir la aplicación de uno de los métodos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Método 1: declaración de los datos geométricos y de las propiedades de los materiales.</li> <li>- Método 2: Declaración del valor de las propiedades de producto</li> <li>- Método 3: Declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diseño total del cliente: método 3a.</li> <li>o Diseño del fabricante con método impuesto por el cliente: método 3b.</li> </ul> </li> </ul>	4.1. Elección del método de marcado CE
	Los <u>ensayos iniciales de tipo del producto</u> los realiza el fabricante bajo su responsabilidad, en un laboratorio que disponga de competencia técnica adecuada para la realización de los ensayos y que esté suficientemente equipado y con los equipos debidamente calibrados, y que puede ser el propio o uno subcontratado. El fabricante debe a su vez disponer de un <u>sistema de control de producción en fábrica</u> .	4.2. Ensayo inicial de tipo
ORGANISMO NOTIFICADO	En el sistema 2+ el fabricante está obligado a presentar su sistema de control de producción en fábrica a un tercero (Organismo Notificado), para que sea certificado por éste, en base a una inspección inicial de la fábrica y del propio control del producción en fábrica y de la vigilancia, evaluación y aprobación continua del control de producción en fábrica mediante auditorías anuales periódicas.	4.3. Control de producción en fábrica
		5. Tareas del Organismo Notificado
		Anexo B. Organismos Notificados

Cuando se alcance la conformidad con los requisitos del anexo ZA de la Norma UNE-EN 14991:

AGENTE	DOCUMENTACIÓN	CAPÍTULO DE LA GUÍA
FABRICANTE	Declaración de Conformidad que le autoriza a fijar el Marcado CE	6.1. Declaración de conformidad CE
	Fijación del marcado CE	6.3. Marcado CE y etiquetado
ORGANISMO NOTIFICADO	Certificado de control de producción en fábrica	6.2. Certificado de conformidad CE



## 2. Marcado CE de los elementos prefabricados de cimentación

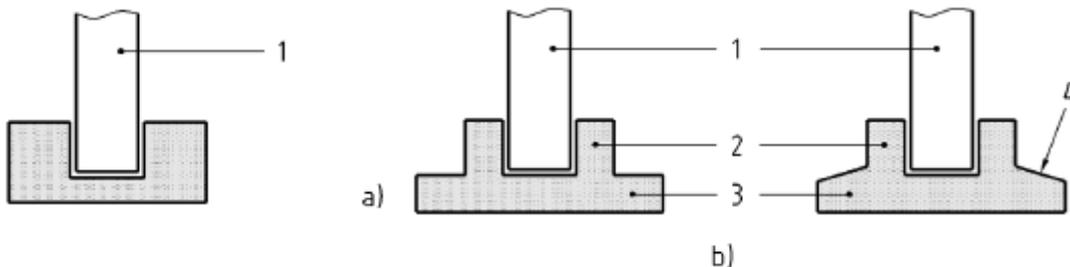
### 2.1. Objeto, campo de aplicación y definiciones de la Norma UNE-EN 14991:2008

- ✓ Capítulo 1 UNE-EN 14991: Objeto y campo de aplicación.
- ✓ Capítulo 3 UNE-EN 14991: Términos y definiciones.
- ✓ Anexo B UNE-EN 14991: Formas típicas de los elementos de cimentación.

Esta norma europea contempla los requisitos y los criterios básicos de prestaciones y especifica, donde sea aplicable, los valores mínimos de los elementos prefabricados para cimentaciones (comprende pilares con elementos de cimentación integrados, elementos de cimentación en cáliz, cálices, etc.) fabricados con hormigón armado de peso normal para estructuras de edificaciones de acuerdo con la Norma Europea EN 1992-1-1.

#### Elemento de cimentación en cáliz

Unidad prefabricada de hormigón capaz de transmitir cargas verticales, momentos flectores y esfuerzos horizontales desde los componentes estructurales (pilares, vigas de cimentación, muros, etc.) al terreno.



Elemento de cimentación en cáliz sin zapata

Elemento de cimentación en cáliz con zapata (a) zapata paralelepípedica y b) zapata inclinada).

#### Leyenda

- 1 Pilar de hormigón
- 2 Cáliz
- 3 Zapata
- 4 Transición inclinada

#### Pilar con elemento de cimentación integrado

Elemento prefabricado de cimentación integrado en un pilar y que permanece fijado de manera permanente a él.



## Cáliz

Parte vertical de un elemento de cimentación en cáliz o unidad prefabricada de hormigón correspondiente a esa parte.

## 2.2. Fecha de aplicación del Marcado CE

En el caso de la Norma UNE-EN 14991:2008, el Marcado CE de los productos que son objeto de la misma, es obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Esta es la fecha en la que finalizó el periodo de coexistencia e implica que los fabricantes que pongan productos en el mercado deberán hacerlo con marcado CE. Además, las Administraciones de los Estados miembros deberían, en esta fecha, haber adaptado las Reglamentaciones nacionales de manera que no existan trabas a la circulación de los productos con marcado CE.

## 2.3. Anexo ZA de la UNE-EN 14991:2008

### ✓ ZA.1 UNE-EN 14991: Objeto, campo de aplicación y características relevantes

Este anexo establece las condiciones del mercado CE de los elementos de cimentación fabricados con hormigón armado utilizados para la construcción de estructuras de edificios y otras obras de ingeniería civil, excepto las cimentaciones de puentes (éstas estaría dentro de la Norma UNE-EN 15050).

El objeto y campo de aplicación del anexo ZA es el mismo que el capítulo 1 de esta norma y está definido en la tabla ZA.1.

*Tabla ZA.1 - Capítulos relativos a los requisitos esenciales de los elementos de cimentación*

Características relevantes		Capítulos de requisitos en esta norma	Niveles y/o clases	Notas y unidades
Resistencia a compresión (del hormigón)	Todos los métodos	4.2 Requisitos de producción	Ninguno	N/mm <sup>2</sup>
Resistencia última a tracción y límite elástico a tracción (del acero)	Todos los métodos	4.1 Requisitos de los materiales	Ninguno	N/mm <sup>2</sup>
Resistencia mecánica (mediante cálculo)	Método 1	Información indicada en ZA.3.2	Ninguno	Geometría y materiales
	Método 2	4.3.3 Resistencia mecánica	Ninguno	kNm, kN, kN/m
	Método 3	Especificaciones de proyecto	Ninguno	
Detalles constructivos	Todos los métodos	4.3.1. Propiedades geométricas 8. Documentación técnica	Ninguno	mm
Durabilidad	Todos los métodos	4.3.7 Durabilidad	Ninguno	Condiciones ambientales

Método 1 = declaración de datos geométricos y propiedades de los materiales;

Método 2 = declaración del valor de las propiedades del producto;

Método 3 = declaración de conformidad con unas especificaciones de proyecto dadas.



Los requisitos relativos a una característica no son de aplicación en los Estados Miembros en los que no exista reglamentación al respecto para el uso previsto del producto. En este caso, los fabricantes que comercialicen sus productos en dichos Estados Miembros no están obligados a determinar, ni a declarar las prestaciones de sus productos en lo referente a dicha característica, y la información que acompaña al marcado CE (véase ZA.3) puede entonces incluir la opción "Prestación No Determinada" (PND). Sin embargo, esta opción no es aplicable cuando existe un límite umbral de la característica.



## 3. Procedimiento de evaluación de la conformidad de los elementos prefabricados de cimentación

- ✓ ZA.2 UNE-EN 14991: Procedimiento de verificación de la conformidad de los elementos de cimentación

### 3.1. Sistema de evaluación de la conformidad

El sistema de verificación de la conformidad de elementos de cimentación, para las características relevantes indicadas, conforme a la Decisión de la Comisión (1999/94/CE) de 25 de enero de 1999, tal y como figura en el anexo III del mandato M/100 "Productos prefabricados de hormigón", dado que su uso previsto es estructural, es el sistema 2+.

En este sistema, los ensayos iniciales de tipo del producto los realiza el fabricante bajo su responsabilidad, en un laboratorio que disponga de competencia técnica adecuada para la realización de los ensayos y que esté suficientemente equipado y con los equipos debidamente calibrados, y que puede ser el propio o uno subcontratado, sin necesidad de que esté notificado o acreditado por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación). El fabricante debe a su vez disponer de un sistema de control de producción en fábrica y realizar ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica.

En el sistema 2+ el fabricante está obligado a presentar su sistema de control de producción en fábrica a un tercero (Organismo Notificado), para que sea certificado por éste, en base a una inspección inicial de la fábrica y del propio control del producción en fábrica y de la vigilancia, evaluación y aprobación continua del control de producción en fábrica mediante auditorías anuales periódicas.

Sistema	Tareas del fabricante	Tareas del Organismo Notificado	Documentos
2+	<p>Ensayo inicial de tipo</p> <p>Control de Producción en fábrica (CPF)</p> <p>Ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica</p>	<p>Certificación del CPF sobre la base de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección inicial de la fábrica y del CPF.</li> <li>- Vigilancia, evaluación y aprobación continua del CPF</li> </ul>	<p>Declaración de conformidad de mercado CE del fabricante</p> <p>Certificado del CPF emitido por el Organismo Notificado</p>

Con todo ello el fabricante debe realizar la "Declaración de Conformidad" para el producto y el Organismo Notificado expide una "Certificación de conformidad del control de producción en fábrica".



## 3.2. Asignación de tareas para la verificación de la conformidad de los elementos de cimentación prefabricados

La evaluación de la conformidad de los elementos de cimentación prefabricados de hormigón armado para las características esenciales indicadas en la tabla ZA.1, debe estar basada en el procedimiento de evaluación de la conformidad indicado en la tabla ZA.3, resultante de la aplicación de los capítulos de ésta u otras normas que se indican en la misma.

*Tablas ZA.3 Asignación de tareas para la verificación de la conformidad de los elementos de cimentación*

Tareas del fabricante	Contenido de la tarea	Capítulos a aplicar para la evaluación de la conformidad
Ensayo inicial de tipo	Todas las características de la tabla ZA.1	6.2. de la Norma UNE-EN 13369:2004
Control de Producción en fábrica (CPF)	Parámetros relativos a todas las características de la tabla ZA.1.	6.3. de esta Norma Europea
Ensayos adicionales sobre muestras tomadas en fábrica	Todas las características de la tabla ZA.1	Punto 1 de la Tabla A.1. de esta Norma Europea y 6.2.3 de la Norma UNE-EN 13369:2004

Tareas del Organismo Notificado		Contenido de la tarea	Capítulos a aplicar para la evaluación de la conformidad
Certificación del CPF en base a:	Inspección inicial de la fábrica y del CPF	Resistencia a compresión del hormigón	6.1.3.2.a) y 6.3. de la norma UNE-EN 13369:2004 y 6.3. de esta Norma Europea
		Resistencia última a tracción y límite elástico del acero	
		Detalles constructivos	
		Durabilidad	
	Vigilancia continua, evaluación y aprobación del CPF	Resistencia a compresión del hormigón	6.1.3.2.b) y 6.3. de la norma UNE-EN 13369:2004 y 6.3. de esta Norma Europea
		Resistencia última a tracción y límite elástico del acero	
		Detalles constructivos	
		Durabilidad	



## 4. Tareas del fabricante

### 4.1. Elección del método de Marcado CE

En primer lugar, el fabricante debe elegir la aplicación de uno de los métodos descritos a continuación:

#### 4.1.1. Método 1

- ✓ ZA 3.2 UNE-EN 14991: Declaración de los datos geométricos y de las propiedades de los materiales.
- ✓ Guía L Apartado 3.3.2.

Adecuado para productos de catálogo, normalmente sencillos, ofrecidos al mercado certificando sus características geométricas y los materiales empleados. El proyectista es responsable de su empleo adecuado y del cálculo y justificación de que se cumple con los requisitos esenciales según el uso a que se haya destinado.

El prefabricador suministra la definición del producto, mediante la declaración de las prestaciones mecánicas que acompaña al marcado CE: configuración geométrica de las piezas, mediante dibujo que incluya las dimensiones, diámetros de las armaduras, recubrimientos, distancias entre barras, doblados y empalmes necesarios, etc., así como las características mecánicas de los materiales componentes empleados.

