

Instrucción EHE-08

Distintivo, control y dosificación del hormigón



Manuel Vera Serrano
Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

control



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

control



1. Introducción

El control en la EHE-08 ha sufrido cambios:

- Armonización con disposiciones comunitarias
 - Cumplimiento requisitos esenciales
 - Eliminación barreras libre circulación
 - Convergencia con disposiciones eur.
- Creciente demanda social de calidad
- Nuevas exigencias de las estructuras en cuanto a durabilidad, sostenibilidad, etc.

- Control de calidad del proceso constructivo completo (futuro: control de estructuras existentes)

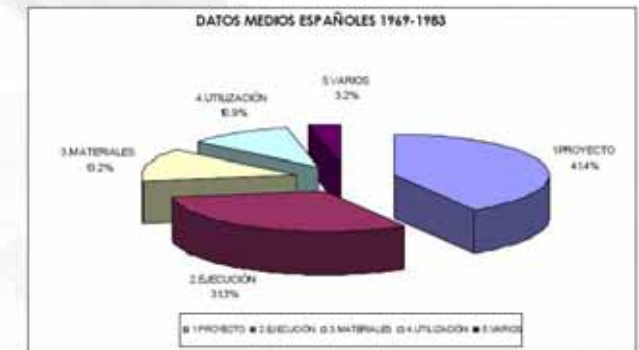
- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

control



1. Introducción

PROFESOR J. M. VIEITEZ.
(Estadísticas europeas y en especial españolas en su tesis 1980-1984)

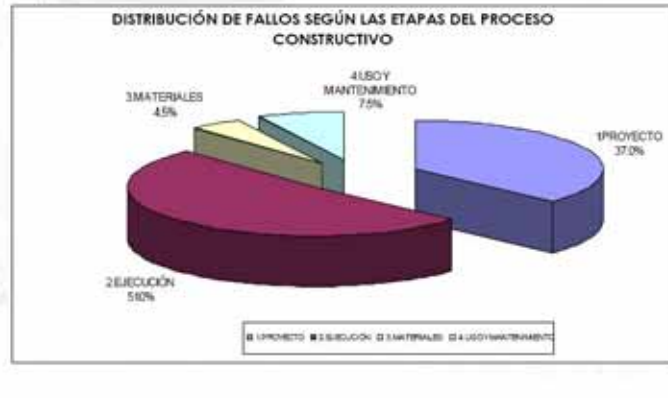


- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



1. Introducción

- **BUREAU SEGRITAS**
(Estudio estadístico de 10.000 informes de fallos. Francia 1978)



1 introducción

2 bases generales

3 control del hormigón

4 distintivos

5 conclusiones



1. Introducción

La EHE-08 y el control

- ▶ Título 8º (Art. 78 → 102)
 - Capítulo 14: Bases generales del control
 - Capítulo 15: Control de calidad del proyecto
 - **Capítulo 16: Control de conformidad de los productos**
 - Capítulo 17: Control de la ejecución
- ▶ Anejo 19: Niveles de garantía y requisitos para el reconocimiento oficial de los distintivos de calidad
- ▶ Anejo 20: Lista de comprobación para el control de proyecto
- ▶ Anejo 21: Documentación de suministro y control
- ▶ **Anejo 22: Ensayos previos y característicos del hormigón**

1 introducción

2 bases generales

3 control del hormigón

4 distintivos

5 conclusiones



1. Introducción

Se **aumenta la confianza** en el hormigón:

- Coeficiente de cansancio
- Coeficiente parcial de seguridad de materiales
- Coeficiente parcial de seguridad de acciones

Se requiere un hormigón más seguro -> **Cambian criterios de aceptación** (no los de conformidad) y aparece el nuevo Distintivo Oficialmente Reconocido

A su vez, consideraciones medioambientales en cuanto a generación de residuos derivados del control de calidad. Objetivo: reducir el número de probetas que se generan.

1 introducción

2 bases generales

3 control del hormigón

4 distintivos

5 conclusiones



1. Introducción

Se requiere mayor calidad del hormigón aunque se reduce el número de probetas (en caso de poseer Distintivo Oficialmente Reconocido, se podrá reducir hasta en 20 veces el nº de probetas)



1 introducción

2 bases generales

3 control del hormigón

4 distintivos

5 conclusiones



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

2. Bases generales

- ▶ **La Dirección Facultativa:** Asume la conformidad. (Art. 78º)
- ▶ **Definiciones:** Partida o remesa; lote de material o de ejec. (Art. 78.1)

Legislación relativa al control del hormigón:

- ▶ **EHE-08** -> Control de recepción en obra
- ▶ **Reglamento Marca N** -> Control en planta para tener marca N
- ▶ **Orden de 21 de noviembre de 2001** -> Control de producción en planta



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

2. Bases generales

- ▶ **Distintivos Oficialmente Reconocidos (Art. 81):** Suponen un nivel de garantía adicional al mínimo (EHE o CE). O lo tiene o demuestra la equivalencia, si se ejecuta en obra.

