

## Documento 2: Tablas de inspección de fabricación de productos prefabricados de hormigón estructurales (sistema 2+)

### ÍNDICE

0.- Objeto del documento

A.- Inspección de equipos

A.1.- Equipos de medición y ensayo

A.1.1.- Equipo de ensayo de resistencia

A.1.2.- Equipo de pesaje

A.1.3.- Equipo de medición de dimensiones

A.1.4.- Equipo de medición de temperatura y humedad

A.2.- Equipos de almacenamiento y producción

A.2.1.- Almacenamiento de materiales

A.2.2.- Equipo de dosificación por peso o volumétrica

A.2.3.- Equipo para la medición continua del contenido de agua en los áridos finos

A.2.4.- Mezcladoras / equipos de amasado

A.2.5.- Moldes

A.2.6.- Equipo de pretensado

A.2.7.- Equipo/máquina de moldeo

B.- Inspección de materiales

B.1.- Todos los materiales

B.2.- Materiales no sometidos a una evaluación de la conformidad antes de la entrega

C. Inspección del proceso

C.1.- Hormigón

C.2.- Otros objetos del proceso

D. Inspección del producto terminado

D.1.- Ensayo de producto

Anexo 1. Reglas de cambio

1.1. Inspección normal

1.2. Inspección normal a reducida

1.3. Inspección reducida a normal

1.4. Inspección normal a intensa

1.5. Inspección intensa a normal

1.6. Parada normal

Anexo 2. Definiciones

Anexo 3. Ensayos áridos

Anexo 4. Ensayos de agua

Anexo 5. Control de fabricación del hormigón

5.1. Control estadístico de la resistencia del hormigón

5.2. Contenido (máximo) de cloruros en el hormigón

5.3. Relación agua/cemento del hormigón fresco y contenido mínimo de cemento

5.4. Densidad del hormigón

5.6. Penetración de agua

5.5. Docilidad del hormigón

## **0.- OBJETO DEL DOCUMENTO**

El objeto de este documento es clarificar y unificar criterios en la aplicación de las tablas de inspección de la Norma UNE-EN 13369:2006/AC “Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón”, norma de referencia de las normas armonizadas que definen los requisitos para la certificación de marcado CE de los productos prefabricados de hormigón con aplicaciones estructurales.

Considerando que el marco normativo de las estructuras de hormigón en España es la Instrucción EHE vigente (en este momento, la EHE-08), se han tenido en cuenta también los apartados relativos a las especificaciones que ésta presenta (aparecen siempre en letra cursiva), para un cumplimiento simultáneo de ambos marcos reglamentarios.

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 marcado CE de estos productos (AENOR, AIDICO, APPLUS-LGAI, BUREAU VERITAS CERTIFICATION, CEMOSA, CERTIMEDIA, CIDEMCO, EQA); AECCTI (Asociación de Empresas de Control de Calidad y Control Técnico Independientes); y ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón), se ha presentado a la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, para que lo analice, emita las observaciones oportunas y lo apruebe como documento de referencia válido tanto para los fabricantes de prefabricados de hormigón estructurales con exigencia de marcado CE, como para los Organismos Notificados que intervienen en la certificación de los mismos.

NOTA 1: Se advierte que la Norma UNE-EN 13369:2006/AC se está revisando en este momento, lo cual obligará a introducir las modificaciones pertinentes en este documento relativas a las tablas de inspección, una vez esta norma quede aprobada.

NOTA 2: Las distintas normas de producto de prefabricados de hormigón estructurales definen en algún casos controles que añaden, suprimen o modifican los que están definidos en la Norma UNE-EN 13369:2006/AC de Reglas comunes. Estos controles no vienen reflejados en el presente documento.

## A.- 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:

### A.1.- Equipos de medición y ensayo

#### A.1.1.- Equipo de ensayo de resistencia

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Debe asegurarse que la fuerza se calibra con la frecuencia establecida.	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año
2	Se verifica in situ o de forma documentada la velocidad de carga <sup>A</sup>		
<sup>A</sup> Velocidad de carga: ver apartado 6.2. Carga, de la Norma UNE-EN 12390-3 "Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas"			

#### A.1.2.- Equipo de pesaje

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Calibración de los equipos (densidades, granulometrías, etc.)	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año

#### A.1.3.- Equipo de medición de dimensiones

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Calibración del pie de rey (o equipo similar) con sonda de profundidad para medición de deslizamiento de alambres en caso de hormigón pretensado u otros casos.	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año
2	Flexómetros: mínimo clase 2 y en buen estado		

#### A.1.4.- Equipo de medición de temperatura y humedad

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Verificación con otros equipos de medida	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación o después de una reparación importante - Una vez al año

## A.2.- Equipos de almacenamiento y producción

### A.2.1.- Almacenamiento de materiales

	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	El Control de Producción de Fábrica (CPF) del fabricante define los criterios para realizar el almacenamiento de los materiales (localización, identificación, orden, limpieza, registro de incidencias, etc.)	Ausencia de contaminación Orden Correcta identificación	- Durante la instalación - Semanalmente

### A.2.2.- Equipo de dosificación por peso o volumétrica

	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Inspección visual	Funcionamiento correcto	Diariamente
2	Equipo de dosificación por peso: verificación	- Precisión declarada por el fabricante - <i>Cumplimiento EHE-08: Art. 71.3.2 "Dosificación de materiales componentes"</i>	- 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
3	Equipo de dosificación por volumen: verificación con probeta de clase A o por pesaje		

### A.2.3.- Equipo para la medición continua del contenido de agua en los áridos finos

NOTA: Este apartado sólo es aplicable si el equipo está disponible y el fin no está cubierto por una(s) inspección(es) apropiada(s), según los apartados C.1 "Inspección del proceso. Hormigón" o D.1 "Inspección de productos terminados".