Con todos estos datos, cualquier posible comprador puede verificar la adecuación del prefabricado estructural a sus necesidades mediante la utilización del método de cálculo establecido por la reglamentación vigente o el empleado en el proyecto de la estructura a la que tiene previsto incorporar el prefabricado estructural.

El método 1 permite utilizar perfectamente la normativa nacional (EHE-08).

En referencia a la tabla ZA.1 y a la información citada en la lista de ZA.3.1, se deben declarar las siguientes propiedades:

- resistencia a compresión del hormigón;
- resistencia última a tracción del acero de armado;
- límite elástico a tracción del acero de armar;
- datos geométricos (únicamente las dimensiones críticas);
- condiciones de durabilidad;
- posible referencia a la información técnica (catálogo de producto) para los detalles constructivos, la durabilidad y los datos geométricos.



La siguiente figura muestra, para un tipo de elemento de cimentación prefabricado con hormigón armado, el modelo de marcado CE que incluye la información necesaria para determinar, según la reglamentación en materia de cálculo en vigor en el lugar de uso, las propiedades relativas a la resistencia mecánica y estabilidad, incluyendo los aspectos de durabilidad y aptitud de servicio.

*Figura ZA.2 – Ejemplo de marcado CE con Método 1*

 0123
Compañía, Dirección  07  0123-CPD-0456
EN 14991 Elementos de cimentación Elementos de cimentación en cáliz con caras acanaladas y rigidizadores  Hormigón: Resistencia a compresión..... $f_{ck} =$ cc N/mm <sup>2</sup> Acero de amar..... Resistencia última a tracción..... $f_{tk} =$ yyy N/mm <sup>2</sup> Límite elástico a tracción..... $f_{yk} =$ zzz N/mm <sup>2</sup>  Dimensiones en mm Para los detalles constructivos y la durabilidad véase la información técnica Información técnica: Catálogo de producto ABC: 2007 – apartado ii

El marcado de conformidad CE, consistente en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/EEC

Identificación del Organismo Notificado  
Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante  
Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado CE del producto  
Número del certificado CPF  
Número y título de esta Norma Europea  
Nombre genérico y uso previsto

Información acerca de la geometría del producto y sobre las características de los materiales incluyendo los detalles constructivos (para que el fabricante las adapte al producto específico)

NOTA 1: Los valores numéricos son sólo un ejemplo.

NOTA 2: El esquema puede omitirse si se proporciona una información equivalente en la información técnica (catálogo de producto) claramente identificada a la que se haga referencia



### 4.1.2. Método 2

- ✓ ZA 3.3 UNE-EN 14991: Declaración de las propiedades de producto
- ✓ Guía L Apartado 3.3.2.

Adecuado para productos de catálogo, normalmente sencillos, ofrecidos al mercado certificando sus características geométricas, de materiales empleados y las requeridas por el Mandato bajo el que se prepara la Norma, con respecto al cumplimiento de los Requisitos esenciales y que este Mandato especifica que para estos productos debe proporcionar y certificar el fabricante.

El prefabricador es responsable de estos valores y de su obtención, bien mediante ensayos o cálculo, todo ello de acuerdo con los Eurocódigos, e indicando los parámetros de determinación nacional (PDN) utilizados.

Este método puede ser aconsejable en productos que se venden a otros países.

Para todos los datos de proyecto, incluyendo los modelos y los parámetros empleados en los cálculos, puede hacerse referencia a la documentación técnica (de proyecto).

Haciendo referencia a las tablas ZA.1a y ZA.1b y a la información citada en la lista de ZA.3.1 se deben declarar las siguientes propiedades (cuando proceda):

- resistencia a compresión del hormigón;
- resistencia última a tracción del acero de armar;
- límite elástico a tracción del acero de armar;
- resistencia mecánica del elemento respecto a la carga vertical y al momento flector (valores de proyecto);
- coeficientes de seguridad para el hormigón y el acero utilizados en el cálculo;
- otros Parámetros de Determinación Nacional (PDN) utilizados en el cálculo;
- las condiciones de durabilidad;
- posible referencia a la Información Técnica para los datos geométricos, los detalles constructivos, la durabilidad y otros PDN.

Los valores de proyecto de la resistencia mecánica última del elemento y de la clase de resistencia al fuego deben calcularse utilizando, para los PDN, o los valores recomendados en EN 1992-1-1:2004 y EN 1992-1-2 o los valores indicados en el anexo nacional aplicables a las obras.

La siguiente figura muestra, para los elementos de cimentación prefabricados con hormigón armado, el modelo de marcado CE a emplear en el caso en el que las propiedades relativas a la resistencia mecánica sean determinadas mediante los Eurocódigos.



Figura ZA.3 – Ejemplo de marcado CE con Método 2

 0123	
Compañía, Dirección  07  0123-CPD-0456	
EN 14991 Elementos de cimentación Cáliz para pilar metálico	
Hormigón:	
Resistencia a compresión.....	$f_{ck} = \quad xx N/mm^2$
Acero de amar:	
Resistencia última a tracción...	$f_{tk} = \quad yy N/mm^2$
Límite elástico a tracción.....	$f_{yk} = \quad zz N/mm^2$
Resistencia mecánica última (valores de proyecto)	
Capacidad a momento flector (diagrama M-N).....	kNm
Capacidad a carga vertical.....	vvv kN
Coeficientes de seguridad aplicados en el cálculo de la resistencia:	
Para el hormigón.....	$\gamma_c = \quad z,zz$
Para el acero.....	$\gamma_s = \quad x,xx$
Para los datos geométricos, los detalles constructivos, la durabilidad y cualquier otra información complementaria y otros PND, véase la documentación técnica	
Documentación técnica:	
Número de identificación.....	xxxxxxx

El marcado de conformidad CE, consistente en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/EEC

Identificación del Organismo Notificado  
Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante

Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado CE del producto  
Número del certificado CPF

Número y título de esta Norma Europea

Nombre genérico y uso previsto

Información sobre las características mandadas del producto incluyendo los detalles constructivos (para que el fabricante las adapte al producto específico)

NOTA: Los parámetros de resistencia mecánica están referidos al elemento prefabricado sin ningún otro elemento fabricado in situ



### 4.1.3. Método 3

- ✓ ZA 3.4 UNE-EN 14991: Declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada.

Adecuado para productos realizados para un proyecto concreto. El prefabricador es responsable de la calidad de los materiales y de su ejecución de acuerdo con los planos y las especificaciones de proyecto.

Una utilización adecuada de este método es en el caso de piezas especiales (con cajeados, huecos, cortes a inglete, etc.).

Puede aplicarse en dos casos diferentes:

- Diseño total del cliente: método 3a.
- Diseño del fabricante con una especificación de diseño dada por el fabricante de acuerdo a una orden del cliente: método 3b.

Haciendo referencia a la tabla ZA.1 y a la información citada en la lista de ZA.3.1 se deben declarar las siguientes propiedades:

- resistencia a compresión del hormigón;
- resistencia última a tracción del acero de armar;
- límite elástico a tracción del acero de armar;

La siguiente figura muestra, para los elementos de cimentación prefabricados con hormigón armado, el modelo de marcado CE a emplear en el caso de que el producto se fabrique de acuerdo a las especificaciones de proyecto en el que las propiedades relativas a la resistencia mecánica y la estabilidad se determinen mediante disposiciones de proyecto aplicables a las obras.



Figura ZA.4 – Ejemplo de marcado CE con Método 3

 0123
Cualquier Cía S.A. Apartado 21, B-1050  07  0123-CPD-0456
EN 14991 Elementos de cimentación Elemento de cimentación en caliz para muro  Hormigón: Resistencia a compresión..... $f_{ck} =$ $xxN/mm^2$ Acero de armar: Resistencia última a tracción..... $f_{tk} =$ $yyy N/mm^2$ Límite elástico a tracción..... $f_{yk} =$ $zzz N/mm^2$  Para los datos geométricos, los detalles constructivos, resistencia mecánica y durabilidad véanse las especificaciones de diseño  Especificaciones de diseño: Código de pedido..... xxxxxxx

El marcado de conformidad CE, consistente en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/EEC

Identificación del Organismo Notificado  
Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante

Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado CE del producto

Número del certificado CPF

Número y título de esta Norma Europea

Nombre genérico y uso previsto

Información sobre las características mandadas del producto incluyendo los detalles constructivos (para que el fabricante las adapte al producto específico)

Este método también se aplica en el caso de un diseño realizado con otros medios distintos a los Eurocódigos, como puede ser la normativa nacional (EHE).

Para los tres métodos, además de la información específica relativa a sustancias peligrosas, el producto debería ir acompañado, cuando y donde se requiera y en la forma apropiada, de la documentación en la que se relacione cualquier otra reglamentación sobre sustancias peligrosas, cuyo cumplimiento se requiera, con la información requerida por dicha reglamentación. Sin embargo, la reglamentación nacional sobre sustancias peligrosas no afecta a los productos contemplados en esta Norma.



### 4.1.3.1. Método 3a

✓ Guía L Apartado 3.3.4.a.

Este es el caso de una declaración de producto conforme a unos requerimientos de proyecto (especificaciones de diseño, planos, materiales, dimensiones, armados, etc.) dadas por completo por el cliente o proyectista. Son, en definitiva, piezas diseñadas por un proyectista distinto del prefabricador y realizadas según un proyecto concreto facilitado por el cliente.

El fabricante se limita a producir el encargo que recibe, sin intervenir en su proyecto, por lo que no se responsabiliza de los requerimientos impuestos.

Por otro lado, el fabricante debe informar al cliente de aquellos cambios (dimensiones, armado, etc.) que pudiese necesitar introducir con motivo de las medidas adicionales que deben considerarse para el traslado y la colocación de las piezas, y cerciorarse de que el proyectista ha tenido en cuenta los esfuerzos a que van estar sometidas las piezas en estas fases. En todo caso, el fabricante siempre debe solicitar la aprobación del cliente si no desea asumir la responsabilidad derivada de los cambios introducidos ni del comportamiento final de las piezas como consecuencia de ello.

Es conveniente además, que el proyectista sea informado y reciba justificación de las adiciones, aditivos, etc., que el fabricante tenga previsto emplear durante el proceso de fabricación.

### 4.1.3.2. Método 3b

✓ Guía L Apartado 3.3.4.b.

Este es el método empleado en aquellos casos de encargos realizados por un cliente (contratista, proyectista, etc.) que ha proyectado la estructura, pero sólo ha hecho un predimensionado de los elementos, por lo que dentro del encargo se incluye la realización del proyecto de las piezas y su dimensionado para encajarlos en la estructura.

El fabricante debe realizar el proyecto de los prefabricados estructurales bien empleando los métodos propuestos por la norma armonizada o bien, en caso de que el cliente se lo imponga, empleando el método utilizado por el proyectista de la obra en el cálculo del resto de la estructura.

En este caso, el fabricante debe exigir al cliente que le indique, por escrito, el método de cálculo que desea que se emplee, las acciones previstas así como las especificaciones de los componentes (hormigón, acero, etc.), que desea que se utilicen.

Es, en definitiva, el caso en el que el prefabricador asume simultáneamente las responsabilidades de fabricante y proyectista.



## 4.2. Ensayo inicial de tipo

- ✓ 6.2. Ensayo de tipo UNE-EN 14991
- ✓ 6.2.2 UNE-EN 13369: Ensayo de tipo.

### 4.2.1. Generalidades

Los ensayos iniciales de tipo del producto considerado tienen la función de establecer las características y prestaciones básicas del producto para su marcado CE como representativos de la producción normal. Se realizarán una sola vez en tanto en cuanto se mantengan invariables las características de fabricación del producto.

El ensayo de tipo consiste en someter a una muestra representativa de un producto y/o probetas a los ensayos y/o cálculos pertinentes para comprobar las propiedades. En el caso de verificación de las características por cálculo, se somete a un modelo representativo del producto a los cálculos pertinentes para determinar sus propiedades o para verificar que se cumplen las previstas.

