



# Control del formigó

El control de qualitat segons la Instrucció EHE 08



**Gemma Muñoz**  
Arquitecta tècnica i arquitecta  
Professora d'estructures  
de la UPC i del CAATEEB

Actualment, en el marc normatiu referent a les estructures hi ha hagut molts canvis importants. Un dels últims n'ha estat l'aprovació de la Instrucció de formigó estructural (EHE 08) el passat divendres 22 d'agost, que va entrar en vigor l'1 de desembre de 2008. A l'Informatiu d'octubre de 2008 es va fer un repàs als canvis més rellevants que es poden obtenir de la nova EHE. Però s'ha cregut convenient ampliar el tema referent al control de qualitat.

### El control de qualitat segons la Instrucció EHE-08

Amb la Instrucció EHE 98 es realitzava el control de qualitat del formigó i dels seus materials components, de l'acer (tant armadures actives com passives), els seus ancoratges, acoblaments, beines, equips i altres accessoris característics de la tècnica del pretesat, de la injecció i de la execució de l'obra.

Per tant, fins ara, es controlava només el control la recepció dels materials.

Amb l'entrada de la EHE-08 i amb total concordança amb el Codi Tècnic de l'Edificació, la nova Instrucció indica que la direcció facultativa realitzarà els següents controls:

- 1. Control de la conformitat dels productes que se subministren a l'obra
- 2. Control de l'execució de l'estructura
- 3. Control de l'estructura acabada.

La Instrucció té en compte una sèrie de comprovacions que permeten desenvolupar els controls anteriors. No obstant això, la direcció facultativa podrà també optar per:

- Altres alternatives de control sempre que es demostrï, sota la seva supervisió i responsabilitat, que siguin equivalents i no suposin una disminució de les garanties per a l'usuari;
- Un sistema de control equivalent que millori les garanties mínimes per a l'usuari establertes per l'articulat, com materials, productes i processos en possessió de distintius de qualitat oficialment reconeguts.

### Els agents del control de la qualitat

La direcció facultativa tindrà les següents obligacions respecte al control:

- a) Aprovar un programa de control de qualitat per a l'obra que desenvolupi el pla de control inclòs en el projecte, i
- b) Vetllar pel desenvolupament i validar les activitats de control en els següents casos:
  - control de recepció dels productes que es col·loquin a l'obra,



- control de l'execució, i
- en el seu cas, control de recepció d'altres productes que arribin a l'obra per ser transformats en les instal·lacions pròpies d'aquesta.

El control de recepció dels productes, el control d'execució i, en el seu cas, el control de projecte, podran ser realitzats amb l'assistència tècnica d'entitats de control de qualitat amb capacitat suficient i independents de la resta dels agents que intervinguin a l'obra.

### Els processos del control

Per tant, a través d'aquesta primera definició obtenim tot un seguit de processos a seguir, que s'hauran d'anar detallant pas a pas durant tota l'execució de l'obra.

Primerament s'haurà de realitzar el pla i programa de control. En cas necessari, quan la propietat ho demani, abans de l'inici de l'obra es podrà realitzar la conformitat del projecte. Posterior-

ment durant el transcurs de l'obra en la recepció dels materials s'haurà de realitzar la conformitat dels productes. Mentre es va executant l'obra, aquesta també haurà de patir la conformitat dels processos d'execució i, finalment, un cop acabada l'estructura es realitzarà la comprovació de la conformitat de l'estructura acabada.

Per tant, obtenim la següent correlació:

### ELS PROCESSOS DE CONTROL 1. PLA I PROGRAMA DE CONTROL

Abans d'iniciar les activitats de control a l'obra, la direcció facultativa aprovarà un programa de control, preparat d'acord amb el pla de control definit en el projecte i considerant el pla d'obra del constructor.

És per aquest motiu que apareix un nou document que haurà de realitzar el constructor: El pla d'autocontrol que inclogui totes les activitats i processos de l'obra. El constructor té l'obligació de definir i desenvolupar un sistema de seguiment,

que permeti comprovar la conformitat de l'execució. Per això, realitzarà un pla d'autocontrol i hi ha d'incorporar, tenint en compte les seves particularitats, el programa previst per a la seva execució, que haurà de ser aprovat per la DF abans de l'inici dels treballs.

**El programa de control tindrà en compte, almenys, els següents aspectes:**

- a) la identificació de productes i processos objecte de control, definint els corresponents lots de control i unitats d'inspecció, descrivint per a cada cas les comprovacions a realitzar i els criteris a seguir en el cas de no conformitat;
- b) la previsió de mitjans materials i humans destinats al control amb identificació, en el seu cas, de les activitats a subcontractar;
- c) la programació del control, en funció del procediment d'autocontrol del constructor i el pla d'obra previst per a l'execució d'aquest;
- d) la designació de la persona encarregada de les preses de mostres, i
- e) el sistema de documentació del control que s'utilitzarà durant l'obra.