	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	El CPF del fabricante define el método y/o equipos utilizados para la medición continua del contenido de agua en los áridos finos	Medición	-
2	Verificación con otro equipo de medida o método	Precisión declarada por el fabricante	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

**A.2.4.- Mezcladoras / equipos de amasado**

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	El CPF del fabricante define los criterios de comprobación del estado de las mezcladoras. P. ej.: mediante inspección visual	- Desgaste y funcionamiento correcto - Detectar la presencia de residuos de hormigón o mortero endurecido, así como desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior (Art. 71.2.4. EHE-08)	Semanalmente

**A.2.5.- Moldes**

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	El CPF del fabricante define los criterios de comprobación del estado de los moldes. P. ej.: mediante inspección visual	Estado (por ejemplo, desgaste y deformación)	Regularmente, dependiendo del tipo de material y de la frecuencia de uso

**A.2.6.- Equipo de pretensado**

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Verificación del equipo. P.ej. con manómetro patrón, medidor de fuerza, célula de carga, etc.	Funcionamiento y precisión correctos	- Durante la (re)instalación - Dos veces al año - En caso de duda
2	El CPF del fabricante define los criterios de comprobación del equipo. P. ej.: mediante inspección visual	Desgaste del equipo de anclaje	Semanalmente para cada equipo utilizado

**A.2.7.- Equipo/máquina de moldeo**

MÉTODO		OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Según instrucciones de inspección del fabricante del equipo/máquina <sup>A</sup>	Compactación correcta del hormigón	Instrucciones de inspección del fabricante
<sup>A</sup> El CPF debe definir las instrucciones de mantenimiento periódico de los equipos/máquinas de moldeo, sea el fabricante del equipo/máquina el propio prefabricador, o uno externo.			

## B.- 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 del fabricante.

### B.1.- Todos los materiales

	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
<b>1</b>	Inspección previa a la aceptación del albarán y/o de la etiqueta del embalaje que muestren la conformidad con el pedido <sup>A, B</sup>	Determinar si el envío se ajusta a lo solicitado y si la procedencia es adecuada	Cada entrega
	<sup>A</sup> Para aquellos productos con marcado CE (cementos, áridos, aditivos y adiciones, en los casos que sea obligatorio) el fabricante deberá disponer de: ficha técnica, declaración de conformidad, certificado de conformidad, y fichas de seguridad si son de aplicación. <sup>B</sup> Ver el Art. 85 de la EHE-08 "Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los materiales componentes del hormigón"		

NOTA: La hoja de pedido debe mencionar las especificaciones.

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

**B.2.- Materiales no sometidos a una evaluación de la conformidad antes de la entrega**

NOTA: Materiales no comprobados antes de la entrega por el fabricante del producto prefabricado o por una tercera parte aceptada por él (es decir, que no sea aplicable el marcado CE).

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Cemento y otros materiales aglomerantes <sup>C</sup>	Métodos de ensayo adecuados	Conformidad con los requisitos: a) Apartado 5.1.2 UNE-EN 206-1 "Cemento" b) Art. 26 EHE-08 "Cementos"	Cada entrega
2	Áridos	Inspección visual de la granulometría y las impurezas previa a la descarga	Conformidad con los requisitos: a) Apartado 5.1.3 UNE-EN 206-1 "Áridos" b) Art. 28 EHE-08 "Áridos"	- 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 (ver Anexo 3 informativo)	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: a) Apartado 5.4.2 UNE-EN 206-1 "Contenido de cemento y relación agua/cemento" b) Art. 28.6 EHE-08 "Áridos. Requisitos físicos-mecánicos" <sup>D</sup>	- 1ª entrega de una nueva fuente - En caso de duda, siguiendo una inspección visual
6		Aditivos <sup>F</sup>	Inspección visual	Conformidad con la apariencia normal
	Conformidad con los requisitos: a) Apartado 5.1.5 UNE-EN 206-1 "Aditivos" b) Art. 29 EHE-08 "Aditivos"			
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

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA	
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>
12	Agua no procedente de una red de distribución pública	Ver Anexo 4 (informativo) a) Norma Europea EN 206-1: Ensayos según la Norma Europea EN 1008 <i>b) Ensayos según EHE-08 (Art. 27)</i>	Determinar que el agua no contiene sustancias perjudiciales. Cumplimiento de la normativa vigente:  a) Norma Europea EN 206-1 <i>b) EHE-08 (Art. 27)</i>	- 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. Cumplimiento de la normativa vigente:  a) EN 206-1. Anexo A EN 1008 <i>b) EHE-08: Art. 27 "Agua"</i>	Semanalmente	
14		Ver Anexo 4 (informativo) a) Norma Europea EN 206-1: Ensayos según la Norma Europea EN 1008 (Anexo A) <i>b) Cálculo según EHE-08 (Art. 27)</i>		En caso de duda	
15	Acero	Inspección visual	Conformidad con los requisitos normativos <sup>A</sup> :  a) UNE-EN 13369: apartados 4.1.3 "Armadura de acero" y 4.1.4 "Acero de pretensado" <sup>A</sup> <i>b) EHE-08: Art. 32 "Acero para armaduras pasivas"<sup>I</sup>, Art. 33 "Armaduras pasivas"<sup>J</sup>, Art. 34 "Acero para armaduras activas"<sup>K</sup>, Art. 35 "Armaduras activas"</i>	Cada entrega	
16		Método de ensayo adecuado			
17	Anclajes y conectores	Método del fabricante	Conformidad con los requisitos normativos <sup>A</sup> :  a) UNE-EN 13369: apartado 4.1.5 "Anclajes y conectores" <i>b) EHE-08: Art. 76.4. "Uniones de elementos prefabricados"</i>	Cada entrega	

## TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

- A Los requisitos de esta norma se pueden completar con los requisitos de los fabricantes.
- B La hoja de pedido debe mencionar las especificaciones.
- C Materiales no comprobados antes de la entrega por el fabricante del producto prefabricado o por una tercera parte aceptada por él.
- D No es necesario si el objetivo se cumple mediante otra inspección apropiada (según los apartados C.1 “Inspección del proceso. Hormigón” o D.1. “Inspección del producto terminado”).
- E Se recomienda tomar muestras una vez por semana de cada tipo de cemento y almacenarlas para ensayo en caso de duda.
- F Se recomienda tomar muestras de cada entrega y almacenarlas para ensayo en caso de duda.
- G Sólo para adiciones en polvo a granel para el uso del hormigón con aire ocluido.
- H Sólo para adiciones en suspensión.
- I Acero para armaduras pasivas: mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros corrugados destinados a la elaboración de armaduras para hormigón armado, deberán ser conformes con la EHE-08, así como con EN 10080. La demostración de dicha conformidad, de acuerdo con lo indicado en 88.5.2, se podrá efectuar mediante:
- 1) la posesión de un distintivo de calidad con un reconocimiento oficial en vigor, conforme se establece en el Anejo 19 de la EHE-08
  - 2) en el resto de casos, realizar ensayos de comprobación según se definen en el Art. 87 de la EHE-08.
- J Armaduras pasivas: según el Art. 88.1. de la EHE-08 “Criterios generales para el control de las armaduras”, mientras las armaduras normalizadas no dispongan de marcado CE, se comprobará su conformidad mediante la aplicación de los mismos criterios que los establecidos para el acero en el artículo 87º. Además, deberán realizarse dos ensayos por lote para comprobar la conformidad respecto a la carga de despegue a la que hacen referencia los apartados 33.1.1. y 33.1.2, así como la comprobación de la geometría sobre cuatro elementos por cada lote definido en el Art. 87, mediante la aplicación de los criterios indicados en el apartado 7.3.5 de la UNE-EN 10080. Cuando las armaduras normalizadas estén en posesión de un distintivo de calidad, se podrá eximir de estas comprobaciones experimentales.
- K Acero para armaduras activas: mientras el acero para armaduras activas, no disponga de marcado CE, se comprobará su conformidad de acuerdo con los siguientes criterios:
- 1) en el caso que el acero esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, será suficiente comprobar que sigue en vigor el reconocimiento oficial del distintivo,
  - 2) en otros casos, verificación de que el proveedor ha realizado los ensayos que definidos en el Art. 89 de la EHE-08.

### C. Inspección del proceso

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

#### C.1.- Hormigón

NOTA: Los ensayos y frecuencias indicados se pueden adaptar o incluso eliminar cuando se obtenga información equivalente directa o indirectamente del producto.

	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 (P.ej. Registro automático o registro diario)	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 (P.ej. se calcula el contenido de cloruros de cada material componente y se suma)	Asegurar que no se excede el máximo contenido en cloruros:  a) EN 206-1: Contenido máximo de cloruros en el hormigón (Tabla 10)  b) EHE-08: <i>Contenido máximo de cloruros en el hormigón (Art. 31.1. "Composición")</i>	- Para cada composición de hormigón -En caso de incremento de contenido en cloruro de los componentes
5	Relación agua/cemento del hormigón fresco	Por cálculo  a) EN 206-1: Apartado 5.4.2. "Contenido de cemento y relación agua/cemento"  b) EHE-08: Art. 37.3.2. "Limitaciones a los contenidos de agua y cemento"	Comprobar la relación agua/cemento especificada:  a) EN 206-1: Máxima relación A/C (Tabla 5.2.1.)  b) EHE-08: <i>Máxima relación A/C (Tabla 37.3.2.a.)</i>	Diariamente

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
6	Contenido de aire del hormigón fresco cuando se especifique <sup>A</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: a) EN 206-1: Apartado 5.4.3. Contenido de aire  b) EHE-08: Art. 37.3.4. "Resistencia del hormigón frente a la helada"	Primera amasada de cada día de producción hasta estabilizar valores
7	Mezcla del hormigón	Inspección visual	Comprobación de la homogeneidad del hormigón	Diariamente en cada mezcla
8		Ensayos según Art. 71.2.4. EHE-08		Anualmente
9	Resistencia potencial	a) UNE-EN 13369: Ensayos según Art 5.1.1 "Resistencia a compresión" y Apartado 5.5.1.2. de EN 206-1 "Resistencia a compresión"  b) EHE-08: Ensayos según Art. 86.3.2. "Ensayos de resistencia del hormigón"	Comprobar conformidad con el valor previsto:  a) EN 206-1: Art. 8.2.1. "Control de la conformidad de la resistencia a compresión"  b) EHE-08: Art. 86.9.2. "Control estadístico de la resistencia"	Ver Anexo 5 (informativo)  a) EN 206-1: Tabla 13 "Frecuencia mínima de muestreo para la evaluación de la conformidad"  b) EHE-08: Tabla 86.9.2. "Límites máximos de los lotes de control de la resistencia para hormigones empleados en la fabricación de elementos prefabricados"
10	Resistencia estructural	a) UNE-EN 13369: Art. 4.2.2.2.3. "Resistencia estructural directa" ó Art. 4.2.2.2.4. "Resistencia estructural indirecta"  b) EHE-08: no se especifica	Comprobar conformidad con el valor previsto	Cada 5 días de producción por cada tipo de hormigón <sup>D</sup>
11	Densidad del hormigón endurecido, ligero o pesado <sup>C</sup>	Ensayo según EN 12390-7	Comprobar la densidad especificada:  a) EN 206-1: Tabla 19a "Números de aceptación para criterios de conformidad de propiedades distintas de la resistencia"  b) EHE-08: no se especifica	Diariamente para cada tipo de hormigón
12	Docilidad del hormigón (Art. 86.3.1. EHE-08) <sup>E</sup>	Ensayo de asentamiento según UNE-EN 12350-2	Comprobar la conformidad con la EHE-08 (Art. 31.5.)	Por cada toma (igual que para la determinación de la resistencia potencial)
		Ensayo Vebe (hormigones de consistencia seca) UNE-EN 12350-3		
		Anejo 17 EHE-08 para Hormigones autocompactantes		