### 4.2.2. Definición de tipo

La norma UNE-EN 14991 denomina familia de productos a aquellos grupos de elementos de cimentación del mismo tipo y forma, con las mismas dimensiones críticas y fabricado con el mismo tipo de hormigón (hormigón de una producción continua en fábrica elaborado con el mismo diseño de mezcla y las mismas técnicas de realización de lotes, fabricación y curado, para la misma clase resistente del material endurecido).

### 4.2.3. Diseño basado en cálculo (verificado o no con ensayos)

Las dimensiones y singularidad de los elementos prefabricados de cimentación, con la ayuda de los programas informáticos de cálculo, hacen que la forma más económica de determinar las prestaciones mecánicas sea mediante la aplicación de métodos de cálculo.

La comprobación mediante ensayos que complementan la verificación mediante cálculo es posible y se considera como método complementario al resultar una alternativa cara debido a los costes que conllevan estas pruebas.

Otra posibilidad es utilizar ensayos compartidos, es decir, aprovechar los resultados de los ensayos realizados por otros fabricantes para un mismo tipo de producto, siempre con la aprobación de estos últimos.



## 4.2.4. Características esenciales

### 4.2.4.1. Resistencia a compresión del hormigón

Característica esencial		Capítulos de requisitos en normas	Notas y unidades
Resistencia a compresión (del hormigón)	Todos los métodos	4.2 Requisitos de producción UNE-EN 14991	N/mm <sup>2</sup>
		4.2.2.2. Resistencia a compresión UNE-EN 13369	
Viene definida por la Resistencia Potencial, que se ensaya a los 28 días.			
Pueden llevarse a cabo ensayos adicionales de resistencias previas a los 28 días cuando se requieran para los procesos de producción (pretensado, desmoldeo, elevación...).			
El fabricante puede utilizar para confirmar el valor de la resistencia potencial, la resistencia estructural directa (que debe determinarse mediante testigos perforados del producto acabado o mediante prismas cortados convertidos en probetas cúbicas o cilíndricas con los correspondientes factores de corrección) o la resistencia estructural indirecta (mediante probetas hechas con hormigón fresco, curado y almacenado en condiciones de fábrica lo más similares posibles al producto, siempre que un ensayo inicial haya determinado la correspondencia con la resistencia estructural directa).			
Para la determinación de la resistencia potencial se deben aplicar los apartados 5.5.1.1 y 5.1.1.2 de la Norma Europea EN 206-1:2000, que a su vez redirige a las normas:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- UNE-EN 12350-1 Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.</li> <li>- UNE-EN 12390-1 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.</li> <li>- UNE-EN 12390-2 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.</li> <li>- UNE-EN 12390-3 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.</li> </ul>			
Factor de Conversión: La desviación de la resistencia estructural directa respecto a la resistencia potencial está cubierta por el factor de conversión $\eta = 0,85$ , el cual está incluido en parte del valor del coeficiente de seguridad $\gamma_c$ indicado en el apartado 2.4.1.4 de la Norma Europea EN 1992-1-1:2004 para los estados límite últimos (véase también el anexo C). Cuando se utilice la resistencia estructural, la comparación con la clase de resistencia exigida se hace multiplicando el valor ensayado por $1/\eta$ .			

*NOTA: El fabricante español puede optar voluntariamente por obtener el valor de la resistencia a compresión del hormigón con el procedimiento definido en el Art. 86.9. de la EHE-08, con lo que podrá trabajar con un coeficiente de minoración de la resistencia menor (ver anejo C de este documento).*



## 4.2.4.2. Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)

Característica esencial		Capítulos de requisitos en normas	Notas y unidades
Resistencia última a tracción y límite elástico (del acero)	Todos los métodos	4.1.3. Acero de armar UNE-EN 13369	N/mm <sup>2</sup>
		4.1.4. Acero de pretensar UNE-EN 13369	
<b>ACERO DE ARMAR</b>			
<p>Las armaduras de acero (barras, bobinas y mallas electrosoldadas), deben ser conformes a lo indicado en la Norma Europea EN 10080, deben cumplir los requisitos para las clases técnicas especificadas para el producto prefabricado y, cuando proceda, deben satisfacer las propiedades recogidas en la Norma Europea EN 1992 1-1, cuando esta norma se utilice para el proyecto.</p> <p>Las barras y alambres corrugados con diámetros comprendidos entre 6 mm y 14 mm (inclusive) que satisfagan las propiedades indicadas en el anexo N de la UNE-EN 13369, pueden utilizarse, en lo que se refiere a la anchura de la fisura, longitud de transmisión y el fallo a corte, en combinación con la Norma Europea EN 1992 1-1 y con las disposiciones nacionales.</p> <p>Se pueden utilizar otros tipos de armaduras de acero conforme a normas o disposiciones nacionales aplicables válidas en el lugar de utilización del producto, siempre y cuando sean adecuadas para el uso previsto y tengan las propiedades exigidas.</p> <p>La resistencia de la soldadura o la resistencia mecánica de las juntas de la armadura básica electrosoldada en celosía debe cumplir los requisitos de anclaje en el hormigón</p> <p>La armadura de conexión (distinta de la armadura básica electrosoldada en celosía) debe ser de acero corrugado, grafilado o liso cumpliendo con las normas correspondientes. Cuando pueda probarse su idoneidad pueden utilizarse también alambres y cordones de pretensado. Cuando haya una barra longitudinal soldada, la armadura de acero de conexión debe ser soldable. La resistencia de la soldadura o la resistencia mecánica de las juntas de la armadura de conexión debe cumplir con los requisitos de anclaje en el hormigón.</p>			
<b>ACERO DE PRETENSAR</b>			
<p>El acero pretensado (alambres, barras y cordones) debe ser conforme a lo indicado en los proyectos de Normas Europeas prEN 10138-1, prEN 10138-2, prEN 10138-3 Y prEN 10138-4 y, cuando sea pertinente, deben satisfacer las propiedades recogidas en la Norma Europea EN 1992 1-1, cuando esta norma se utilice para el proyecto.</p> <p>Se pueden utilizar otros tipos de acero pretensado conforme a normas o disposiciones nacionales aplicables válidas en el lugar de utilización del producto.</p> <p>El apartado 3.3.2 de la Norma Europea EN 1992-1-1:2004, proporciona información sobre la relajación del acero de pretensado.</p> <p>El diámetro nominal para el acero de pretensar debe ser menor o igual a 13 mm. Se deben utilizar sólo alambres grafilados o cordones hechos con varios alambres de acero liso o grafilado.</p>			



## 4.2.4.3. Resistencia mecánica

Característica esencial		Capítulos de requisitos en normas	Notas y unidades
Resistencia mecánica	Método 1	Información listada en ZA.3.2 EN 14991	Geometría y materiales
	Método 2	4.3.3 Resistencia mecánica EN 14991	
		4.3.3 Resistencia mecánica UNE-EN 13369	
Método 3	Especificaciones de proyecto		
<b>Método 1</b>			
Declaración de datos geométricos y materiales.			
<b>Método 2</b>			
Tres alternativas de verificación en sus apartados 4.3.3.2, 4.3.3.3 y 4.3.3.4:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación por cálculo: los valores de proyecto de las capacidades obtenidas por cálculo se deben verificar según: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Los apartados aplicables de la Norma Europea EN 1992-1-1 (el 10.9.6.)</li> <li>o El capítulo 6 de la Norma Europea EN 1997-1.</li> <li>o Las reglas complementarias pertinentes recogidas en las normas de producto.</li> <li>o Las reglamentaciones nacionales válidas en el lugar de uso.</li> <li>o Se deben comprobar las interacciones con las irregularidades del terreno.</li> </ul> </li> <li>- Verificación por cálculo con ayuda de ensayos físicos: Se precisa el ensayo físico del producto acabado para complementar el cálculo sobre un número reducido de muestras a escala real antes de comenzar la producción, con objeto de verificar la fiabilidad del modelo de proyecto prevista para cálculo, en los casos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Reglas alternativas de proyecto respecto a lo indicado en la verificación por cálculo.</li> <li>o Aspectos estructurales con modelos de proyecto inusuales no contemplados en la verificación por cálculo.</li> </ul> </li> <li>- Verificación por ensayo: En este caso, los valores declarados deben verificarse mediante ensayos de carga directa sobre muestras tomadas siguiendo los criterios estadísticos apropiados (por ejemplo, la Norma Europea EN 1990).</li> </ul>			
Dicha norma habla también en el apartado 4.3.3.5 de los Coeficientes de Seguridad, redirigiendo al uso de las Normas Europeas EN 1990 y EN 1992-1-1 (que recogen los valores recomendados para los factores parciales de seguridad) y a su Anexo C que habla de las condiciones de fiabilidad que permitirían valores menores en determinadas condiciones. Y en su apartado 4.3.3.6 Situaciones de Transición, dice que se deben considerar los casos especiales de acciones propias de situaciones de transición sobre los elementos prefabricados (elevación, manipulación, transporte, construcción).			
<b>Método 3</b>			
Declaración de las especificaciones de diseño.			



## 4.2.4.4. Detalles constructivos

Características relevantes		Capítulos de requisitos en normas	Notas y unidades
Detalles constructivos	Todos los métodos	4.3.1. Propiedades geométricas UNE-EN 14991	mm
		8. Documentación técnica UNE-EN 14991	
		4.3.1. Propiedades geométricas UNE-EN 13369	
		8. Documentación técnica UNE-EN 13369	
		Anexo M. Documentación técnica UNE-EN 13369	

### Propiedades geométricas

#### Tolerancias de fabricación

Las tolerancias de producción de los parámetros estructurales que afectan a la capacidad de carga del elemento para su uso previsto, no deben exceder de los valores indicados en este apartado. Para otros parámetros, se pueden especificar tolerancias diferentes.

Para las dimensiones de secciones transversales  $L$ , la desviación permitida es  $\Delta L$ , y para la posición del acero de armar, del acero de pretensar y del recubrimiento de proyecto  $c$ , la desviación permitida es  $\Delta c$ .

Tabla 4 – Desviaciones permitidas en las secciones transversales para elementos estructurales

Dimensiones de referencia de la sección transversal en la dirección de comprobación	$\Delta L$ (mm)	$\Delta c$ (mm)
$L \leq 150$ mm.	+ 10 , - 5	$\pm 5$
$L = 400$ mm.	$\pm 15$	+ 15, - 10
$L \geq 2.500$ mm.	$\pm 30$	+ 30, - 10

La desviación superior permitida para la localización de la armadura se puede determinar como el valor medio de las desviaciones de barras o cordones en una sección transversal sobre un ancho de 1 m.

El recubrimiento de proyecto  $c$  de la armadura debe ser, al menos, el mínimo recubrimiento  $c_{min}$  más la desviación inferior permitida  $-Dc$  o la desviación garantizada por el fabricante, la que sea menor.

Para dimensiones principales distintas de las de la sección transversal:

$$\Delta L = \pm (10 + L/1.000) \leq \pm 40 \text{ mm.}$$

Donde  $L$  es la dimensión fijada para la medida lineal, en mm.

Las normas de producto pueden fijar otros tipos de tolerancias junto con los valores de las desviaciones correspondientes admitidas (por ejemplo, flecha de vigas,...) Estos valores no incluirán los efectos de deformación de ninguna carga aplicada o de pretensado. En la verificación de las desviaciones medidas, tales deformaciones se deben tener en cuenta mediante el cómputo de su valor para la situación de ensayo (incluyendo todos efectos importantes asociados al paso del tiempo).

#### Dimensiones de proyecto (nominales) mínimas

Las características geométricas de los productos estructurales prefabricados deben satisfacer las dimensiones mínimas exigidas.

Los valores de las dimensiones mínimas deben fijarse en función de lo indicado en los apartados pertinentes de la Norma Europea EN 1992-1-1:2004. Estos valores pueden reducirse siempre que haya una justificación totalmente documentada para la utilización de valores más reducidos.

Las normas de producto pueden especificar valores de las dimensiones mínimas distintos, siguiendo las



características específicas de los productos.

## Documentación técnica (informativo)

La documentación técnica debe recoger los detalles constructivos de los elementos en lo que respecta a los datos geométricos y propiedades complementarias de los materiales e insertos, incluyendo los datos de construcción, tales como dimensiones, tolerancias, planos de armado, recubrimientos de hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y las condiciones de elevación.