- ▶ **Distintivos Oficialmente Reconocidos** suponen ventajas a nivel de:

- proyecto
- control

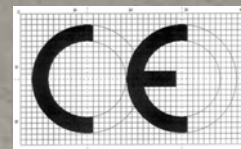


- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

- ▶ **Control de recepción:** comprobar que las características técnicas cumplen lo exigido. 2 opciones (Art. 84):

- 1ª▶ **Si dispone de Marcado CE**
¡no en el hormigón!



- 2ª▶ **Si no dispone de marcado CE :**

- **Control documental** general
- Si lo tiene, control documental de un **D.O.R.**
- Si procede, **ensayos**



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.1. Documentación

3.2. Ensayos y aceptación



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.1. Documentación

► Resumen de documentación del hormigón:

PREVIO A COMENZAR EL SUMINISTRO:

- Certificado de dosificación / D.O.R
- Certificado de ensayos previos y característicos de resistencia (cuando proceda)

DURANTE EL SUMINISTRO:

- Albaranes

AL FINALIZAR EL SUMINISTRO:

- Certificado de los hormigones suministrados
- Documentación que certifique suministro de cemento SR en planta



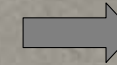
- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Los ensayos y los criterios de aceptación de los productos:

- EHE-08: Capítulo 14º (Art. 79.3)
- EHE-08: Capítulo 16º
- EHE-08: Anejo 22º
- EHE-08: Anejos 15, 16 y 17º
- Reglamentación adicional con otras exigencias



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Con D.O.R.:

Los **Distintivos Oficialmente Reconocidos (D.O.R.)** eximen, por lo general, de todos los ensayos de recepción.

Para el hormigón, **disminuye las probetas**

¡hasta en 20 veces!

–criterio de identificación–, y **aumenta la probabilidad de aceptación.**

AENOR



Producto
Certificado



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

CONTROL DEL CEMENTO

La EHE-08 nos remite a la RC-08.

La recepción según la RC-08 tiene dos fases **obligatorias**:

- **Control documental** (documentos del apartado anterior)
- **Inspección visual** (para evitar posibles problemas derivados de deficiencias en el almacenamiento, carga y transporte)

Sólo en caso de no conformidad con lo anterior (o que lo pida el proyecto), se realizarían ensayos de identificación y complementarios. Si la documentación es correcta y la inspección es buena, no es necesario realizarlos.

control



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

CONTROL DEL CEMENTO

Los Distintivos de Calidad Oficialmente Reconocidos (D.O.R.) amparan la correcta carga del cemento y trazabilidad del transporte. Por ello, son un **aval** para el responsable de la recepción, que debe dar muchas veces por buena una carga y transporte en base a una inspección visual complicada.

Los D.O.R. también amparan el **cumplimiento de las limitaciones de Cr (VI)** de la ORDEN PRE/1954/2004, de 22 de junio, de obligatorio cumplimiento, para actividades con riesgo de contacto con la piel.

Además, suponen una disminución del riesgo del consumidor, al reducirlo un 35% sobre el requerimiento básico.



control



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación



control



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

CONTROL DEL HORMIGÓN (Art. 86)

- Se comprobará durante su recepción **en obra**.
- Toma de muestras. Actas: contenido del acta: Anejo 21.4
- Las muestras se tomarán a la salida del transporte, a media descarga
- Parámetros de hormigón endurecido: **28 días**
- Característica siempre **valor medio de dos determinaciones**
- Lote de control vs. Amasadas controladas vs. Determinación
- Es recomendable la visita a la planta. Implantación de un control de producción, gestión de los acopios de materiales



control



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos:

- norma EN 12390-2 y -3
- refrentar sólo 1 cara. Recorridos relativos (N = 2 ó 3).
- conservación en obra (sol, viento, golpes):

Rango de temperatura	f_{ct} (N/mm ²)	Periodo máximo de permanencia de los probetas en la obra
15 °C-30 °C	< 35	72 horas
	≥ 35	24 horas
15 °C-35 °C	Cualquiera	24 horas

Probetas:

- cilíndricas Ø15x30cm
- cúbicas de 15
- cúbicas de 10, si TMA<12 y fck>50 MPa

$$f_c = \lambda_{cil,cub15} \cdot f_{c,cúbica}$$

Resistencia en probeta cúbica, f_c (N/mm ²)	$\lambda_{cil,cub}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00



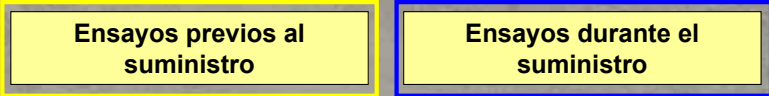


3. Control del hormigón

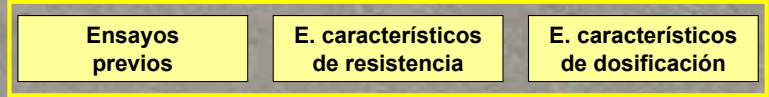
3.2. Ensayos y aceptación

Tipos de ensayo dependiendo de:

- Cuándo se ensaya:



- 1º: Previos al suministro (todos los que proceda):



- 2º: Durante el suministro (se seleccionará un tipo de los 3):

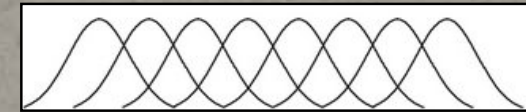


- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación



PRINCIPIOS ESTADÍSTICOS RELACIONADOS CON LOS CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



Saltar



3. Control del hormigón

Principios estadísticos

Resistencia en el hormigón:

Las resistencias de un hormigón fabricado en iguales condiciones no son iguales, sino que se distribuyen según una función de densidad de probabilidad llamada *distribución normal*.

Características de una distribución normal:

1) **Media**

2) **Dispersión** (recorrido, varianza, desviación típica, coeficiente de variación...)

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

Principios estadísticos

¡No sólo importa la media de la fabricación!



→ 29,30,30,31,30,30,30,31,29,30...



→ 28,31,29,31,32,31,30,30,27,31...



→ 35,31,26,32,30,33,27,34,25,27...

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



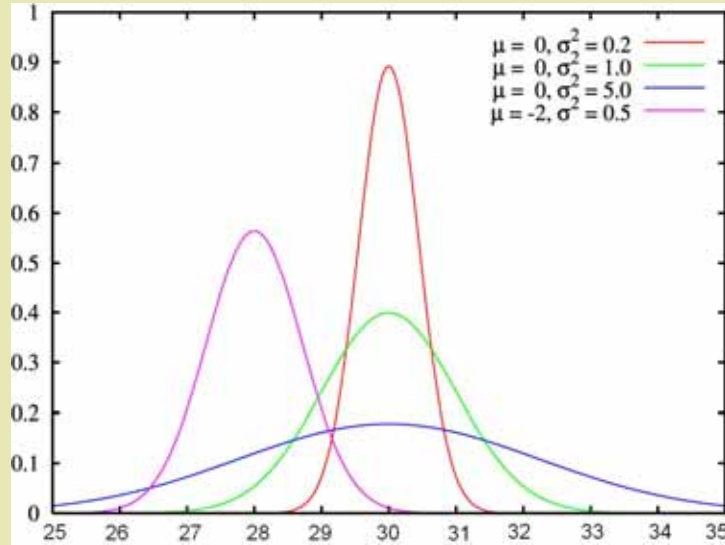
Las 3 medias son 30 MPa, pero...



3. Control del hormigón

Principios estadísticos

Media y dispersión



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

Principios estadísticos

¿Cómo se mide la dispersión en la EHE-08?

Desviación típica (s, σ)
$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Recorrido (r)
$$r_N = x_N - x_1$$

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

Principios estadísticos



→ 29,30,30,31,30,30,30,31,29,30...
 Recorrido: 2
 Desviación: 0,67



→ 28,31,29,31,32,31,30,30,27,31...
 Recorrido: 5
 Desviación: 1,56



→ 35,31,26,32,30,33,27,34,25,27...
 Recorrido: 10
 Desviación: 3,56

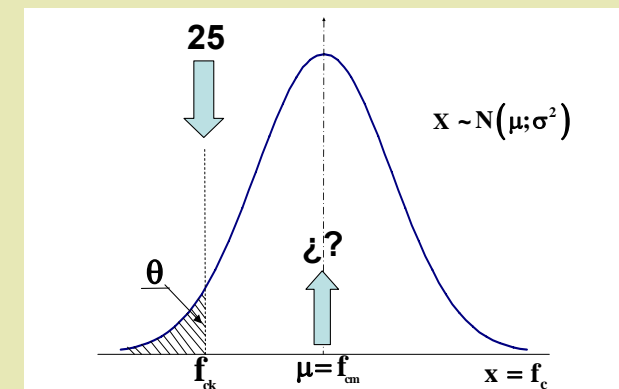
- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