**2. CONFORMITAT DEL PROJECTE**

La propietat podrà decidir la realització del control de projecte amb l'assistència tècnica d'una entitat de control de qualitat. El control del projecte té per objecte comprovar la seva conformitat amb la Instrucció EHE 08, que les obres a les quals es refereix el projecte estiguin suficientment definides per a la seva execució i que es compleixin les exigències relatives a la seguretat, funcionalitat, durabilitat i protecció del medi ambient.

Quan la propietat decideixi la realització del control de qualitat del projecte, escollirà un dels següents nivells:

- a) Control a nivell normal
- b) Control a nivell intens

La freqüència de comprovació, segons el nivell de control adoptat, no ha de ser menor que els següents (vegeu taula inferior).

En general, l'elecció del nivell de control serà en funció dels aspectes tals com l'entitat de les obres, la complexitat estructural i repercussió econòmica o social que les eventuais errades puguin ocasionar.

**3. CONFORMITAT DELS PRODUCTES**

El control de recepció dels productes té per objecte comprovar que les seves característiques tècniques compleixin allò exigint en el projecte.



ques compleixin allò exigint en el projecte.

En el cas de productes que hagin de disposar de marcatge CE es podrà comprovar la seva conformitat mitjançant la verificació que els valors declarats en els documents que acompanyin el marcatge permetin deduir el compliment de les especificacions indicades en el projecte i en l'EHE 08.

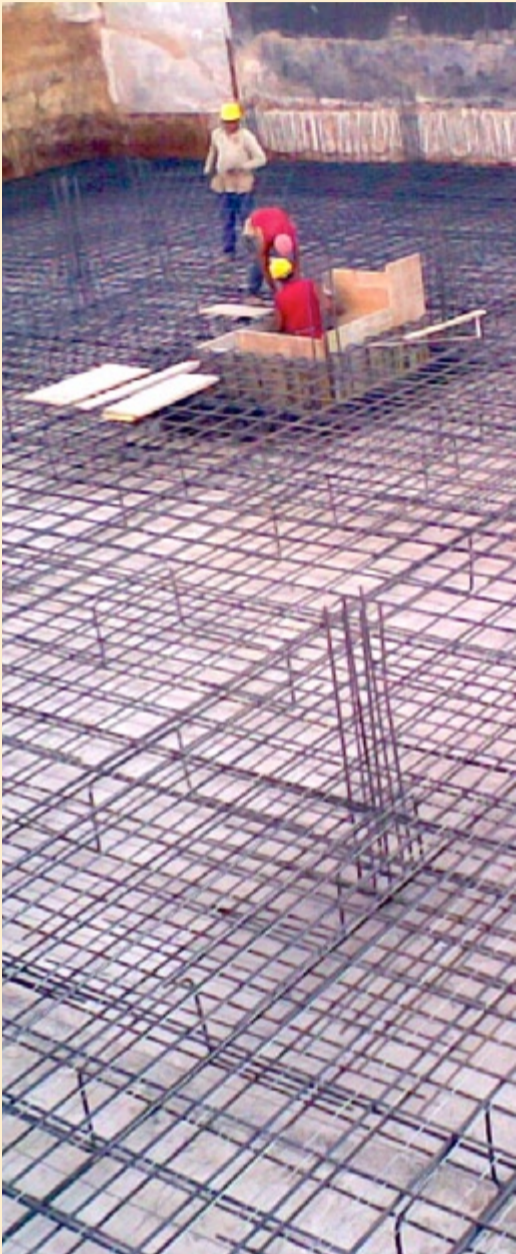
En altres casos, el control de recepció dels productes comprendrà:

- a) Control de la documentació dels subministres; Els subministres entregaran al constructor, qui també ho facilitarà a la direcció facultativa, qualsevol document d'identificació del producte exigint per la reglamentació aplicable. Aquests documents són els següents, depenent de la fase de subministrament en què es trobi:

<b>Abans</b>	Documents de conformitat, marcatge CE, declaració del subministrador
<b>Durant</b>	Fulls de subministrament
<b>Després</b>	Certificat de garantia del producte

- b) Control mitjançant distintius de qualitat; Els subministres entregaran al constructor, qui també ho facilitarà a la direcció facultativa, una còpia compulsada per persona física dels certificats que avalin que els productes que se subministraran estan en possessió d'un distintiu de qualitat oficialment reconegut.
- c) Control mitjançant assajos. Per verificar el compliment de les exigències tal com es realitza ja actualment.