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

	<b>OBJETO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>13</b>	<i>Penetración de agua<sup>E,F</sup></i>	<i>UNE-EN 12390-8</i>	<i>Comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, según EHE-08 (Art. 37.3.3.)</i>	<i>Por tipo de hormigón</i>
<sup>A</sup>	<i>Sólo para hormigón que contenga aire ocluido.</i>			
<sup>B</sup>	<i>Según los requisitos del proceso del fabricante.</i>			
<sup>C</sup>	<i>Sólo si se especifica la propiedad.</i>			
<sup>D</sup>	<i>Alternativamente se puede aplicar el apartado 8.2.1.2 "Plan de muestreo y ensayo" de la EN 206 ó del Art. 86.9.2. "Control estadístico de la resistencia" de la EHE-08.</i>			
<sup>E</sup>	<i>Parámetros adicionales que deben ser controlados según lo que establece la EHE-08.</i>			
<sup>F</sup>	<i>Esta comprobación se deberá realizar, cuando de acuerdo al apartado 8.2.2. de la EHE-08, las clases generales de exposición sean III ó IV, o cuando el ambiente presente cualquier clase específica de exposición y, que en caso de realizarse, sólo es suficiente con tener un certificado de ensayo de penetración de agua con una antigüedad no superior a seis meses.</i>			

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

**C.2.- Otros objetos del proceso**

NOTA: Este esquema de inspección se puede adaptar o completar para objetivos especificados de los productos.

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Armadura y posibles anclajes para elevación	Inspección visual <sup>A</sup>	Conformidad con el tipo pedido, la cantidad, la forma, las dimensiones y la posición requeridas	Diariamente
2		Medición <sup>A</sup>		Según el producto y/o el proceso
3	Soldadura	Inspección visual	Calidad de las soldaduras (ver Anexo 1 Definiciones)	Diariamente
4		Métodos de ensayo apropiados a) UNE-EN 13369: no se especifica <i>b) EHE-08 (Art. 69.2.4.): Validación del proceso de soldadura, ya sea resistente o no resistente, mediante la realización con carácter trimestral de las comprobaciones establecidas en el apartado 7.1 de la UNE 36832</i>	Conformidad del acero soldado: a) UNE-EN 13369: apartado 4.2.3.1 "Proceso del acero de armar" <i>b) EHE-08: Art. 32 "Aceros para armaduras pasivas"</i>	Según el producto y/o el proceso
5	Enderezado	Inspección visual	Calidad del enderezado	Diariamente
6		Métodos de ensayo apropiados a) UNE-EN 13369: no se especifica <i>b) EHE-08 (Art. 69.2.4.): Validación del proceso de enderezado mediante realización de ensayos de tracción para cada máquina enderezadora</i>	Conformidad del acero enderezado: a) UNE-EN 13369: apartado 4.2.3.1 "Proceso del acero de armar" <i>b) EHE-08: Art. 32 "Aceros para armaduras pasivas"</i>	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	Determinación de las dimensiones	Cada nuevo molde o después de modificación importante
10	Pretensado	Medición de la fuerza o de la elongación	Fuerza correcta: a) UNE-EN 13369: apartado 4.2.3.2 "Tesado y pretensado" <i>b) EHE-08: Art. 20.2. "Fuerza de pretensado" y Art. 35.1. "Sistemas de pretensado"</i>	Según el producto y/o el proceso
11	Antes de hormigonado	Inspección visual	Conformidad con los planos de producción	Diariamente, con frecuencia dependiendo del proceso de moldeo

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
12	Hormigonado	Inspección visual	Compactación correcta	Diariamente
13	Protección contra el secado	Inspección visual	- Conformidad con la especificación:	Diariamente
14		Verificación de las condiciones pertinentes	a) UNE-EN 13369: apartado 4.2.1.3. "Curado (protección contra la pérdida de humedad"  b) EHE-08: Art. 71.6. "Curado del hormigón"  - Conformidad con los procedimientos de fábrica documentados	Semanalmente
15	Endurecimiento	Verificación de las condiciones pertinentes	Conformidad con la especificación y con los procedimientos de fábrica documentados	Diariamente
16	acelerado	Medición de las temperaturas		Según el proceso
17	Procedimiento de desmoldeo	Según sea apropiado (P.ej. visualmente)	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:  a) UNE-EN 13369: apartado 4.2.3.2 "Tesado y pretensado"  b) EHE-08: Art. 35.2. "Dispositivos de anclaje y empalme de las armaduras postesas"	Según el producto y/o el proceso <sup>B</sup>
<sup>A</sup> Comprobar con los planos de producción aprobados. <sup>B</sup> La frecuencia de la medición efectiva puede depender de la posibilidad de comprobación visual en las secciones de corte.				

## D. 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).

### D.1.- Ensayo de producto

	OBJETO	MÉTODO	OBJETIVO	FRECUENCIA
1	Absorción del agua <sup>B</sup>	Valor previsto: a) UNE-EN 13369: apartado 4.3.7.4 "Resistencia a la corrosión del acero", y anexo G "Ensayo de absorción de agua"  b) EHE-08: <i>no se especifica</i>	Ensayo según: a) UNE-EN 13369: Anexo G "Ensayo de absorción de agua"  b) EHE-08: <i>no se especifica</i>	Cada 5 días de producción por tipo de hormigón endurecido utilizado
2	Inspección final	Ensayos de referencia según se describen en la norma de producto (o ensayos indirectos correlacionados)	Conformidad con los requisitos de la UNE-EN 13369 y con los requisitos para las propiedades declaradas por el fabricante	Según el producto y las propiedades
3	Marcado/etiquetado	Inspección visual	Conformidad con requisitos de UNE-EN 13369 (Art. 7)	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.				