Para productos prefabricados de hormigón estructurales, la documentación técnica o de proyecto comprende los siguientes apartados:

- a) Cálculos de proyecto, con las condiciones de carga y las consiguientes verificaciones de los estados último y de servicio, así como los coeficientes de seguridad utilizados.
- b) La especificación técnica, que incluye:
  - La especificación de producción para los procesos de fábrica:
    - o Planos de producción con los detalles de los productos prefabricados (dimensiones, armaduras y acero pretensado, dispositivos de elevación, anclajes, etc.)
    - o Datos de producción con las propiedades requeridas de los materiales y las tolerancias de los productos y de los pesos.
  - Las instrucciones para el manejo, almacenamiento y transporte;
  - La especificación de montaje para la instalación:
    - o Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en los trabajos terminados.
    - o Datos de instalación con las propiedades requeridas *in situ* del material.
    - o Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

La información técnica consiste en los datos generales que describen el producto y su utilización en edificación y otros trabajos de ingeniería. Contiene esquemas con las dimensiones principales, indicaciones de las prestaciones que correspondan y cualquier otra información de utilidad para definir el uso del producto.



## 4.2.4.5. Durabilidad

Característica esencial		Capítulos de requisitos en normas	Notas y unidades
Durabilidad	Todos los métodos	4.3.7 Durabilidad UNE-EN 14991	Condiciones ambientales
		4.3.7 Durabilidad UNE-EN 13369	

Las siguientes especificaciones se refieren a productos estructurales de hormigón con una vida útil prevista conforme a la Norma Europea EN 1992-1-1.

La durabilidad de los elementos prefabricados de hormigón está asegurada por los siguientes requisitos cuando sean de aplicación:

	Apartado UNE-EN 13369	Apartado EN 206-1	EHE-08
Contenido mínimo de cemento	4.2.1.1	5.2.1	37.3.2.
Relación máxima de agua/cemento	4.2.1.1	5.2.1	37.3.2.
Contenido máximo de cloruro del hormigón	4.2.1.1	5.2.7	31 y 37.4.
Contenido máximo de álcalis	4.2.1.1	5.2.3.4	No aplica
Protección del hormigón recién fabricado contra la pérdida de humedad	4.2.1.3	-	No aplica
Hidratación adecuada mediante tratamiento térmico	4.2.1.4	-	No aplica
Resistencia mínima del hormigón	4.2.2.1	4.3.1	31.4.*
Recubrimiento mínimo del hormigón y calidad del hormigón de recubrimiento	4.3.7.4 Anexos A y B	-	37.2.4.
Uso de métodos de diseño del funcionamiento (cuando sean de aplicación)	-	5.3.3 Anexo J	No aplica

NOTA: En el caso de productos de hormigón no estructurales, o cuando la vida útil prevista de los productos de hormigón sea más corta o más larga que el valor correspondiente en la Norma Europea EN 1992-1-1 (50 años), el fabricante puede adoptar las especificaciones de durabilidad al campo específico de aplicación del producto. Esto se suele aplicar a estructuras temporales, a productos de hormigón con una vida de servicio limitada y a productos de hormigón con un programa específico destinado al mantenimiento de su durabilidad.

### Integridad Interna

La estabilidad química debe garantizarse mediante la correcta elección de los materiales, cuya idoneidad se establece siguiendo el apartado 4.1.1 de la UNE-EN 13369.

La excesiva propagación de la microfisuración debe evitarse mediante la limitación de las tensiones de compresión en el hormigón (apartados 5.10.2.2 y 7.2 de la Norma Europea EN 1992-1-1:2004).

### Integridad Superficial

Cuando sea pertinente, debe garantizarse la resistencia superficial del hormigón contra los procesos de deterioro tales como reacciones químicas, efectos de ciclos hielo-deshielo, abrasión mecánica, etc. mediante disposiciones adecuadas. Los requisitos técnicos para la integridad superficial pueden seguir lo indicado en el apartado 5.3 de la Norma Europea EN 206-1 y, siempre que sea posible, se debería utilizar el método de proyecto relacionado con una prestación (véanse el apartado 5.3.3 y el anexo J de dicha Norma Europea) para facilitar la comprobación de dicha prestación.

### Resistencia a la corrosión del acero

Debe obtenerse siguiendo los criterios del apartado 4.1. de la Norma EN 1992-1-1. Para satisfacer estos criterios, el anexo informativo A ofrece una escala de las condiciones ambientales referidas a los recubrimientos del hormigón adoptados en el proyecto del producto prefabricado.

La fisuración debida a acciones se debe controlar mediante los criterios recogidos en 7.3. de la Norma EN 1992-1-1. En particular, para conseguir el área mínima de armadura, los tendones unidos pretensados pueden incluirse según se indica en el punto (3) de 7.3.2. de la Norma EN 1992-1-1.

El área mínima de armadura debe ser revisada si la tensión a tracción excede de  $\sigma_{ct,p}$ , siendo  $\sigma_{ct,p}$  la tensión admisible a tracción en el hormigón bajo la combinación característica de cargas y el valor



característico de pretensado. El valor de  $\sigma_{ct,p}$  puede encontrarse en el anexo nacional y sino,  $\sigma_{ct,p} = f_{ct,off}$ .

La resistencia a la corrosión se puede obtener también protegiendo la armadura, por ejemplo, empleando acero inoxidable, etc.

### **Absorción de agua**

Cuando se especifique, se debe medir según se indica en el anexo G de la UNE-EN 13369.



### 4.3. Control de producción en fábrica

Para asegurarse de que el producto que sale de la fábrica es el inicialmente diseñado y que se pueden garantizar los valores declarados que acompañan al Marcado CE, el fabricante debe someter su producción a un control siguiendo para ello los procedimientos y operaciones establecidos en la Norma UNE-EN-14991.

- ✓ 6.3. UNE-EN 14991: Control de producción en fábrica.
- ✓ 6.3. UNE-EN 13369: Control de producción en fábrica.

Se considera que un fabricante que dispone de un sistema de calidad conforme a la Norma EN ISO 9001 y que tenga en cuenta los requisitos de la Norma UNE-EN 13369, satisface los requisitos del control de producción en fábrica, según se describe a continuación.

#### 4.3.1. Organización

Las tareas, responsabilidades y autoridad del personal implicado en el control de producción en fábrica deben ser documentadas, mantenidas e implantadas, incluyendo los procedimientos para las siguientes actividades:

- a) Demostración de conformidad del producto en las etapas apropiadas.
- b) Identificación y registro de cualquier caso de no conformidad.
- c) Tratamiento de no conformidades.
- d) Establecimiento de las causas de no conformidad y de las posibles acciones correctoras (proyecto, materiales o procedimientos de fabricación).

Un esquema de organización debe indicar las actividades del personal implicado en los puntos anteriores.

#### 4.3.2. Sistema de control

El fabricante debe establecer, documentar, mantener e implantar un sistema de control de producción en fábrica que asegure que el producto comercializado satisface los requisitos de esta norma y cumple los valores especificados o declarados.

El sistema de control de producción en fábrica debe estar constituido por procedimientos, instrucciones, inspecciones regulares, ensayos y utilización de los resultados para controlar el equipo, las materias primas, los procesos de producción y los productos.

#### 4.3.3. Control de documentos

Los documentos deben estar controlados de manera que en el lugar de trabajo se disponga únicamente de copias válidas. Dichos documentos son los procedimientos, instrucciones de trabajo, normas, informes de producción, planos y los procedimientos de control de producción en fábrica.



Los planos y documentos de producción deben proporcionar las especificaciones y todos los datos necesarios para la fabricación del producto. Estos planos y documentos deben estar fechados y aprobados para la fabricación por una persona designada por el fabricante.

#### 4.3.4. Control del proceso

El fabricante debe identificar las características relevantes de la fábrica y/o el proceso de producción. Además, debe definir los criterios y planificar los procesos de producción que afecten directamente a la conformidad del producto.

#### 4.3.5. Inspección y ensayo

- ✓ Tablas D.1 a D.5. UNE-EN 13369: Esquemas de inspección
- ✓ Anexo A UNE-EN 14991: Esquema de inspección.

La inspección y el ensayo se deben realizar sobre el equipo, las materias primas y otros materiales de entrada, el proceso de producción y los productos. En los esquemas de inspección se deben establecer los objetos, criterios, métodos y frecuencias relacionados con la inspección y el ensayo. La frecuencia de las verificaciones e inspecciones, y los métodos que no estén especificados en la norma, deben ser definidos de forma que se obtenga una conformidad permanente del producto.

Los esquemas de inspección recogidos en las tablas D.1 a D.4 de la UNE-EN 13369, así como el esquema complementario de la UNE-EN 14991, son esquemas de referencia. El fabricante debe aplicar las partes pertinentes de estos esquemas, a menos que él pueda demostrar que los cambios que introduce alcanzan igual nivel de confianza en la conformidad del producto.

*NOTA: La página web de ANDECE presenta un documento que permite la aplicación de las siguientes tablas de inspección, adaptándolo a la Instrucción EHE-08. Este documento, que ha sido preparado y consensuado por el "Grupo de Trabajo para la discusión de aspectos técnicos y normativos de los Prefabricados de Hormigón estructurales" y del que forman parte los ocho Organismos Notificados con competencia para la certificación de mercado CE de estos productos (ver Anexo B), AECCTI (Asociación de Empresas de Control de Calidad y Control Técnico Independientes), ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón) y la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; éste último lo ha aprobado como documento de referencia válido tanto para los fabricantes de prefabricados de hormigón estructurales con exigencia de mercado CE, como para los Organismos Notificados que intervienen en la certificación de los mismos. Éste y otros documentos se encuentran disponibles en la sección de marcado CE del apartado de "Calidad y Normativa":*

[http://www.andece.org/andece/index.php?option=com\\_content&view=article&id=210&Itemid=203](http://www.andece.org/andece/index.php?option=com_content&view=article&id=210&Itemid=203)

Las reglas de cambio para los objetos del nivel de inspección indicados en los esquemas de inspección se recogen en la tabla D.5.



Los resultados de la inspección que se expresen en términos numéricos, todos los resultados de la inspección que requieran una acción correctora, así como los resultados de ensayo, deben registrarse y estar disponibles para su consulta.

Los ensayos se deben realizar de acuerdo con los métodos mencionados en la norma correspondiente o aplicando métodos de ensayo alternativos con una correlación comprobada, o con una relación segura, respecto a los métodos normalizados. Los resultados del ensayo deben satisfacer los criterios de conformidad especificados y deben estar disponibles para su consulta.



## 4.3.5.1. Inspección de equipos

Los equipos utilizados en fábrica para pesar, medir y efectuar los ensayos, deben calibrarse e inspeccionarse siguiendo el esquema de referencia que se muestra a continuación:

*Tablas D.1 – Inspección de equipos*

### D.1.1.- Equipo de medición y ensayo

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Equipo de ensayo de resistencia	Salvo indicación en contra en el método de ensayo, calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año
2	Equipo de pesaje			
3	Equipo de medición de dimensiones			
4	Equipo de medición de temperatura y humedad			

### D.1.2.- Equipo de almacenamiento y producción

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Almacenamiento de materiales	Inspección visual u otro método apropiado	Ausencia de contaminación	- Durante la instalación - Semanalmente
2		Inspección visual	Funcionamiento correcto	Diariamente
3	Equipo de dosificación por peso o volumétrica	Calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Precisión declarada por el fabricante	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Por peso: una vez al año - Volumétrica: dos veces al año - En caso de duda
4	Equipo para la medición continua del contenido de agua en los áridos finos <sup>b</sup>	Comparación de la cantidad real con la lectura del medidor	Precisión declarada por el fabricante	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda
5	Mezcladoras	Inspección visual	Desgaste y funcionamiento correcto	Semanalmente
6	Moldes	Inspección visual	Estado (por ejemplo, desgaste y deformación)	Regularmente, dependiendo del tipo de material y de la frecuencia de uso
7	Equipo de pretensado	Calibración con un equipo calibrado según normas nacionales y utilizado exclusivamente con este fin	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda
8		Inspección visual	Desgaste del equipo de anclaje	Semanalmente para cada equipo utilizado



	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
9	Equipo/máquina de moldeo	Instrucciones de inspección del fabricante	Compactación correcta del hormigón	Instrucciones de inspección del fabricante

<sup>a</sup> Los reglamentos nacionales prevalecen si requieren una frecuencia mayor.  
<sup>b</sup> Sólo si el equipo está disponible y el fin no está cubierto por una(s) inspección(es) apropiada(s), según el apartado D.3.1



## 4.3.5.2. Inspección de materiales

Las materias primas y otros materiales de entrada deben ser inspeccionados para comprobar que cumplen con lo establecido en la documentación técnica (véase apartado 4.3.3. Control de documentos).