Principios estadísticos

Hormigón especificado:



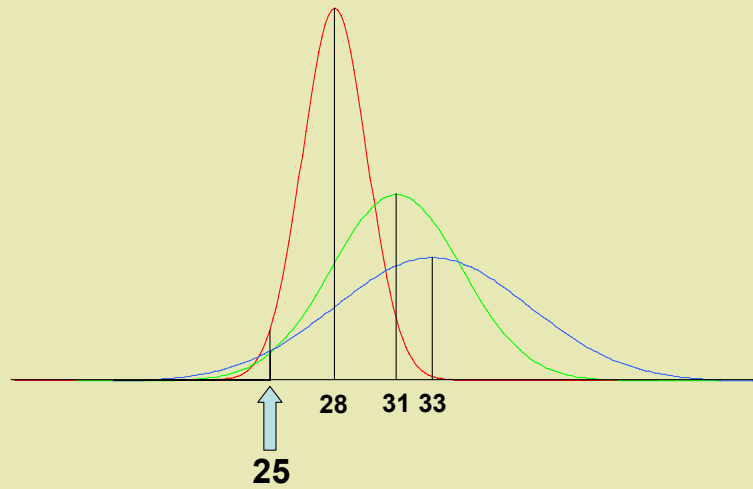
$f_{ck} \equiv$ Resistencia especificada
 $\theta \equiv$ Fracción subnominal

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón Principios estadísticos

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón Principios estadísticos

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

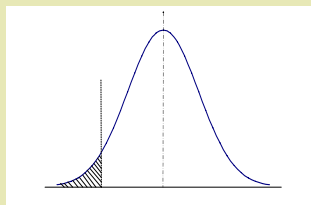
CRITERIOS DE CONFORMIDAD
Y
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN



3. Control del hormigón Principios estadísticos

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

CRITERIO DE CONFORMIDAD



CRITERIO DE ACEPTACIÓN

29,30,30,31,30,30,30,31,29,30...

28,31,29,31,32,31,30,30,27,31...

35,31,26,32,30,33,27,34,25,27...



3. Control del hormigón Principios estadísticos

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

EHE 1998

CRITERIO DE CONFORMIDAD: $\theta \leq 5\%$

CRITERIO DE ACEPTACIÓN : $f_{est} \geq f_{ck}$

$$f_{est} = k_N x_1$$

- Existe una clasificación de centrales/ producciones/ lotes en función del *recorrido relativo*



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

Principios estadísticos

EHE-08

CRITERIO DE CONFORMIDAD: $\theta \leq 5\%$

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN :

- Hormigón no certificado: $\bar{x}_N - k_2 r_N \geq f_{ck}$
- Hormigón certificado: $x_i \geq f_{ck}$
- Hormigón de central de obra: $x_1 - k_3 s_{35} \geq f_{ck}$



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos previos:

- Cuándo se ensaya:

Ensayos previos al suministro

Ensayos durante el suministro

- 1º: Previos al suministro (todos los que proceda):

Ensayos previos

E. característicos de resistencia

E. característicos de dosificación

- 2º: Durante el suministro (se seleccionará un tipo de los 3):

Control Estadístico

Control al 100%

Control indirecto

Ensayos durante



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos previos

Ensayos previos al suministro: Ensayos *previos* y *característicos* (Art. 86.4.3, Anejo 22):

- Ensayos **previos**: comprobar materiales y dosificaciones en cuanto a **resistencia**
- Ensayos **característicos (de resistencia y dosificación)**: comprobar materiales, dosificaciones e **instalación** en cuanto a **resistencia y durabilidad**
- Los **ensayos previos y característicos de resistencia** sólo son necesarios si no existe experiencia anterior en ninguna otra obra de la misma planta.
- Los **ensayos característicos de dosificación** sólo son necesarios si:
 - No existe D.O.R.
 - No haya Certificado de Dosificación (es obligatorio, a su vez, si no hay D.O.R.): Esto se debe a que son necesarios para este certif.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos previos

Ensayos previos (Anejo 22).

- Sólo son necesarios si no hay experiencia.
- 4 amasadas -> 4 series de 2 probetas -> se obtienen 8 probetas y 4 valores.
- Se debe cumplir que:

$$\bar{x}_n \geq f_{ck} + 2\sigma$$

Pudiéndose considerarse $\sigma = 4$ MPa (ya que no habrá datos)

control



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos característicos de resistencia (Anejo 22).