## **Anexo 1 (Normativo). Reglas de cambio**

Las reglas de cambio del nivel de inspección sólo son de aplicación para los objetos de inspección (véanse las tablas A a D) 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.

### **1.1. Inspección normal**

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

### **1.2. 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.

### **1.3. 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.

### **1.4. 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.

### **1.5. Inspección intensa a normal**

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

### **1.6. 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.

## **Anexo 2 (informativo). Definiciones**

**Verificación:** la verificación de un equipo de medición es la determinación por medio de pruebas cualitativas y cuantitativas que el equipo de medición cumple con las especificaciones establecidas por las regulaciones legales correspondientes.

**Instrumento:** todo equipo de medida, inspección, verificación o ensayo, sea o no dimensional, de fabricación propia o comercial, empleado para controlar magnitudes o atributos. La precisión y la exactitud de un equipo determinan sus posibilidades de medida. No todos los equipos iguales tiene la misma precisión y exactitud.

**Patrón:** instrumento de medida, material de referencia o sistema de medida que está destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud con el fin de transmitirlos, por comparación a otro instrumento de medida.

**Calibración:** conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones especificadas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material o un material de referencia y los valores correspondientes de una magnitud obtenidos mediante un patrón de referencia.

**Periodo de control:** tiempo que debe transcurrir entre dos controles sucesivos de un equipo, de forma que la fiabilidad de los resultados de las medidas realizadas esté asegurada durante este tiempo con una probabilidad elevada, salvo mal uso o avería.

**Verificación equipo:** prueba de examinar el resultado obtenido con un equipo y compararlo con el resultado dado por un equipo patrón.

**Control:** denominación general que incluye calibración o verificación.

**Valor Nominal, valor convencionalmente verdadero, valor de referencia:** valor de la medida que, a efectos prácticos, se considera como suficientemente próximo al verdadero. Es el que se materializa físicamente en los patrones.

**Corrección (exactitud) de la medida:** concordancia entre el resultado de una medición y el valor convencionalmente verdadero de la medida.

$CORRECCION = V_{nominal} - V_{medido}$

$CORRECCION\ relativa = (Corrección / V_{nominal}) * 100$

Ejemplo:

Patrón = Pesa de 1Kg	Instrumento balanza
Valor medido en balanza = 0,9 kg	Error medida balanza = 0,1 kg
	Error relativo = 0,1/ 100 = 10 %

**Incertidumbre o precisión:** parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podría razonablemente ser atribuida a la magnitud medida (dispersión entre las n medidas realizadas).

**Incertidumbre de medida:** valor de la semiamplitud de un intervalo alrededor del mejor valor disponible (mejor valor corregido) para el resultado de la medida. Intervalo dentro del cual se encuentra con alta probabilidad el valor real de la magnitud medida.

**Incertidumbre relativa:** incertidumbre absoluta/ Rango de medida. Ej.: para un calibre la  $I_a = \pm 0,025$  y Rango medida 0-30 mm,  $I_r = (\pm 0,025/ 30) * 100 = \pm 0,083 \%$

**Tolerancia del instrumento = Error admisible del equipo:** especificación límite global para todos los instrumento de un mismo modelo. Es el error de medida máximo que se puede esperar de instrumento en un determinado tiempo (periodo de calibración, ejemplo 1 año.).

Patrón = Pesa de 1Kg	<b>Error admisible de la balanza = 10% = <math>\pm 0,1</math>, para 1 Kg.</b>
1º Valor medido en balanza = 0,95 kg	La balanza cuando se pese 1Kg de valor nominal, en un tiempo no superior al que debe ser reajustado, debe presentar una lectura entre : 0,9 kg y 1,1 kg.
2º Valor medido en balanza = 1,10 kg	
3º Valor medido en balanza = 0,90 kg	

**Tolerancia:** intervalo definido en una especificación, norma, etc., en los que es admisible que se sitúe una magnitud. Diferencia entre la medida máxima y mínima que puede tener una pieza, según la especificación de un plano.

**Desviación admisible:** límites de la tolerancia definida en una especificación, norma, etc., en los que es admisible que se sitúe una magnitud. Expresado en % es el error admisible.

**Ajuste:** operación destinada a llevar al instrumento de medida a un estado de funcionamiento caracterizado por tener desviaciones de indicación suficientemente pequeñas, para que sea adecuado su uso.

### TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

- Cuanto más exacto es un instrumento preciso, más próximo está el resultado de cada medida individual al valor nominal.
- Para mejorar la información de un equipo se realizan varias medidas en las mismas condiciones, se obtiene la corrección (exactitud) e incertidumbre (precisión) del instrumento.

**Valor medio:** el valor medio de todas las repeticiones, realizadas con el instrumento, es el resultado más probable de obtener cuando realicemos la medida.

Patrón = Pesa de 1Kg	
1º Valor medido en balanza = 0,95 kg	Valor medio = 0,98 Kg.
2º Valor medido en balanza = 1,10 kg	
3º Valor medido en balanza = 0,90 kg	

**Dispersión:** entre todas las medidas obtenidas existe una dispersión en torno al valor medio, cuanto más alta es la dispersión, más probabilidad de tener un error elevado.

**Corrección (exactitud) de un instrumento de medida:** un instrumento es más exacto cuanto más próximo está el valor medio de las  $n$  medidas al valor nominal. Los instrumentos se ajustan para que sean exactos.

**Incertidumbre (precisión) de un instrumento de medida:** un instrumento es más preciso cuanto menor sea la dispersión entre las  $n$  medidas. Los instrumentos se diseñan para que sean precisos.