CONTROL DE L'EXECUCIÓ	
PROGRAMACIÓ DEL CONTROL D'EXECUCIÓ	
Abans d'iniciar l'execució de l'estructura, la DF, haurà d'aprovar el Programa de control, que desenvolupa el Pla de control definit pel projecte, tenint en compte el pla d'autocontrol del Constructor	
<b>NIVELLS DE CONTROL D'EXECUCIÓ</b>	Control d'execució a nivell normal Control d'execució a nivell intens
<b>LOTS D'EXECUCIÓ</b>	Es dividirà l'estructura per metres quadrats per tal de realitzar un estudi per lots. Els elements que es separaran seran per fonamentació, bigues, pilars i forjats.
<b>UNITATS D'INSPECCIÓ</b>	Les unitats d'inspecció estan compostes pels: acopis, encofrats, despeçament de plànols, muntatge d'armadures, abocat del formigó i totes les actuacions necessàries per a la correcta realització d'estructures de formigó.
<b>FREQUENCIES DE COMPROVACIÓ</b>	Depenent de cada unitat d'inspecció ens detallan el número mínim d'activitats que s'han controlat. Ens detallan el que ha de fer l'autocontrol del Constructor i el que haurà fet el Control extern.



#### 4. CONFORMITAT DELS PROCESSOS D'EXECUCIÓ

Durant la construcció de l'estructura la direcció facultativa en controlarà l'execució de cada part verificant el seu replanteig, els productes que s'hi utilitzin i la correcta execució i disposició dels elements constructius.

El control que s'efectuarà estarà comprès per part de:

- a) El control de producció del constructor, segons el document d'autocontrol.
- b) La realització d'inspeccions dels processos durant l'execució (direcció facultativa)

Per tant demana compromís pel control a les dues parts més importants de l'execució de l'obra.

#### 5. COMPROVACIÓ DE LA CONFORMITAT DE L'ESTRUCTURA ACABADA

Una vegada finalitzada l'estructura, en el seu conjunt o alguna de les seves fases, la direcció facultativa vetllarà perquè se'n realitzin les comprovacions i proves de càrrega exigides, en el seu cas, per la reglamentació vigent que li fóra aplicable, a més a més de les que es puguin establir voluntàriament al projecte o decidir per la pròpia direcció facultativa, determinant la validesa, en el seu cas, dels resultats obtinguts. ■