Los esquemas de referencia para inspecciones, mediciones y ensayos son los siguientes:

### *Tablas D.2 – Inspección de materiales*

#### D.2.1.- Todos los materiales

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Todos los materiales	Inspección previa a la aceptación del albarán y/o de la etiqueta del embalaje que muestren la conformidad con el pedido <sup>B</sup>	Determinar si el envío se ajusta a lo solicitado y si la procedencia es adecuada	Cada entrega

#### D.2.2.- Materiales no sometidos a una evaluación de la conformidad antes de la entrega <sup>C</sup>

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Cemento y otros materiales aglomerantes <sup>C</sup>	Métodos de ensayo adecuados	Conformidad con los requisitos (véase el apartado 4.1.2 Materiales constituyentes del hormigón) <sup>A</sup>	Cada entrega
2	Áridos	Inspección visual de la granulometría y las impurezas previa a la descarga	Conformidad con los requisitos (véase el apartado 4.1.2 Materiales constituyentes del hormigón) <sup>A</sup>	- Cada entrega - En caso de entrega por cinta transportadora y de la misma fuente, periódicamente dependiendo de las condiciones locales o de entrega
3		Análisis tamizado según la Norma Europea EN 933-1	Evaluar la conformidad con la granulometría acordada	- 1ª entrega de una nueva fuente - En caso de duda, siguiendo una inspección visual
4		Método de ensayo adecuado	Valoración de impurezas o contaminantes	- Periódicamente, dependiendo de las condiciones locales o de entrega
5		Ensayo de absorción de agua según la Norma Europea EN 1097-6 <sup>D</sup>	Evaluación del contenido efectivo de agua en el hormigón (véase el apartado 5.4.2 Contenido de cemento y relación agua/cemento de la EN-206) <sup>D</sup>	- 1ª entrega de una nueva fuente - En caso de duda, siguiendo una inspección visual



	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
6	Aditivos <sup>F</sup>	Inspección visual	Conformidad con la apariencia normal	Cada entrega
7		Ensayo según Norma Europea EN 934-2	Densidad uniforme	
8		Ensayos de identificación según la Norma Europea EN 934-2 (por ejemplo: densidad, infrarrojos, etc.)	Conformidad con los datos aportados por el fabricante	En caso de duda
9	Adiciones/pigmentos <sup>F</sup>	Inspección visual	Conformidad con la apariencia normal	- Cada entrega - Periódicamente durante la producción de hormigón
10		Método de ensayo adecuado <sup>H</sup>	Densidad uniforme <sup>H</sup>	
11		Ensayo de pérdida al fuego <sup>G</sup>	Identificación de cambios en el contenido de carbono que puedan afectar al hormigón con aire ocluido <sup>G</sup>	- Cada entrega que se vaya a realizar de hormigón con aire ocluido
12	Agua no procedente de un red de distribución pública	Ensayo según Norma Europea EN 1008	Determinar que el agua no contiene sustancias perjudiciales	- 1 <sup>er</sup> uso de una nueva fuente - Agua de un curso de agua libre: mínimo 3 veces al año, dependiendo de las condiciones locales - Otras fuentes: una vez al año - En caso de duda
13	Agua reciclada	Inspección visual	Comprobar el contenido de sólidos y de contaminantes (véase el apartado 4.1.2 Materiales constituyentes del hormigón de la UNE-EN 13369) <sup>A</sup>	Semanalmente
14		Ensayo según EN 1008		En caso de duda
15	Acero	Inspección visual	Conformidad con los requisitos (véanse los apartados 4.1.3 Armadura de acero y 4.1.4 Acero pretensado, de la UNE-EN 13369) <sup>A</sup>	Cada entrega
16		Método de ensayo adecuado		
17	Anclajes y conectores	Método del fabricante	Conformidad con los requisitos (véase el apartado 4.1.5 Anclajes y conectores de la UNE-EN 13369) <sup>A</sup>	Cada entrega
<p><sup>A</sup> Los requisitos de esta norma se pueden completar con los requisitos de los fabricantes.</p> <p><sup>B</sup> La hoja de pedido debe mencionar las especificaciones.</p> <p><sup>C</sup> Materiales no comprobados antes de la entrega por el fabricante del producto prefabricado o por una tercera parte aceptada por él.</p> <p><sup>D</sup> No es necesario si el objetivo se cumple mediante otra inspección apropiada (según los apartados D.3.1 o D.4.1).</p> <p><sup>E</sup> Se recomienda tomar muestras una vez por semana de cada tipo de cemento y almacenarlas para ensayo en caso de duda.</p> <p><sup>F</sup> Se recomienda tomar muestras de cada entrega y almacenarlas para ensayo en caso de duda.</p> <p><sup>G</sup> Sólo para adiciones en polvo a granel para el uso del hormigón con aire ocluido.</p> <p><sup>H</sup> Sólo para adiciones en suspensión.</p>				



*NOTA: La DPC no exige que el fabricante emplee para la fabricación del producto componentes con marcado CE, sean o no fabricados, o extraídos en el caso de los áridos, por él mismo para su uso propio, si bien el uso de componentes con marcado CE reduce las necesarias comprobaciones de sus características en la fase de control de producción que sí habría que hacer en caso de emplear materiales sin marcado CE.*

*Lo normal es que estos componentes lleven el marcado CE si el fabricante los adquiere en el mercado europeo y estos ya disponen de norma armonizada o DITE. Sin embargo, hay algunos componentes que de forma excepcional todavía no lo llevan por no disponer aún de norma armonizada ni de DITE. En este caso, el fabricante, durante el proceso de control de los materiales empleados en la fabricación, tendrá que determinar todas las prestaciones del componente, empleando para ello la norma nacional de producto adecuada y las normas de ensayo especificadas en la misma de acuerdo con el sistema de evaluación de la conformidad especificado en la norma armonizada del prefabricado estructural.*

*Por otro lado, puede ser que el componente, aún disponiendo de norma armonizada o DITE, haya sido fabricado para uso propio (autosuministro). En este caso es necesario que el fabricante entienda que ese componente es para consumo interno en la fábrica y que no puede ser puesto en el mercado, y que debe, como en el caso anterior, comprobar las características del componente empleando para ello la norma armonizada.*

*Las garantías y responsabilidades del fabricante, asumidas con la Declaración CE de conformidad y el marcado CE, son de aplicación al producto terminado, lo que lleva implícita la adecuación de los componentes empleados.*



## 4.3.5.3. Inspección del proceso

Los esquemas de referencia para inspecciones, mediciones y ensayos son los siguientes:

### *Tablas D.3 – Inspección del proceso*

#### D.3.1.- Hormigón <sup>A</sup>

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Composición de la mezcla (excepto contenido de agua)	- Comprobación visual en equipo de pesaje - Comprobación según documentos de producción	Conformidad con la composición prevista (dosificación en peso o volumen)	- Diariamente para cada composición empleada - Después de cada cambio
2		Análisis apropiado	Conformidad con los valores de mezcla previstos (sólo dosificación en volumen)	Mensualmente para cada composición empleada
3	Contenido de agua en el hormigón fresco	Método apropiado	Aportar datos para la relación agua/cemento	- Diariamente para cada composición empleada - Después de cada cambio - En caso de duda
4	Contenido de cloruros en el hormigón	Por cálculo	Asegurar que no se excede el máximo contenido en cloruros	En caso de incremento de contenido en cloruro de los componentes
5	Relación agua/cemento del hormigón fresco	Por cálculo (véase el apartado 5.4.2 Contenido de cemento y relación agua/cemento de la EN-206)	Comprobar la relación agua/cemento especificada	Diariamente, si se especifica
6	Contenido de aire del hormigón fresco cuando se especifique <sup>B</sup>	Ensayo según EN 12350-7 para hormigón normal y pesado, y la Norma Americana ASTM C 173 para hormigón aligerado	Comprobar la conformidad con el contenido de aire ocluido especificado	Primera amasada de cada día de producción hasta estabilizar valores
7	Mezcla del hormigón	Inspección visual	Mezcla correcta	Diariamente en cada mezcla
8	Resistencia potencial	Ensayo 5.1.1 de EN 13369	Comprobar conformidad con valor previsto <sup>C</sup>	Diariamente para cada tipo de hormigón <sup>F</sup>
9	Resistencia estructural <sup>C</sup>		Comprobar conformidad con valor previsto <sup>D</sup>	Cada 5 días de producción por cada tipo de hormigón <sup>F</sup>
10	Densidad del hormigón endurecido, ligero o pesado <sup>E</sup>	Ensayo según EN 12390-7	Comprobar la densidad especificada (véase el apartado 4.2.2 Hormigón endurecido de la UNE-EN 13369)	Diariamente para cada tipo de hormigón



## D.3.2.- Otros objetos del proceso

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Armadura y posibles anclajes para elevación	Inspección visual <sup>H</sup>	Conformidad con el tipo pedido, la cantidad, la forma, las dimensiones y la posición requeridas	Diariamente
2		Medición <sup>H</sup>		Según el producto y/o el proceso
3	Soldadura	Inspección visual	Calidad de las soldaduras	Diariamente
4		Métodos de ensayo apropiados	Conformidad del acero soldado (apartado 4.2.3.1 Proceso del acero de armar de la UNE-EN 13369)	Según el producto y/o el proceso
5	Enderezado	Inspección visual	Calidad del enderezado	Diariamente
6		Métodos de ensayo apropiados	Conformidad del acero enderezado (apartado 4.2.3.1 Proceso del acero de armar de la UNE-EN 13369)	Según el producto y/o el proceso
7	Moldes y bancadas	Inspección visual	Limpieza y engrasado	Diariamente
8			Comprobar el desgaste y la deformación	Según el material del molde y frecuencia de uso
9			Medición	Cada nuevo molde o después de modificación importante
10	Pretensado	Medición de la fuerza o de la elongación	Fuerza correcta (apartado 4.2.3.2 Tesado y pretensado de la UNE-EN 13369)	Según el producto y/o el proceso
11	Antes del hormigonado	Inspección visual	Conformidad con los planos de producción	Diariamente, con frecuencia dependiendo de la fase de moldeo
12	Hormigonado	Inspección visual	Compactación correcta	Diariamente
13	Protección contra el secado	Inspección visual	Conformidad con la especificación (apartado 4.2.1.3 Curado (Protección contra la pérdida de humedad) de la UNE-EN 13369) y los procedimientos de fábrica documentados	Diariamente
14		Verificación de las condiciones pertinentes		Semanalmente
15	Endurecimiento acelerado	Verificación de las condiciones pertinentes	Conformidad con la especificación y con los procedimientos de fábrica documentados	Diariamente
16		Medición de las temperaturas		Según el proceso
17	Procedimiento de desmoldeo	Según sea apropiado	Conformidad con la especificación y con los procedimientos de fábrica documentados	Según el proceso y las especificaciones
18	Deslizamiento de tendones	Comprobación apropiada/medición	Conformidad con la especificación (apartado 4.2.3.2 Tesado y pretensado de la UNE-EN 13369)	Según el producto y/o el proceso <sup>I</sup>



- A Los ensayos y frecuencias indicados se pueden adaptar o incluso eliminar cuando se obtenga información equivalente directa o indirectamente del producto.
- B Sólo para hormigón que contenga aire ocluido (tabla F.1 Valores límite recomendados para la composición y las propiedades del hormigón de la EN 206).
- C Por ejemplo, la clase de resistencia pedida en el caso de la resistencia a compresión (apartado 4.2.2.1 Hormigón endurecido. Clases de resistencia, de la UNE-EN 13369).
- D Según los requisitos del proceso del fabricante.
- E Sólo si se especifica la propiedad.
- F Alternativamente se puede aplicar el apartado 8.2.1.2 Plan de muestreo y ensayo, de la EN 206.
- G Este esquema de inspección se puede adaptar o completar para objetivos especificados de los productos.
- H Comprobar con los planos de producción aprobados.
- I La frecuencia de la medición efectiva puede depender de la posibilidad de comprobación visual en las secciones de corte.