**Calidad de la soldadura:** Cordón uniforme y sin defectos relevantes (protuberancias, rechupes, etc.)

### Anexo 3 (informativo). Ensayos áridos

Se consideran los ensayos definidos en el Anexo A “Ensayos del Control de Producción en Fábrica de los Áridos” de la Instrucción sobre Criterios para la puesta en práctica del marcado CE de los Áridos, documento aprobado por la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

	Normas de ensayo		Nombre del ensayo	Frecuencia de ensayo			
				Hormigón estructural	Hormigón para prefabricados y otros usos		
<b>PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LOS ÁRIDOS</b>	UNE-EN 933-1:1998		Determinación de la granulometría de las partículas		1 / semana	1 / semana	
	UNE-EN 933-3:1997		Índice de lajas		1 / mes	---	
	UNE-EN 933-4:2000		Coeficiente de forma (**)		1 / mes	---	
	UNE-EN 933-8:2000		Equivalente de arena (*)		1 / semana	---	
	UNE-EN 933-9:1999		Azul de metileno (*)	MB en < 2 mm MB en 0/0,125 mm	---	---	
	UNE-EN 933-10:2001		Granulometría de los fillers. Tamizado en corriente de aire		1 / semana	---	
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LOS ÁRIDOS</b>	UNE-EN 1097-2:1999		Resistencia a la fragmentación Ensayo de Los Ángeles		2 / año	---	
	UNE-EN 1097-6:2001		Densidad de partículas y absorción de agua		de 4 a 31,5 mm (gruesos)	1 / año	1 / año
					de 0,063 a 4 mm (finos)	1 / año	1 / año
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS Y DE ALTERACIÓN DE LOS ÁRIDOS</b>	UNE-EN 1367-2:1999		Ensayo de sulfato de magnesio (****)		1 / 2 años	---	
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS ÁRIDOS</b>	UNE-EN 1744-1:1999	Apdo. 7	Cloruros solubles en agua		1 / 2 años	---	
		Apdo. 11	Contenido total en azufre		1 / año	---	
		Apdo. 12	Sulfatos solubles en ácido		1 / año	---	
		Apdo. 14.2	Contaminantes orgánicos ligeros		2 / año	---	
		Apdo. 15.1	Contaminantes orgánicos: Húmicos		1 / año	---	
		Apdo. 15.2	Contaminantes orgánicos: Ácido Fúlvico(***)		1 / año	---	
		Apdo. 15.3	Contaminantes orgánicos: Ensayo del Mortero(***)		1 / año	---	
	UNE 146507-1: 1999 EX		Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato. Método químico(****)		Cuando sea necesario	---	
	UNE 146508: 1999 EX		Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato. Método Probetas Mortero(****)		Cuando sea necesario	---	

(\*) Realizarlo cuando sea necesario de acuerdo con el Anexo D de la norma UNE-EN 12620:2009.

(\*\*) Método alternativo al Índice de Lajas.

(\*\*\*) Realizarlo cuando sea necesario de acuerdo con el Apdo. 6.4.1 de la norma UNE-EN 12620:2009.

(\*\*\*\*) Realizarlo cuando del estudio petrográfico se detecte su necesidad según EHE 08.

TABLAS DE INSPECCIÓN DE FABRICACION DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ESTRUCTURALES

(\*\*\*\*\*) Realizarlo cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares según EHE 08.

Nota: Los ensayos que se recogen en la presente tabla se exigen para el Mercado CE y pretenden cubrir sus usos más frecuentes. Para casos más específicos se debe consultar el Anexo ZA de la norma UNE-EN 12620:2009.

NOTA: no se recogen las actualizaciones de las normas que se hayan producido desde la fecha de publicación de esta tabla, pues se trata de una copia textual de la que tiene publicada este Ministerio.

**Anexo 4 (informativo). Ensayos de agua**

Los ensayos se deben realizar conforme a la EN 1008 o por métodos de ensayos alternativos (según requisitos EHE-08):

<b>Normas / ensayos</b>	
<b>EN 1008</b>	<b>Ensayos alternativos según EHE-08</b> <i>(toma de muestras según UNE-83951)</i>
Evaluación preliminar (Art. 4.2. EN 1008): aceites y grasas, detergentes, color, materia en suspensión, olor, ácidos y materia húmica	<i>Exponente de hidrógeno pH (UNE 83952)</i>
Cloruros (EN 196-21)	<i>Cloruros (UNE 83957)</i>
Sulfatos (EN 196-2)	<i>Sulfatos (UNE 83956)</i>
Álcalis (EN 196-21)	<i>Sustancias disueltas (UNE 7130)</i>
Azúcares	<i>Hidratos de carbono (UNE 7132)</i>
Fosfatos	<i>Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235)</i>
Nitratos (ISO 7890-1)	
Plomo	
Zinc	

## **Anexo 5 (informativo). Control de fabricación del hormigón**

Según indica el Art. 91.1. de la EHE-08 “Criterios generales para el control de la conformidad de los elementos Prefabricados”, se establecen tres niveles de garantía de los productos que llevan implícitos unos coeficientes de seguridad de los materiales (hormigón y acero):

- 1) en el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la EN 206-1:2000 (*norma a la que se referencia desde las normas armonizadas de producto*), 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.

*En este caso, la certificación de marcado CE es suficiente para garantizar el cumplimiento de la Norma Europea EN 206-1:2000.*

- 2) cuando pueda presentar voluntariamente (*para los productos con marcado CE*) un certificado del control de producción en fábrica, elaborado por un organismo de control o una entidad de certificación, en cualquier caso acreditados en el ámbito del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en esta Instrucción, podrá aplicarse un coeficiente de ponderación de 1,50 para el hormigón.