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

- Sólo son necesarios si no hay experiencia.
- 6 amasadas -> 6 series de 2 probetas -> se obtienen 12 probetas y 6 valores.
- Se debe cumplir que:

$$\bar{x}_6 - 0,8(x_6 - x_1) \geq f_{ck}$$

Es decir, a la media de los 6 valores se le restará el 80% del recorrido

control



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos característicos de dosificación (Anejo 22).

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

- Sólo son necesarios si no hay D.O.R. o no hay Certificado de dosificación
- Necesarios para el Certificado de dosificación. Uno para cada tipo de hormigón
- 3 amasadas -> 3 series de 4 probetas -> de cada serie, 2 probetas para resistencia y 2 para penetración (3 valores de resistencia y 3 de penetr.)
- Para la **resistencia** se debe cumplir que:

$$\bar{x}_3 - 1,35(x_3 - x_1) \geq f_{ck}$$

$$\bar{x}_3 - 1,35(x_3 - x_1) \geq 37.3.2b - 5MPa$$



control



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Tabla 312.2.b: Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (*)

Presión de ambiente	Tipo de exposición	Clase de exposición															
		XC1	XC2	XC3	XC4	XC5	XC6	XC7	XC8	XC9	XC10	XC11	XC12				
Resistencia mínima (N/mm²)	Masa	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55	60	60
	Armadura	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55	60	60
	Pavimento	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55	60	60

(*) El valor mínimo debe ser siempre que también se cumpla con cualquier otro requisito de durabilidad especificado en este documento. Se trata de un valor mínimo orientativo. El diseño de hormigón se debería orientar sobre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia. El proyecto que se diseñe debe garantizar que se cumpla con los requisitos de durabilidad especificados en este documento.

$$\bar{x}_3 - 1,35(x_3 - x_1) \geq 37.3.2b - 5MPa$$



control



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos característicos de dosificación.

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

- Para la **penetración** debe cumplir que:

Clase de exposición ambiental	Especificaciones para las profundidades mínimas	Especificaciones para las profundidades medias
IIIc, Dc, Qb (solo en el caso de elementos pretensados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} < 30 \text{ mm}$ $Z_3 < 40 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} < 20 \text{ mm}$ $T_3 < 27 \text{ mm}$
IIIa, IIIb, IV (Ia, E, H, F), Qb (en el caso de elementos en masa o armados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} < 50 \text{ mm}$ $Z_3 < 65 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} < 30 \text{ mm}$ $T_3 < 40 \text{ mm}$
I, IIa, IIb (sin clase específica)	No requiere esta comprobación	No requiere esta comprobación

- No es necesario hacer estos ensayos para ambientes I, IIa, ó IIb



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos para la aceptación durante el suministro:

- Cuándo se ensaya:

Ensayos previos al suministro

Ensayos durante el suministro

- 1º: Previos al suministro (todos los que proceda):

Ensayos previos

E. característicos de resistencia

E. característicos de dosificación

- 2º: Durante el suministro (se seleccionará un tipo de los 3):

Control Estadístico

Control al 100%

Control indirecto

Siguiente

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico (Art 86.5.4)

Es el de aplicación general en todas las obras

Procedimiento:

1º Definir los lotes

2º Ensayar N amasadas por cada lote

3º Decidir la aceptación

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 1º paso: definición de los lotes

- La división en lotes: Plan de Control - Programa de Control.
- Mínimo nº de lotes en una obra: 3.
- Tamaño máximo de los lotes:

Limite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m³	100 m³	100 m³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m²	1.000 m²	—
Número de plantas	2	2	—

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 1º paso: definición de los lotes

- Si el hormigón dispone de D.O.R., los lotes pueden ser mayores
 - D.O.R. según apartado 6 del Anejo 19 (Hasta 2010): **x 2**
 - D.O.R. según apartado 5.1 del Anejo 19: **x 5**

Limite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m³	100 m³	100 m³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m²	1.000 m²	—
Número de plantas	2	2	—

Annotations: 200 m³, 1500 m³, 4 sem., 6 sem.