## 4.3.5.4. Inspección del producto terminado

Se debe preparar e implantar un plan de toma de muestras y de ensayo del producto acabado para la verificación de todas sus propiedades (incluyendo el marcado).

*Tabla D.4 – Inspección del producto terminado*

### D.4.1.- Ensayo de producto

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Absorción del agua <sup>B</sup>	Valor previsto (véase el apartado 4.3.7.4 Resistencia a la corrosión del acero, y el anexo G Ensayo de absorción de agua, de la UNE-EN 13369)	Ensayo según el anexo G Ensayo de absorción de agua, de la UNE-EN 13369	Cada 5 días de producción por tipo de hormigón endurecido utilizado
2a	<i>Dimensiones críticas</i>	<i>Medición de acuerdo con el apartado 5.2. de la UNE-EN 13369</i>	<i>Conformidad con los requisitos de la UNE-EN 14991 y con las especificaciones de proyecto</i>	<i>Un producto / familia / cada 5 días</i> <i>Un producto / día de producción</i>
2b	<i>Inspección final</i> <i>Características de la cara interna en caso de elementos de cimentación en cáliz con caras acanaladas</i>	<i>Inspección visual</i>	<i>Rugosidades para la resistencia a cortante</i>	<i>Un producto / familia / cada 5 días</i> <i>Un producto / día de producción</i> <i>Si se somete a tratamiento tras su fabricación; 1 elemento / proceso de corrugación / día de producción</i>
3	Marcado/etiquetado	Inspección visual	Conformidad con requisitos de UNE-EN 13369	Diariamente
4	Almacenamiento	Inspección visual	- Conformidad con requisitos de UNE-EN 13369 - Separación productos no conformes	Diariamente
5	Suministro	Inspección visual	Fechas correctas de suministro, carga y documentos de carga	Diariamente
<sup>A</sup> Esta inspección se puede adaptar y/o completar para objetivos específicos de los productos <sup>B</sup> Sólo si se especifica la propiedad.				

NOTA: los contenidos de los esquemas en *letra cursiva* son modificaciones y/o añadidos del Anexo A de la UNE-EN 14991, a los esquemas del Anexo D de la UNE-EN 13369.



#### **4.3.5.5. Reglas de cambio**

Las reglas de cambio del nivel de inspección sólo son de aplicación para los objetos de inspección (véanse las tablas D.1 a D.4) relacionados con los ensayos de muestras de productos, unidades o probetas que proporcionen resultados cuantificados y revisados respecto a los valores especificados o declarados.

Las reglas de cambio se aplican para cada objeto seleccionado por separado.

Dependiendo del objeto, se puede dar un resultado individual o uno relativo a un grupo de resultados obtenidos a partir de una muestra.

##### **INSPECCIÓN NORMAL**

La frecuencia de inspección debe ser conforme con las tablas D.1 a D.4.

##### **INSPECCIÓN NORMAL A REDUCIDA**

La inspección reducida corresponde a la mitad de la inspección normal. Se puede utilizar cuando la inspección normal es efectiva y se hayan aceptado los 10 resultados anteriores sucesivos.

##### **INSPECCIÓN REDUCIDA A NORMAL**

Cuando se esté efectuando la inspección reducida, la inspección normal debe reinstaurarse si se da cualquiera de los siguientes casos:

- No se acepta un resultado.
- O la producción se vuelve irregular o se retrasa.
- U otras condiciones justifican la instauración de la inspección normal.

##### **INSPECCIÓN NORMAL A INTENSA**

La inspección intensa corresponde a la doble de la frecuencia de la inspección normal. Se debe utilizar cuando en la inspección normal, de cinco o menos resultados consecutivos, dos no se hayan aceptado.

##### **INSPECCIÓN INTENSA A NORMAL**

La inspección intensa continua hasta que cinco resultados hayan sido aceptados. Entonces se puede reanudar la inspección normal.

##### **PARADA NORMAL**

Si se tiene que mantener la inspección intensa durante 10 resultados consecutivos, la producción se debe parar. Se debe investigar la causa del fallo y tomar las medidas correctoras necesarias para restablecer la conformidad del producto. La inspección se debe reanudar con la inspección intensa.



#### 4.4. Ensayos adicionales de las muestras tomadas en fábrica

- ✓ Tabla A.1. 14991: Inspección de producto terminado
- ✓ 6.2.3. UNE-EN 13369: Ensayo de tipo adicional.

Siempre que haya un cambio en el proyecto, composición del hormigón, tipo de acero, método de fabricación u otros, que puedan modificar significativamente alguna de las propiedades del producto, se deben llevar a cabo ensayos de tipo adicionales adecuados, según las características esenciales declaradas en el capítulo 4.2. de esta guía.



## 5. Tareas del Organismo Notificado

- ✓ Anexo E UNE-EN 13369: Evaluación de la conformidad por una tercera parte.

La DPC establece que, para el sistema de evaluación de la conformidad 2+, además de las características y valores que deben cumplir los productos para poder llevar el marcado CE, el cumplimiento de estas características debe ser evaluado de una forma concreta y definida por unos Organismos (llamados de tercera parte) externos al fabricante.

<b>Organismo de Notificación, de certificación o de tercera parte</b>
---

Organismo imparcial con la competencia y la responsabilidad necesarias para efectuar la certificación de conformidad de acuerdo con normas de procedimiento y de gestión establecidas.
--

Las tareas del Organismo Notificado para el Control de Producción en Fábrica, según un sistema 2+, son:

- Inspección inicial de la fábrica y del Control de Producción en Fábrica.
- Inspección, evaluación y aprobación continua del Control de Producción en Fábrica (incluyendo supervisión de las mediciones y de los ensayos de materiales, procesos y productos).

### 5.1. Inspección inicial

Tiene por objeto determinar si se cumplen los requisitos del capítulo 4.3. de esta guía (Control de Producción en Fábrica).

El organismo notificado inicia su trabajo llevando a cabo una inspección de la fábrica (desde la zona de entrada de componentes hasta su expedición), en la que puede ir comprobando diferentes aspectos como:

- La adecuación de los medios de producción y el proceso de producción en relación al manual de calidad y en relación con su aptitud para que los productos cumplan las especificaciones de la correspondiente norma de producto.
- El funcionamiento de los equipos utilizados para pesar, medir y efectuar los ensayos.
- La existencia de unos esquemas o procedimientos documentados para inspecciones, mediciones y ensayos
- La adecuación de los locales o terrenos para el almacenamiento de materias primas, materiales y productos terminados.
- En caso de disponer de laboratorio propio, debe ser inspeccionado.

Pueden darse dos casos, según si la línea de producción ya ha sido analizada o no para certificar otros productos. En el caso de un nuevo tipo de producto de uso estructural en una línea existente, se tendrá en cuenta toda la información sobre cambios importantes que afecten al control de producción en fábrica. En función de los cambios en el manual de Control de Producción, el Organismo Notificado decidirá si es necesaria una inspección particular.



Todos los resultados de la inspección inicial, especialmente aquellos relativos al sistema de Control de Producción en Fábrica manejado por el fabricante y la valoración de la aceptación del sistema, deben documentarse en un informe.

De cada inspección se preparara un informe confidencial que se enviara al fabricante, en el que se reflejarán, en el caso de que existan, las desviaciones encontradas y los plazos en los que el fabricante deberá corregirlas. Éste deberá determinar las causas de dicha no-conformidad, tomar las medidas correctoras pertinentes y realizar una revisión de todos los procedimientos de control de producción en fábrica.

Todas y cada una de las acciones y decisiones deberán documentarse en un informe sujeto a inspección por la Dirección durante la revisión llevada a cabo por la misma.

## **5.2. Vigilancia, evaluación y aprobación continua**

Para la vigilancia rutinaria, la evaluación y la aprobación del Control de Producción en Fábrica, el objetivo principal de la tercera parte es comprobar si se mantiene la conformidad con los requisitos del capítulo 4.3. de esta guía.

La tercera parte debe definir y manejar un programa de rutina, de manera que se inspeccionen todos los aspectos esenciales de la producción en fábrica al menos una vez al año para los aspectos del sistema y al menos dos veces al año para el resto de los aspectos.

Durante la inspección rutinaria, los resultados del control de producción del fabricante también se deben examinar para asegurar que el ensayo pedido se ha llevado a cabo con la frecuencia apropiada y que se han emprendido las acciones adecuadas, incluyendo la calibración y el mantenimiento del equipo de ensayo. Además, se debería revisar el cumplimiento de los requisitos de marcado.

Puede además presenciar la ejecución de los ensayos rutinarios de resistencia en muestras de hormigón y las comprobaciones de las tolerancias y otras características particulares del producto, que forman parte de los esquemas de inspección del sistema de control de la producción en fábrica.

La tercera parte debe examinar anualmente que las correlaciones o las relaciones de seguridad para los ensayos indirectos son todavía válidos tal y como los estableció el fabricante.

Los resultados de las inspecciones rutinarias se deben documentar en los registros de inspección.

En el caso de que se detecten no conformidades sobre el producto, se seguirá el procedimiento descrito anteriormente. Adicionalmente, el fabricante deberá determinar inmediatamente la cantidad afectada e informar a los clientes afectados cuando dicho producto haya sido expedido. El fabricante debe tener organizado y guardar un registro de todas las no conformidades y quejas relativas al producto cubierto por esta vigilancia del control de producción en fábrica y tenerlo a disposición del Organismo Notificado cuando lo requiera.

Al finalizar la inspección de seguimiento, el Organismo Notificado decidirá si el certificado de conformidad CE sigue siendo válido. En caso que todas las evaluaciones de seguimiento sean conformes, comunicara al fabricante de que el certificado inicial sigue siendo válido.



## 6. Documentación

- ✓ ZA.2.2 UNE-EN 14991: Certificado de conformidad y declaración de conformidad CE.

### 6.1. Declaración de conformidad CE (del fabricante)

Cuando se alcance la conformidad con los requisitos del anexo ZA de la Norma UNE-EN 14991 y el Organismo Notificado haya emitido el certificado mencionado posteriormente, el fabricante o su representante autorizado en el Espacio Económico Europeo (EEE) debe elaborar y conservar una Declaración de Conformidad que le autoriza a fijar el Mercado CE. Esta declaración debe incluir:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado establecido en el EEE así como lugar de producción.
- Descripción del producto (tipo, identificación, uso, etc.) y una copia de la información que acompaña al Mercado CE.
- Disposiciones con las que el producto es conforme (por ejemplo, anexo ZA de la Norma UNE-EN 14991).
- Condiciones específicas aplicables al uso del producto (por ejemplo, las disposiciones relativas a la utilización en ciertas condiciones).
- Número del certificado de control de producción en fábrica asociado.
- Nombre y cargo de la persona facultada para firmar la declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.



<b>DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE</b>	
<b>(DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN)</b>	
<b>Fabricante del producto</b>	Identificación del declarante (nombre, domicilio, teléfono/fax, documento de identificación (CIF/NIF/Pasaporte), grado de representación del fabricante)
<b>Dirección del fabricante</b>	
<b>Declaramos bajo nuestra exclusiva responsabilidad la conformidad del producto:</b> Nombre del aparato, marca, modelo, fabricante, país de fabricación, número de lote o de serie, en su caso, procedencia y número de ejemplares	
<b>Al que se refiere esta declaración, con la(s) norma(s) u otros documento(s) normativo(s)</b> UNE-EN 14991:2008 Título y/o número y fecha de la(s) norma(s) u otro(s) documento(s) normativo(s)	
<b>Aplicaciones</b>	
<b>Condiciones específicas</b>	
<b>La presente declaración de conformidad tiene su apoyo en el Certificado CE número 0XXX - CPD - YYY emitido con &lt;fecha&gt; por &lt;Organismo Notificado&gt;, Organismo Notificado número XXX.</b>	
<b>Lugar, fecha y firma</b>	

Éste es el primer documento que podrán exigir las autoridades de vigilancia de mercado o de control de calidad de las Autonomías o los propios clientes. A esta declaración le puede acompañar, si se estima oportuno, otros documentos relativos al marcado CE: certificados o ensayos, informaciones complementarias de otras características o usos, marcas de calidad voluntarias, etc.