*En aquellos parámetros de control que así vengán definidos, es necesario haber controlado según lo establecido en la EHE-08 (ver textos en cursiva según referencia a EHE-08)*

- 3) 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 esta Instrucción, además del cumplimiento de *las condiciones que establece el Art. 15.3. de la EHE-08, relativas al nivel de control de la ejecución, que debe ser intenso.*

*La posesión del D.O.R. satisface la posibilidad de poder emplear estos coeficientes menores.*

Norma	Obligatorio/voluntario	Coeficientes de seguridad	
		Hormigón	Acero
EN-206-1	Obligatorio productos con marcado CE	1,70	1,15
EHE-08	Obligatorio productos sin marcado CE	1,50	1,15
	Voluntario productos con marcado CE		
D.O.R. (Anejo 19 EHE-08)	Voluntario para todos los productos	1,35	1,10

Se detallan las siguientes tablas resumen de aquellos parámetros de control de la fabricación del hormigón, donde hay diferentes tratamiento según los tres niveles expuestos:

**5.1. Control estadístico de la resistencia del hormigón**

	<b>UNE-EN 206-1:2008 – Art. 8.2.1.2.</b>	<b>EHE-08 – Art. 86.9.2.</b>		<b>D.O.R. (EHE-08) – Art. 5.3. Anejo 19</b>																																								
<b>Frecuencia mínima de muestreo</b>	Inicial: hasta que se obtengan al menos 35 resultados de ensayo:  - Primeros 50 m3 de fabricación: 3 muestras - Posteriormente: 1 muestra cada 200 m3 ó 2 muestras cada semana de producción.  Continua: cuando se dispone de al menos 35 resultados de ensayo:  - 1 muestra cada 300 m3 ó 1 muestra cada semana de producción.	Control interno	Producción continua: periodo de fabricación mensual; número de ensayos mínimo: 16  - 1 toma diaria (para HA o HP) hasta 300 m3 por tipo de hormigón - 2 tomas diarias (para HA o HP) para más de 300 m3 por tipo de hormigón	Control interno	Mínimo una determinación diaria de la resistencia del hormigón para cada tipo de hormigón producido en el día.																																							
		Control externo	Producción discontinua: periodo de fabricación semanal; número de ensayos: entre 2 y 6  ≥ 2 determinaciones al mes para el total de la producción (procurando un muestreo equitativo de los hormigones)			≥ 2 determinaciones al mes por cada designación de hormigón fabricado con un volumen de fabricación mensual superior a 200 m3.  ≥ 1 determinación al mes por cada designación de hormigón fabricado con un volumen de fabricación mensual inferior a 200 m3.																																						
<b>Criterios de conformidad</b>	Inicial: 3 resultados de ensayo  $f_{ck} \leq f_{cm} - r_m$  Continua: $n \geq 15$ resultados de ensayo  $f_{ck} \leq f_{cm} - 1,48 \cdot \sigma$  Condiciones  a) desviación típica de los 15 últimos resultados de ensayo $< 1,37 \cdot \sigma$ (si no cumple, pasar a frecuencia de tomas inicial) b) Cuando se fabriquen dos o más probetas procedentes de una muestra y el recorrido relativo de los valores de ensayo exceda el 15 % o el 20 % respectivamente, los resultados de ensayo deberán ser eliminados.	$\text{Producción continua: } f_{ck} \leq f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma$  $\text{Producción discontinua: } f_{ck} \leq f_{cm} - K_2 \cdot r_n$		$\text{Producción continua: } f_{ck} \leq f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma$ $\text{Producción discontinua: } f_{ck} \leq f_{cm} - K_2 \cdot r_n$  Condiciones: Los valores de las resistencias obtenidas en el control de producción deben presentar una dispersión acotada, de forma que en cada caso los valores de la desviación típica $\sigma$ de la población y de su coeficiente de variación $\delta$ , sean simultáneamente inferiores a los valores de la siguiente tabla:																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistencia del hormigón fck (N/mm2)</th> <th><math>\sigma</math> (N/mm2)</th> <th><math>\delta</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>3,0</td><td>0,115</td></tr> <tr><td>25</td><td>3,6</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>30</td><td>4,2</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>35</td><td>4,9</td><td>0,110</td></tr> <tr><td>40</td><td>5,5</td><td>0,108</td></tr> <tr><td>45</td><td>6,0</td><td>0,105</td></tr> <tr><td>50</td><td>6,5</td><td>0,103</td></tr> <tr><td>60</td><td>7,3</td><td>0,098</td></tr> <tr><td>70</td><td>8,1</td><td>0,094</td></tr> <tr><td>80</td><td>8,7</td><td>0,089</td></tr> <tr><td>90</td><td>9,2</td><td>0,085</td></tr> <tr><td>100</td><td>9,6</td><td>0,080</td></tr> </tbody> </table>						Resistencia del hormigón fck (N/mm2)	$\sigma$ (N/mm2)	$\delta$	20	3,0	0,115	25	3,6	0,110	30	4,2	0,110	35	4,9	0,110	40	5,5	0,108	45	6,0	0,105	50	6,5	0,103	60	7,3	0,098	70	8,1	0,094	80	8,7	0,089	90	9,2	0,085	100	9,6	0,080
Resistencia del hormigón fck (N/mm2)	$\sigma$ (N/mm2)	$\delta$																																										
20	3,0	0,115																																										
25	3,6	0,110																																										
30	4,2	0,110																																										
35	4,9	0,110																																										
40	5,5	0,108																																										
45	6,0	0,105																																										
50	6,5	0,103																																										
60	7,3	0,098																																										
70	8,1	0,094																																										
80	8,7	0,089																																										
90	9,2	0,085																																										
100	9,6	0,080																																										

**Parámetros**

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

$f_{cm}$  : resistencia media de los “n” resultados ensayados

$$f_{cm} = \frac{\sum f_{ci}}{n}$$

$r_m$  : recorrido muestral igual a la diferencia entre el valor mayor y el menor valor de los 3 ensayos realizados =  $x_3 - x_1$  , con  $x_1 \leq x_2 \leq x_3$

$\sigma$  : desviación típica obtenida de los últimos 35 resultados

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}$$

$K_2$  Valor del coeficiente reflejado en la tabla 86.9.2.3. de la EHE-08, según el número de amasadas  $N$ ,