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 2º paso: realizar los ensayos

- Por cada lote antes definido, se realiza ensayo a N amasadas (cada amasada, a su vez, tendrá 2 probetas o determinaciones)

Resistencia característica especificada en proyecto f_{ck} (N/mm ²)	Hormigones con distintivos de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anexo n° 19	Otros casos
$f_{ck} \leq 30$	$N = 1$	$N \geq 3$
$35 < f_{ck} \leq 50$	$N = 1$	$N \geq 4$
$f_{ck} > 50$	$N = 2$	$N \geq 6$

- La posesión de un D.O.R., de nuevo, permite reducir el número de amasadas ensayadas por cada lote (reduce el nº lotes –hasta por 5- y reduce las amasadas –hasta por 4-)

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

EHE 1998 vs. EHE 2008

AMASADAS EHE 98:

Resistencia característica	Amasadas por lote
$f_{ck} \leq 25$ N/mm ²	$N \geq 2$
$25 < f_{ck} \leq 35$ N/mm ²	$N \geq 4$
$f_{ck} > 35$ N/mm ²	$N \geq 6$

AMASADAS EHE 08:

Resistencia característica especificada en proyecto f_{ck} (N/mm ²)	Hormigones con distintivos de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anexo n° 19	Otros casos
$f_{ck} \leq 30$	$N = 1$	$N \geq 3$
$35 < f_{ck} \leq 50$	$N = 1$	$N \geq 4$
$f_{ck} > 50$	$N = 2$	$N \geq 6$

(también cambian los lotes)

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 3º paso: criterio de aceptación

Depende de que el hormigón:

- 1. Tenga D.O.R.
- 2. No tenga D.O.R.
- 3. No tenga D.O.R., fabricado en obra o central continua
- 4. Tenga D.O.R. según apartado 6 del Anexo 19 (Hasta 2010)

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
1	$x_i \geq f_{ck}$	
Control de recepción		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 s_{25} \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35}^* \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37ª 3 < N < 6 A las amasadas anteriores a la 37ª, se les aplicará el criterio n° 2

4 $f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq f_{ck}$ Control de recepción para hormigones con D.O.R. según el Apto. 6 del Anexo 19)

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 3º paso: criterio de aceptación

1. Tenga D.O.R.

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
1	$x_i \geq f_{ck}$	
Control de recepción		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 s_{25} \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35}^* \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37ª $2 < N < 6$ A las amasadas anteriores a la 37ª, se les aplicará el criterio n° 2

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones





3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 3º paso: criterio de aceptación

1. Tenga D.O.R.: Es un control de identificación.

$$x_i \geq f_{ck}$$

- Si no se cumpliera la condición de la tabla, y sólo en el caso 1 (es decir, hormigones con D.O.R.), se permite la aceptación cuando

$$x_i \geq 0,9 f_{ck} \quad f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq 0,9 f_{ck}$$

Siendo la media la del valor que no cumple más los 14 anteriores

- En el resto de casos, desaparece la aceptación técnica

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 3º paso: criterio de aceptación

2. No tenga D.O.R.

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones		
Control de identificación				
1	$x_i \geq f_{ck}$			
Control de recepción				
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 f_{N} \geq f_{ck}$			
A partir de la amasada 37ª				
Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)			
	3	4	5	6
K_2	1,02	0,82	0,72	0,66
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control estadístico. 3º paso: criterio de aceptación

3. No tenga D.O.R., fabricado en obra o central continua

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones		
Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)			
	3	4	5	6
K_2	1,02	0,82	0,72	0,66
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_2 \sigma_{35} \geq f_{ck}$	<p>A partir de la amasada 37ª</p> <p>$2 \leq N \leq 6$</p> <p>A las amasadas anteriores a la 37ª, se le aplicará el criterio nº 2</p>		

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Criterios de aceptación en el control de la recepción o identificación

Ejemplos Excel

- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones





- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

HA-25			HA-30		
EHE-98	EHE-08 (sin D.O.R.)	D.O.R.	EHE-98	EHE-08 (sin D.O.R.)	D.O.R.
30 Mpa	36 MPa	32 MPa	35 MPa	41 MPa	37 MPa

Planta con $\sigma = 3,54$
 Que se acepte con una probabilidad del 90%
 La resistencia en EHE-08 se refiere a la resistencia para obtener distintivo, no para ser identificado con el criterio de la EHE-08
 Los valores menores de resistencia media con D.O.R. requerida son aproximados, obtenidos con simulaciones de fabricación y se deben a que el control del hormigón es mayor (la muestra de la población es mayor)
 Mínimos contenido de cemento (Ib, IIIa): 300 kg / IIa: 275 kg

Ensayos durante



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control al 100% (Art. 86.5.5):

- Es de aplicación para casos especiales de mucha responsabilidad, ya que requiere ensayar **TODAS LAS AMASADAS (N)**

- Criterio de aceptación:

$$f_{c,real} \geq f_{ck}$$

- Siendo $f_{c,real}$

- El valor menor de los resultados de las amasadas, si son menos de 21
- El valor correspondiente al que ocupa el lugar $n=0,05N$ (si se ordenan de menor a mayor), redondeando por exceso. Por ejemplo, entre 21 y 40 amasadas, sería el 2º más bajo.