Este documento representa la responsabilidad ante terceros por parte del fabricante, de que ha colocado el marcado CE de forma correcta, que cumple con las especificaciones de la Norma y que ha aplicado correctamente el sistema de evaluación de la conformidad que le afecta.

## **6.2. Certificado de conformidad CE (del Organismo Notificado)**

Para los elementos prefabricados de cimentación, la declaración se debe acompañar de un certificado de control de producción en fábrica, emitido por el Organismo Notificado que debe incluir, además de los datos citados anteriormente, la siguiente información:

- Nombre y dirección del Organismo Notificado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.



- Condiciones y periodo de validez del certificado, si procede.
- Nombre y cargo de la persona facultada para firmar el certificado.

### *Modelo de certificado de conformidad del CPF*

LOGO DEL ORGANISMO NOTIFICADO	Nombre y dirección del Organismo Notificado
<b>CERTIFICADO DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FÁBRICA</b>	
<b>OXXX - CPD - YYY</b>	
De conformidad con lo establecido en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas de 21 Diciembre de 1988 sobre la aproximación de leyes, reglamentos y disposiciones administrativas de los Estados Miembros referente a los productos de construcción (Directiva de Productos de Construcción) – DPC, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas de 22 Julio de 1993, se manifiesta que el producto de construcción	
<b>PRODUCTO</b>	
<b>eventualmente, características del producto (prestaciones del producto) y clases; descripción del producto (tipo, identificación, uso...); campo de aplicación; condiciones particulares aplicables según el uso del producto de acuerdo con la especificación técnica</b>	
Producido por el fabricante	
Nombre del fabricante	
Dirección completa	
En la fábrica	
Es sometido por el fabricante al ensayo inicial de tipo del producto y al control de producción en fábrica y que el organismo notificado <Nombre del Organismo de Certificación> ha realizado la inspección inicial de la fábrica y del control de producción y está llevando a cabo el seguimiento, evaluación y aprobación permanentes del control de producción en fábrica.	
Este certificado da fe de que se han aplicado todas las disposiciones relacionadas con la Certificación de Conformidad descritas en el Anejo ZA de la norma:	
<b>UNE-EN 14991:2008</b>	
Este certificado se emitió por primera vez el <fecha> y permanece válido en tanto en cuanto las condiciones establecidas en la especificación técnica armonizada referentes a las Condiciones de fabricación en la fábrica o el citado control de producción en fábrica no se modifiquen significativamente y como mucho hasta el <fecha>.	
Lugar, Fecha	
Firma autorizada	
Título, Cargo	

La declaración y el certificado citados deben estar redactados en el(los) idioma(s) oficial(es) del(los) Estado(s) Miembro(s) en el(los) que el(los) producto(s) se va(vayan) a comercializar.



## 6.3. Marcado CE y etiquetado

### ✓ ZA.3.1 UNE-EN 14991: Marcado CE y etiquetado. Generalidades.

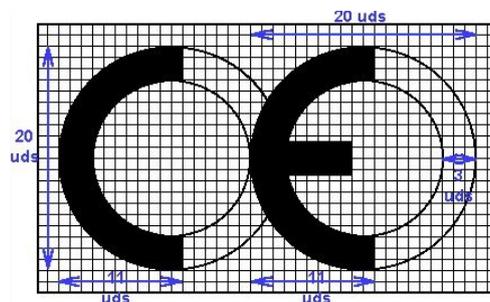
El marcado CE lo pone el fabricante cuando tiene todos los datos y documentos que le permiten asegurar que cumple con los requisitos de la norma, es decir:

- que tiene los ensayos iniciales de tipo,
- que ha realizado y documentado el control de producción obteniendo resultados que le permiten confirmar los resultados obtenidos en los ensayos iniciales de tipo,
- que un organismo notificado le ha vigilado dicho control y
- que el mismo organismo le ha extendido el certificado de conformidad del control de producción mencionado.

Por todo ello, la responsabilidad del marcado CE recae en primer lugar sobre el propio fabricante (o su representante autorizado en el EEE) y en segundo lugar sobre el organismo que le hace la inspección inicial, el seguimiento del control y le extiende el certificado de conformidad del control de producción.

El símbolo del Marcado CE a estampar debe ser conforme con la Directiva 93/68/CE y se exhibirá considerando la jerarquía de preferencia: en el propio producto, en una etiqueta adherida a él, en el embalaje, en la documentación comercial que le acompaña (por ejemplo, en el albarán de entrega) e incluso, en la página web del fabricante.

El Marcado CE de conformidad estará compuesto de las iniciales "CE" diseñadas de la siguiente manera:



En caso de reducirse o aumentarse el tamaño del Marcado CE, deberán conservarse las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos del Marcado CE deberán tener una dimensión vertical apreciablemente igual que no será inferior a 5 mm.

Se prohíbe expresamente la colocación de marcados que puedan inducir a error en relación con el significado del logotipo de marcado CE, aunque se permite colocar otras marcas, con la condición de que no reduzcan la visibilidad ni la legibilidad del marcado CE.

El símbolo del marcado CE debe ir acompañado de la siguiente información:

- Número de identificación del Organismo Notificado.
- Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante.



- Los dos últimos dígitos del año en que se fija el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a esta Norma.
- Descripción del producto: nombre genérico, materiales, medidas, etc. y uso previsto.
- Información sobre aquellas características esenciales indicadas en la Tabla ZA.1.
- Características a las que se aplica la opción "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND no se puede utilizar cuando la característica tiene un nivel umbral. Por otro lado, esta opción se puede utilizar cuando y donde la característica, para un uso previsto, no esté sujeta a reglamentación en el Estado Miembro de destino.

El cliente debe recibir siempre la información completa que constituye el Marcado CE, aunque se acepta que en el suministro del producto aparezcan etiquetas simplificadas (en sustitución de las etiquetas definidas según el método de marcado CE escogido por el fabricante, y vistas en el capítulo 4.1.).

En el caso de una etiqueta simplificada, las informaciones siguientes se deben añadir al símbolo del marcado CE:

- nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante;
- número de identificación del elemento (para asegurar la trazabilidad) ;
- las dos últimas cifras de año en el que se fijó el marcado;
- número del certificado CE del control de producción en fábrica;
- referencia a esta norma europea.

El mismo número de identificación debe indicar, en los documentos de acompañamiento, las informaciones relativas al elemento.

En la figura ZA.1 se ilustra la etiqueta simplificada para estampar sobre el producto, conteniendo el conjunto mínimo de información y el enlace al documento acompañante donde se proporciona el resto de información.



Figura ZA.1 – Ejemplo de etiqueta simplificada

<b>CE</b>
Compañía, Dirección 45PJ76 07 0123-CPD-0456
EN 14991

El marcado de conformidad CE, consistente en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE

Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante

Número de identificación de la unidad y los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado

Número del certificado CPF

Número de esta Norma Europea

Para productos pequeños, y por razones de estampación del producto, el tamaño puede reducirse mediante la eliminación de la referencia a la norma y/o al certificado de control de producción en fábrica.

En lo que concierne a la información sobre las características esenciales, algunas de ellas se pueden dar mediante una referencia inequívoca a:

- La información técnica (catálogo de producto): método 1.
- La documentación técnica: método 2.
- Las especificaciones de proyecto: métodos 3.

La Directiva de Productos de Construcción establece que el marcado CE deberá realizarse en al menos una de las formas siguientes:

- En el producto.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En el embalaje.
- En los documentos comerciales de acompañamiento.

Esta lista indica un orden de preferencia. Siempre que sea posible se deberá poner el marcado sobre el producto y, en su defecto, en la posición más cercana al mismo, o la que sea más cómoda o fácil de encontrar por el usuario.

*TRAZABILIDAD: cada elemento individual entregado debe ser perfectamente identificable y permitir su trazabilidad hasta la puesta en obra desde el lugar y fecha de producción. Con este fin, el fabricante debe marcar los productos o los documentos de entrega de modo que se pueda asegurar la relación con los expedientes de calidad correspondientes requeridos en esta norma. El fabricante debe conservar estos expedientes durante el periodo requerido de archivo y ponerlos a disposición de quien los requiera.*



## Anexo A. Relación de normas a las que se hace referencia desde la Norma UNE-EN 14991

UNE-EN 14991:2008	Productos prefabricados de hormigón. Elementos de cimentación
UNE-EN 13369:2006/AC:2008	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
Directiva Europea 89/106/CEE	Relativa a la aproximación de disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre productos de construcción
Real Decreto 1630/1992	R.D. por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE
Directiva Europea 93/68/CEE	Por la que se modifican, entre otras, la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE
Real Decreto 1328/1995	R.D. por el que se modifica en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de los productos de construcción.
REGLAMENTO 765/2008	Requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos
UNE-EN 1992-1-1:2010	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1.1: Reglas generales y reglas para edificación
EN 1992-1-2:2004	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón - Parte 1.2: Proyecto de estructuras sometidas al fuego
EN 1990	Eurocódigo 0: Bases de cálculos de estructuras.
EHE-08	Instrucción de hormigón estructural
UNE-EN 206-1:2008	Hormigón. Parte 1: especificaciones, prestaciones, producción y conformidad
UNE-EN 12350-1:2006	Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.
UNE-EN 12350-7:2001	Ensayos de hormigón fresco. Parte 7: Determinación del contenido de aire. Métodos de presión.
UNE-EN 12390-1:2001	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.
UNE-EN 12390-2:2001	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
UNE-EN 12390-3:2001	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
ASTM C 173	Método de prueba estándar para determinar el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método volumétrico.
UNE-EN 1008:2007	Agua de amasado para hormigón. Especificaciones para la toma de muestras, los ensayos de evaluación y aptitud al uso incluyendo las aguas de lavado de las instalaciones de reciclado de la industria del hormigón, así como el agua de amasado para hormigón
UNE-EN 10080:2006	Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
prEN 10138-1	Prestressing steels - Part 1: General requirements.
prEN 10138-2	Prestressing steels - Part 2: Wire.
prEN 10138-3	Prestressing steels - Part 3: Strand.
prEN 10138-4	Prestressing steels - Part 4: Bars.



UNE-EN 933-1:1998	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
UNE-EN 1097-6:2001	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de las partículas y la absorción de agua.
UNE-EN 934-2:2010	Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parta 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.
UNE-EN-ISO 9001:2008	Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

Existen además unas guías de referencia, denominadas Guías de la Comisión, que son elaboradas para aclaración de aspectos poco concretos de la Directiva y que es conveniente tener en cuenta para entender el contenido de las normas citadas:

- Guía A: "La designación de organismos notificados en el campo de la directiva de productos de construcción" que informa sobre los requisitos que se imponen a los organismos de certificación, inspección y ensayo para su notificación.
- Guía B: "La definición del control de producción en fábrica en las especificaciones técnicas de los productos de construcción".
- Guía D: "El marcado CE según la Directiva de Productos de Construcción" que aclara el contenido del marcado CE y su significado.
- Guía K: "Los sistemas de certificación de conformidad y el papel y tareas de los organismos notificados en el campo de la directiva de productos de construcción", que permite entender los sistemas de certificación empleados en la directiva y las funciones de los organismos notificados y de los fabricantes en los mismos.
- Guía L: "Aplicación y uso de los Eurocódigos", que expone los distintos métodos de presentación de la información que debe acompañar al marcado CE.
- Guía M: "La evaluación de conformidad según la DPC: Los ensayos iniciales de tipo y el control de producción en fábrica"

Estas guías se pueden obtener a través del servicio de publicaciones del Ministerio de Fomento:

Fax: 915 976 186	cpublic@fomento.es
------------------	--------------------

Además, los Organismos Notificados europeos han elaborado un Position Paper "GNB-CPD SG13", lo que constituye una guía para los propios organismos en la certificación de productos prefabricados de hormigón:

NOTA: Todas estas guías están disponibles en ingles para descargar de forma gratuita en:

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.positionpapers&CFID=4381427&CFTOKEN=e0761a6bce10a43e-98B6A782-C25E-C9A8-D671D57BAC72D83D&jsessionid=f00366eaa01f4dc9ad50694d285436736611>



## Anexo B. Organismos Notificados

En este apartado se incluye la lista de los Organismos Notificados que, en el momento de publicación de esta guía, pueden acudir los fabricantes de elementos de cimentación de hormigón prefabricado que estén dentro del campo de aplicación de la Norma UNE-EN 14991 y que tienen competencia en España para realizar las tareas de certificación del control de producción en fábrica y emitir el correspondiente certificado.