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

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

$\delta$  : coeficiente de variación de la población:

$$\delta = \frac{\sigma}{f_{cm}}$$

### 5.2. Contenido (máximo) de cloruros en el hormigón

UNE-EN 206-1:2008 – Art. 5.2.7.			EHE-08 – Arts. 31.1. y 37.4.1.	D.O.R. (EHE-08)
Tabla 10 – Contenido máximo de cloruros en el hormigón				
Uso del hormigón	Clase de contenido de cloruros <sup>a</sup>	Contenido máximo de Cl <sup>-</sup> en relación a la masa de cemento <sup>b</sup>		
Sin armaduras de acero ni piezas metálicas embebidas con la excepción de elementos de elevación resistentes a la corrosión	Cl 1,0	1,0%	El ión cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites:  - Obras de hormigón pretensado 0,2% del peso del cemento - Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración 0,4% del peso del cemento	
Con armaduras de acero o piezas metálicas embebidas	Cl 0,20	0,20%		
	Cl 0,40	0,40%		
Con armaduras de acero de pretensado	Cl 0,10	0,10%		
	Cl 0,20	0,20%		
<sup>a</sup> Para un determinado uso del hormigón la clase a aplicar depende de las disposiciones válidas en el lugar de uso del hormigón. <sup>b</sup> Cuando se hayan utilizado adiciones del tipo II y se hayan tenido en cuenta en el contenido de cemento, el contenido de cloruros se expresará como el porcentaje en masa de iones cloruro en relación a la masa de cemento más la masa total de adiciones que hayan sido tenidas en cuenta.				

### 5.3. Relación agua/cemento del hormigón fresco y contenido mínimo de cemento

EN 206-1:2000 – Art. 5.4.2.	EHE-08 – Art. 37.3.2.	D.O.R. (EHE-08)
Ver tabla F.1.  1 determinación diaria.  Criterio de aceptación: desviaciones admisibles (tabla 19a): - relación A/C (inferior: sin límite; superior: + 0,02) - contenido de cemento (inferior: -10 Kg/m <sup>3</sup> ; superior: sin límite)	Ver Tabla 37.3.2.a	

NOTA: En todo caso, deberá cumplirse la Instrucción de Hormigón Estructural vigente (EHE-08).

Tabla F.1 – Valores limite recomendados para la composición y las propiedades del hormigón

	Clases de exposición																	
	Sin riesgo de corrosión o ataque	Corrosión inducida por carbonatación				Corrosión inducida por cloruros						Ataque hielo/deshielo				Ambientes químicos agresivos		
						Agua de mar			Otros cloruros distintos del agua de mar									
						X0	XC 1	XC 2	XC 3	XC 4	XS 1							
Máxima relación agua/cemento	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Clase de resistencia mínima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenido mínimo de cemento (kg/m <sup>3</sup> )	–	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenido mínimo de aire (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	–	–	–
Otros requisitos												Áridos conformes con la Norma EN 12620 suficientemente resistentes al hielo/deshielo				Cemento resistente a los sulfatos <sup>b</sup>		

<sup>a</sup> Si el hormigón no contuviese aire ocluido, su prestación debería medirse de acuerdo con un método de ensayo apropiado, en comparación con un hormigón de resistencia probada al hielo/deshielo en la clase de exposición correspondiente.

<sup>b</sup> Es esencial la utilización de cemento resistente a los sulfatos cuando el contenido en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> conduzca a clases de exposición XA2 y XA3. En clase de exposición XA2 (y en clase XA1 cuando proceda) deberían utilizarse cementos clasificados como moderada o altamente resistentes a los sulfatos, mientras que para clase de exposición XA3 éstos deberían estar clasificados como altamente resistentes a los sulfatos.

Tabla 37.3.2.a Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	Ila	Ilb	Illa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima Relación a/c	masa	0,65	-	-	-	-	-	-	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (kg/m <sup>3</sup> )	masa	200	-	-	-	-	-	-	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

#### 5.4. Densidad del hormigón

EN 206-1:2000 – Art. 5.5.2.	EHE-08	D.O.R. (EHE-08)
<p>Número de muestras igual que para la resistencia a compresión</p> <p>Criterio de aceptación: desviaciones admisibles (tabla 19a):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hormigones pesados (inferior: -30 Kg/m<sup>3</sup>; superior: sin límite)</li> <li>- hormigones ligeros (inferior: -30 Kg/m<sup>3</sup>; superior: +30 Kg/m<sup>3</sup>)</li> </ul> <p>Cuando se determine la densidad del hormigón tras su secado en estufa, ésta se debe medir de acuerdo con la Norma EN 12390-7.</p> <p>La densidad de los hormigones normales tras su secado en estufa debe ser superior a 2 000 kg/m<sup>3</sup> e inferior a 2 600 kg/m<sup>3</sup>. La densidad de los hormigones ligeros tras su secado en estufa debe estar dentro de los límites establecidos en la tabla 9 para cada clase. Los hormigones pesados, tras su secado en estufa, deben tener una densidad superior a 2 600 kg/m<sup>3</sup>. Cuando se especifique la densidad como un valor nominal la tolerancia será de ± 100 kg/m<sup>3</sup>.</p>		No se define nada

#### 5.5. Docilidad del hormigón

EN 206-1:2000	EHE-08 – Arts. 86.3.1. y 31.5.	D.O.R. (EHE-08)
No se define nada	<p>Número de muestras igual que para la resistencia a compresión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo de asentamiento según UNE-EN 12350-2</li> <li>- Ensayo Vebe (hormigones de consistencia seca) UNE-EN 12350-3</li> <li>- Anejo 17 para Hormigones autocompactantes</li> </ul>	

#### 5.6. Penetración de agua

EN 206-1:2000	EHE-08 – Art. 37.3.3.	D.O.R. (EHE-08)
No se define nada	<p>Por tipo de hormigón</p> <p>Comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, según EHE-08 (Art. 37.3.3.)</p>	