Ensayos durante



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Control indirecto de la resistencia (Art. 86.5.6):

- Es de aplicación sólo en los casos:
 - El hormigón tenga D.O.R., y
 - El ambiente sea I o II, y
 - Viviendas de poca envergadura (hasta 2 plantas, o 4 si sólo flexión)

- ¡Pero hay que considerar $f_{cd} = 10 \text{ MPa!}$

- Criterio de aceptación:

La docilidad sea correcta en 4 determinaciones al día

- Aplicación real: Hormigones no estructurales

Ensayos durante



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

¿Qué se ensaya?

- Cuándo se ensaya:

Ensayos previos al suministro

Ensayos durante suministro

- Qué se ensaya:

Docilidad

Resistencia

Penetración H₂O

- Cómo se ensaya y controla (para resistencia durante el suministro)

Control Estadístico

Control al 100%

Control indirecto

- Cómo se ensaya y controla (para ensayos previos al suministro)

Ensayos previos

E. característicos de resistencia

E. característicos de dosificación



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos de docilidad durante el suministro (Art. 86.5.2):

- Se medirá la docilidad mediante cono de Abrams (o Escurrimiento en HAC)
- Se ensayará en cada amasada en la que se evalúe la resistencia

Consistencia definida por su tipo		
Tipo de consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0-2
Plástica	±1	2-6
Blanda	±1	5-10
Fluida	±2	8-17
Líquida	±2	14-22

Consistencia definida por su asiento		
Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Entre 0 - 2	±1	A ± 1
Entre 3 - 7	±2	A ± 2
Entre 8 - 12	±3	A ± 3
Entre 13 - 18	±3	A ± 3



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Ensayos del hormigón. Consecuencias del rechazo:

- 1º
 - Ensayos de **información complementaria (Art. 86.8)** (por iniciativa de la Dirección o de cualquier otro agente, o incumplimiento del control estadístico)
 - Rotura de probetas fabricadas y conservadas en condiciones de obra
 - Rotura de probetas testigo
 - Métodos no destructivos fiables
- 2º
 - Si los anteriores confirman el rechazo, es necesario un **estudio específico de la seguridad de los elementos afectados** por el hormigón del lote rechazado:
- 3º
 - En su caso, **pruebas de carga (Art. 101.2)**



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



3. Control del hormigón

3.2. Ensayos y aceptación

Resumen:

- Los previos al suministro no son necesarios si existe documentación y experiencia previa (D.O.R. o cert. de dosificación)
- Los ensayos durante el suministro se realizan siempre, aunque con D.O.R. son mucho menores.
- El control habitual es el estadístico, que tiene los criterios (habituales):
 - Hormigón con D.O.R. (menos lotes y menos amasadas / lote)

$$x_i \geq f_{ck}, \text{ o } x_i \geq 0,9 f_{ck} \text{ y } f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq 0,9 f_{ck}$$

- Hormigón sin D.O.R. suministrado desde planta:

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



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones



4. Distintivos de Calidad

LOS DISTINTIVOS VOLUNTARIOS DE CALIDAD





- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Niveles de garantía y distintivos de calidad

Artículo 81 (EHE-08)

- De forma **voluntaria**, los productos y procesos pueden disponer de un nivel de garantía superior al mínimo requerido.
- Si es así, para ellos se contempla la aplicación de ciertas consideraciones especiales en:
 - Los criterios de control (documental y de recepción).
 - Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Los DOR en la Instrucción EHE-08

- Los **DOR** pueden referirse (Art. 4.1):
 - Al proyecto de la estructura.
 - A los productos.
 - A los procesos para su construcción.
 - A la consideración de criterios medioambientales.
- A la vista de las posibles mayores garantías técnicas y de trazabilidad (Art. 4.2.2):
 - El **Autor de proyecto** valorará la inclusión en el PPTP la exigencia de emplear materiales, productos o procesos que dispongan de un **DOR**.
 - La **Dirección Facultativa** valorará la conveniencia de exigir productos o procesos que dispongan de un **DOR**, **aún en el caso de no estar previsto en el proyecto**.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Exigencias establecidas en el Anejo 19 para los DOR