### ***Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)***

*D. Luis Lázaro*  
*Calle Génova, 6*  
*28004 Madrid*  
*Teléfono 91 432 60 00*  
*Fax 91 310 46 83*  
*e-mail: [LLAZARO@aenor.es](mailto:LLAZARO@aenor.es)*

### ***Instituto Tecnológico de la Construcción AIDICO***

*Dña. Eva Navarro*  
*Parque Tecnológico de Valencia. Avenida de Benjamín Franklin, 17. Apartado 98*  
*46980 Paterna*  
*Valencia*  
*Teléfono 96 131 82 78*  
*Fax 96 131 80 33*  
*e-mail: [eva.navarro@aidico.es](mailto:eva.navarro@aidico.es)*

### ***LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)***

*D. Feliciano García*  
*Campus de la UAB- Apartado de correos, 18*  
*08193 Bellaterra (Barcelona)*  
*Teléfono 93 567 20 00*  
*Fax 93 567 20 01*  
*e-mail: [fgarciaba@appluscorp.com](mailto:fgarciaba@appluscorp.com)*

### ***Bureau Veritas Quality International España, S.A. (BVQI-E)***

*D. Santiago Poudereux*  
*Francisca Delgado, 11. Polígono Arroyo de la Vega*  
*28108 Alcobendas (Madrid)*  
*Teléfono 91 270 22 00*  
*Fax 91 270 22 99 / 91 270 22 98*  
*e-mail: [santiago.poudereux@es.bureauveritas.com](mailto:santiago.poudereux@es.bureauveritas.com)*

### ***CEMOSA. Ingeniería y Control***

*D. Alfonso Valenzuela*  
*Benaque, 9*  
*29004 Málaga*  
*Teléfono 95 223 08 42*  
*Fax 95 223 12 14*  
*e-mail: [calidad@cemosa.es](mailto:calidad@cemosa.es)*



## **CERTIMEDIA**

*D. Antonio Martos*  
*Estrella de Elola, 32, 1º B*  
*28340 Valdemoro (Madrid)*  
*Teléfono 918 095 284*  
*Fax 918 081 746*  
*e-mail: [amg@certimedia.es](mailto:amg@certimedia.es)*

## **CIDEMCO. Centro de Investigación Tecnológica**

*Dña. Eva Sánchez*  
*Pol. Lasao – Área Anardí, nº 5 - Apartado 134 P.O. Box*  
*20730 Azpeitia (Guipúzcoa)*  
*Teléfono 943 816 800*  
*Fax 943 816 074*  
*e-mail: [eva.sanchez@cidemco.es](mailto:eva.sanchez@cidemco.es)*

## **European Quality Assurance Spain (EQA)**

*D. José Luis de Paz*  
*Buenafuente, 3*  
*28023 Madrid*  
*Teléfono 91 307 86 48/ 902 44 90 01*  
*Fax 91 357 40 28*  
*e-mail: [joseluisp@eqa.org](mailto:joseluisp@eqa.org)*



## Anexo C. Control del hormigón según la EHE-08

### C.1. Instrucción EHE-08

Se trata del reglamento de referencia para los niveles de seguridad de las estructuras de hormigón en España. Cuando en la norma de producto se habla de procedimientos nacionales, se debe entender que, para productos destinados a su comercialización en España, son de aplicación los que establece la Instrucción EHE (con las excepciones en ella mencionadas).

### C.2. Coeficientes de ponderación de la resistencia del hormigón y acero

La EHE-08 contempla, en su Artículo 91.1, tres niveles de garantía para los elementos prefabricados de hormigón estructural:

- a) En el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la **UNE-EN 206-1:2008**, (**marcado CE**) se empleará en el proyecto del elemento prefabricado un **coeficiente de ponderación**, en situación persistente o transitoria, de **1,70** para el **hormigón** y **1,15** para el **acero**.
- b) El prefabricador puede optar por fabricar el hormigón conforme a los criterios establecidos en la **EHE-08 (Artículo 86.9.)**, con lo que se le aplicará a la resistencia característica de los productos que fabrique con este tipo de control, un coeficiente de ponderación de **1,50** (**y 1,15 para el acero**).
- c) Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta **1,35** y **1,10**, respectivamente, en el caso de que elemento prefabricado esté en posesión de un **Distintivo de Calidad** con un nivel de garantía conforme al apartado 5.3. del Anejo 19 de la Instrucción.
  - a. Para el acero, deberá además cumplirse que:
    - i. Control de la ejecución de la estructura con nivel intenso y tolerancias de colocación de la armadura conformes con Anejo 11 de esta Instrucción y/o
    - ii. Acero para las armaduras pasivas esté en posesión de un distintivo de calidad
  - b. Para el hormigón, deberá además cumplirse que:
    - i. Control de la ejecución de la estructura con nivel intenso y desviación de la geometría de la sección transversal conformes con Anejo 11 de esta Instrucción.

Por tanto, parece razonable que el prefabricador elija realizar el control de conformidad del hormigón de forma que los coeficientes de minoración de los materiales sean lo menor posibles.



### C.3. Control del hormigón para elementos prefabricados, según la EHE-08

✓ Art. 86.9. EHE-08 "Control del hormigón para elementos prefabricados".

Esta modalidad de control es de aplicación general a los hormigones de autoconsumo fabricados en centrales fijas ubicadas en instalaciones destinadas a la fabricación industrial de elementos prefabricados estructurales.

Son de aplicación los criterios específicos establecidos para los materiales en el artículo 85 y los ensayos indicados en el apartado 86.3.

El control descrito en los apartados siguientes deberá ser realizado por el fabricante de los elementos en su propia planta, pudiendo la Dirección Facultativa disponer la comprobación de la conformidad de dicho control, de acuerdo con lo indicado en el artículo 91.

#### C.3.1 Control de la conformidad en la docilidad del hormigón

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 86.3.1, cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia. En el caso de hormigones autocompactantes, la conformidad del hormigón en relación con su docilidad se determinará de acuerdo con lo establecido en el Anejo 17.

Cuando el valor obtenido esté dentro de las tolerancias marcadas en la tabla 86.5.2.1. se aceptará. La desviación de estos criterios implicará la evaluación y su justificación.

##### Art. 31.5 Docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad con los recubrimientos exigibles y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueas.

La docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento, según UNE-EN 12350-2.

Las distintas consistencias y los valores límite del asentamiento del cono, serán los siguientes:

Tipo de consistencia	Asentamiento (cm)	Tolerancia (cm)	Intervalo resultante (cm)
Seca (S)	0-2	0	0-2
Plástica (P)	3-5	±1	2-6
Blanda (B)	6-9	±1	5-10
Fluida (F)	10-15	±2	8-17
Líquida (L)	16-20	±2	14-22

Salvo en aplicaciones específicas que así lo requieran, se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica. No podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el



empleo de aditivos superplastificantes. En todo caso, la consistencia del hormigón que se utilice será la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, definiendo aquella por su tipo o por el valor numérico de su asentamiento en cm.

En el caso de hormigones autocompactantes, se estará a lo dispuesto en el Anejo 17.

### C.3.2 Control estadístico de la resistencia

Para el control de la resistencia, de acuerdo al Artículo 91.5.3.2. se considera como lote el conjunto del mismo tipo de hormigón con el que se ha fabricado la totalidad de elementos prefabricados de una misma tipología, siempre que no hayan sido fabricados en un período de tiempo superior a un mes.

#### Art. 91.5.3.2. Lotes para la comprobación de la conformidad de los elementos prefabricados

En el caso de elementos normalizados prefabricados en serie, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante, siempre que sus fechas de fabricación no difieran más de tres meses.

En el caso elementos prefabricados específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

Todas las amasadas del mismo lote estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal, no permitiéndose mezclar en el mismo lote elementos pertenecientes a distintas columnas de la tabla 86.9.2.

El control estadístico de la resistencia deberá obtenerse a partir de los resultados de los ensayos acumulados del mismo tipo de hormigón en la misma planta durante un mes, con independencia de que los elementos prefabricados con las amasadas de ese lote pertenezcan a más de una obra.

- ✓ *Tabla 86.9.2 Límites máximos de los lotes de control de la resistencia para hormigones empleados en la fabricación de elementos prefabricados*

Límites máximos	Pretensado	Armado
Periodo de fabricación	mensual	mensual
Frecuencia de ensayo (hasta 300 m3 por tipo) *	diaria	diaria
Nº de ensayos mínimos	16	16

\* En producciones superiores a 300 m3 por tipo y día, se incrementará en una toma diaria más.

#### Realización de los ensayos

El proyecto o, en su caso, el Prefabricador identificará la resistencia característica que debe cumplir cada tipo de hormigón que utilice en la realización de los elementos prefabricados estructurales que fabrique.



La conformidad de la resistencia del hormigón de cada lote se comprobará determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control a partir de sus resultados, mediante la aplicación de los criterios de conformidad establecidos en 86.9.2

Las tomas de muestras se realizarán aleatoriamente entre las amasadas del mismo tipo de hormigón dentro del período considerado.

Se realizará un control de contraste externo de la resistencia del hormigón con una frecuencia nunca inferior a 2 determinaciones al mes para el total de la producción, procurando un muestreo equitativo de los hormigones.

### Criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón

El criterio de aceptación de la resistencia del hormigón fabricado en central y destinado a elementos prefabricados estructurales se define según la expresión siguiente:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq f_{ck}$$

donde:

$x$  Valor medio de los resultados obtenidos en las  $N$  amasadas ensayadas,

$\sigma$  Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado en N/mm<sup>2</sup>, obtenida a partir de los 35 últimos resultados.

$f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada por el fabricante para el tipo de hormigón utilizado.

En casos excepcionales, cuando no exista producción continua de un tipo de hormigón, dando lugar a que las tomas mensuales sean inferiores a las 16 establecidas para el lote en la tabla 86.9.2, se estimarán los lotes con periodicidad semanal mediante la fórmula siguiente:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 r_n \geq f_{ck}$$

donde:

$x$  Valor medio de los resultados obtenidos en la  $N$  amasadas ensayadas,

$K_2$  Valor del coeficiente reflejado en la tabla 86.9.2.3. según el número de amasadas  $N$ ,

$r_n$  Valor del recorrido muestral definido como:  $r_n = x_N - x_1$

$f_{ck}$  Valor de la resistencia característica especificada por el fabricante para el tipo de hormigón utilizado.

✓ **Tabla 86.9.2.3.**

Coeficiente	Número de amasadas ensayadas				
	2	3	4	5	6
$K_2$	1,66	1,02	0,82	0,73	0,66



## Decisiones derivadas del control de la resistencia del hormigón

En el caso de producirse un no conformidad del hormigón el Prefabricador deberá comunicarlo a las correspondientes Direcciones Facultativas, que valorarán la oportunidad de aplicar los criterios establecidos para el hormigón fabricado en central, de acuerdo con 86.7.3.





**ANDECE**

ASOCIACIÓN NACIONAL  
DE LA INDUSTRIA DEL  
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

*Para más información, pueden dirigirse al Departamento Técnico Estructural de ANDECE:*

**Alejandro López Vidal**  
*Responsable Técnico Estructural*  
*alopez@andece.org · edificacion@andece.org*  
*T +34 91 323 82 75*