- Requisitos de carácter general.
- Requisitos de carácter particular:
 - Hormigón
 - Armadura pasivas
 - Elementos prefabricados
 - Acero para armaduras pasivas
 - Acero para armaduras activas
 - Sistemas de aplicación del pretensado
- Requisitos del Organismo Certificador.
- Requisitos de los laboratorios verificadores.
- Requisitos del sistema de producción del fabricante.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Requisitos de los DOR para Hormigón





- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Requisitos del DOR para Hormigón

- Transitoriamente, hay previstos **dos niveles de garantía** para el hormigón.
- Son excluyentes, con el fin de evitar confusiones en el mercado.**
- En esta ponencia se exponen los requisitos correspondientes al nivel de garantía más exigente (apartado 5.1 del Anejo 19).
 - El nivel menos exigente (apartado 6 del Anejo 19) es válido hasta el 31/12/2010.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Requisitos del DOR para Hormigón

- Garantías de **trazabilidad** (amasada y productos componentes).
- Garantías del proceso de amasado y del sistema de transporte.
 - Fabricación en amasadoras fijas con sistema de lacrado.
 - Alternativamente, en amasadoras móviles siempre que el Organismo Certificador garantice un control adecuado de la homogeneidad y calidad del proceso.
 - Unidades de transporte dotadas de registro continuo de resistencia en las palas, depósitos de agua lacrados y sistema de localización geográfica.
- Dosificaciones auditadas por el sistema de certificación.
- Considerar **productos diferentes** a los hormigones designados por características que tengan **diferentes resistencias o ambientes**.
- Control de conformidad más exigente.
- Variación acotada de la desviación típica (σ) y del coeficiente de variación (δ) de la resistencia.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Valores límite de (σ) y (δ)

Resistencia especificada para el hormigón, f_{ck} (N/mm ²)	Desviación típica de la población, σ (N/mm ²)	Coefficiente de variación de la población, δ
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

Coefficiente de variación = Desviación típica / Resistencia media



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad

Inscripción de los DOR

Los **DOR** se podrán inscribir en un registro específico creado al efecto en la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento (Subdirección General de Normativa, Estudios Técnicos y Análisis Económico), que se encargará de su difusión y general conocimiento.

<http://www.fomento.es/cph>



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

4. Distintivos de Calidad



Inicio > Órganos Colegiados > CPH > Reconocimiento de distintivos

CPH

Reconocimiento de distintivos

Resolución de 26 de abril de 2005, de la Secretaría General Técnica por la que se reconoce y se renueva el reconocimiento a diversos distintivos de calidad, a los efectos de la instrucción de hormigón estructural

Ferralla

CV AIDICO entidad de certificación
AENOR

Hormigón preparado

CV AIDICO entidad de certificación
AENOR

Cemento

CV AIDICO entidad de certificación
AENOR

APPLUS

Productos de acero para hormigón

AENOR



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos**
- 5 conclusiones

5. Conclusiones

Conclusiones relativas al control del hormigón

- Se aumenta la confianza en el hormigón a nivel de cálculo. Por ello, **se exige mayor calidad al hormigón suministrado**
- Se aumenta la preocupación por la durabilidad y el control de la dosificación. Es obligatorio el **Certificado de Dosificación** (salvo que el hormigón tenga D.O.R.)
- El **control estadístico** del hormigón (habitual) cambia de criterio de aceptación, estableciéndose **nuevos criterios** según casos. El no conocimiento de estos criterios **puede suponer el rechazo del hormigón que se fabrique, aun siendo aceptable según la EHE-98**. En el caso general, **desaparece el criterio de aceptación técnico** de $f_{est} > 0,9 f_{ck}$.



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones**

5. Conclusiones

Conclusiones relativas a los D.O.R.

- La utilización del hormigón con **DOR** supone una ventaja en fase de **proyecto** y de ejecución y **control**. Por lo tanto, **puede venir exigido desde proyecto la necesidad de utilizar hormigón con D.O.R.**
- El papel de los **DOR** es especialmente significativo en esta instrucción, permitiendo la **exención de casi la totalidad de ensayos de recepción**
- La posesión de un Distintivo supondrá ventajas para el fabricante (al asegurar la calidad y aumentar el control, la exigencia de resistencia absoluta será menor), para el constructor (menos probetas, más aceptación) y para el proyectista (menores coeficientes de seguridad).



- 1 introducción
- 2 bases generales
- 3 control del hormigón
- 4 distintivos
- 5 conclusiones**

5. Conclusiones

Para cualquier consulta o aclaración:

mvera@ieca.es

O a través de la página web:

www.iecasur.com

IECA presta asistencia técnica gratuita en temas relacionados con el cemento y sus aplicaciones (hormigones, estabilizaciones, etc.)





Gracias por su atención.