CONTROL DE LA CONFORMITAT DELS PRODUCTES																																					
ÀRIDS, ADDITIUS, ADICIONS I AIGUA																																					
<b>ÀRIDS</b>	Marcatge CE Àrids d'autoconsum: Certificat d'assaig																																				
<b>ADDITIUS</b>	Marcatge CE Additiu no inclosos en les normes harmonitzades: Certificat d'assaig																																				
<b>ADICIONS</b>	Marcatge CE																																				
<b>AIGUA</b>	Eximir de realització d'assajos quan s'utilitzi aigua potable de xarxa de subministrament																																				
CONTROL DEL FORMIGÓ																																					
<b>REALITZACIÓ D'ASSAJOS</b>	A 28 dies																																				
<b>DOCILITAT</b>	Mètode d'assentament																																				
<b>CONTROL DURANT EL SUBMINISTRAMENT</b>	Full de subministrament																																				
<b>CONTROL DE LA DOCILITAT</b>	Toleràncies segons taula 86.5.2.1 del mateix article <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Tabla 86.5.2.1. Tolerancias para la consistencia del hormigón</caption> <thead> <tr> <th colspan="3">Consistencia definida por su tipo</th> </tr> <tr> <th>Tipo de consistencia</th> <th>Tolerancia en cm</th> <th>Intervalo resultante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Seca</td> <td>0</td> <td>0 - 2</td> </tr> <tr> <td>Plástica</td> <td>±1</td> <td>2 - 6</td> </tr> <tr> <td>Blanda</td> <td>±1</td> <td>5 - 10</td> </tr> <tr> <td>Fluida</td> <td>±2</td> <td>8 - 17</td> </tr> <tr> <td>Líquida</td> <td>±2</td> <td>14 - 22</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Consistencia definida por su asiento</caption> <thead> <tr> <th>Asiento en cm</th> <th>Tolerancia en cm</th> <th>Intervalo resultante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Entre 0 - 2</td> <td>±1</td> <td>As1</td> </tr> <tr> <td>Entre 3 - 7</td> <td>±2</td> <td>As2</td> </tr> <tr> <td>Entre 8 - 12</td> <td>±3</td> <td>As3</td> </tr> <tr> <td>Entre 13 - 18</td> <td>±3</td> <td>As3</td> </tr> </tbody> </table>	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	Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante	Entre 0 - 2	±1	As1	Entre 3 - 7	±2	As2	Entre 8 - 12	±3	As3	Entre 13 - 18	±3	As3
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																																			
Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante																																			
Entre 0 - 2	±1	As1																																			
Entre 3 - 7	±2	As2																																			
Entre 8 - 12	±3	As3																																			
Entre 13 - 18	±3	As3																																			
<b>CONTROLS DE RESISTÈNCIA DEL FORMIGÓ</b>	Modalitat 1. Control estadístic, segons 86.5.4, Modalitat 2. Control al 100 per 100, segons 86.5.5, i Modalitat 3. Control indirecte, segons 86.5.6.																																				
<b>MIDA MÀXIMA DE LOTS DE CONTROL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Límite superior</th> <th colspan="3">TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)</th> <th>Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)</th> <th>Meczos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen de hormigón</td> <td>100 m<sup>3</sup></td> <td>100 m<sup>3</sup></td> <td>100 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de hormigonado</td> <td>2 semanas</td> <td>2 semanas</td> <td>1 semana</td> </tr> <tr> <td>Superficie construida</td> <td>500 m<sup>2</sup></td> <td>1.000 m<sup>2</sup></td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Número de plantas</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> <p>Quan un lot estigui constituït per pasterades de formigons en possessió d'un distintiu oficialment reconegut, se'n podrà augmentar la dimensió multiplicant els valors per 5 o 2 en funció de quin nivell de garantia tinguin.</p> <p>No s'hi admet barrejar grups de tipus d'elements estructurals diferents</p>	Límite 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.)	Meczos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)	Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana	Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	---	Número de plantas	2	2	---													
Límite 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.)	Meczos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)																																		
Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>																																		
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana																																		
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	---																																		
Número de plantas	2	2	---																																		
<b>N PASTERADES CONTROLADES</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Resistencia característica especificada en proyecto <math>f_{ck}</math> (N/mm<sup>2</sup>)</th> <th>Hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anexo 10</th> <th>Otros casos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>f_{ck} \leq 30</math></td> <td><math>N \geq 1</math></td> <td><math>N \geq 3</math></td> </tr> <tr> <td><math>35 \leq f_{ck} \leq 50</math></td> <td><math>N \geq 1</math></td> <td><math>N \geq 4</math></td> </tr> <tr> <td><math>f_{ck} &gt; 50</math></td> <td><math>N \geq 2</math></td> <td><math>N \geq 6</math></td> </tr> </tbody> </table>	Resistencia característica especificada en proyecto $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anexo 10	Otros casos	$f_{ck} \leq 30$	$N \geq 1$	$N \geq 3$	$35 \leq f_{ck} \leq 50$	$N \geq 1$	$N \geq 4$	$f_{ck} > 50$	$N \geq 2$	$N \geq 6$																								
Resistencia característica especificada en proyecto $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anexo 10	Otros casos																																			
$f_{ck} \leq 30$	$N \geq 1$	$N \geq 3$																																			
$35 \leq f_{ck} \leq 50$	$N \geq 1$	$N \geq 4$																																			
$f_{ck} > 50$	$N \geq 2$	$N \geq 6$																																			
<b>CRITERIS D'ACCEPTACIÓ</b>	<p>Cas 1: Formigons amb possessió de distintiu de qualitat fins a 2010 <math>f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645\sigma \geq f_{ck}</math>.</p> <p>Cas 2: Formigons amb possessió de distintiu de qualitat a partir de 2010 <math>x_i \geq f_{ck}</math>.</p> <p>Cas 3: Formigons sense distintiu <math>f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 r_N \geq f_{ck}</math>.</p> <p>Cas 4: Formigons sense distintiu però controlats a obra <math>f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35}^* \geq f_{ck}</math>.</p>																																				
<b>CONTROL INDIRECTE I CONTROL 100x100</b>	Molt semblant a la normativa EHE-98																																				
<b>CERTIFICAT DEL FORMIGÓ SUBMINISTRAT</b>	Certificat dels formigons subministrats, amb la indicació dels tipus i quantitats pròpies, elaborat per fabricant																																				
<b>DECISIONS DERIVADES DEL CONTROL EN CAS NEGATIU</b>	<p><b>Només als formigons amb distintiu de qualitat</b> se'ls acceptarà el lot quan els valors individuals obtinguts siguin superiors a <math>0,90 f_{ck}</math></p> <p>Disposar de la realització d'assajos d'informació complementària</p> <p>Realització d'estudi específic de la seguretat dels elements afectats pel formigó del lot sotmès a acceptació</p> <p>Assaig del comportament estructural de l'element realment construït</p>																																				
CONTROL DE L'ACER I ARMADURES																																					
<b>ACER</b>	<p>En cas de possessió marcatge CE, se'n demanaran els documents necessaris</p> <p>Possessió de distintiu de qualitat</p> <p>Assajos de comprovació durant la recepció</p> <p>Subministraments de menys de 300T: Subministraments de més de 300T</p>																																				
<b>ARMADURES</b>	<p>En cas de possessió marcatge CE, se'n demanaran els documents necessaris</p> <p>Comprovar la conformitat mitjançant l'aplicació dels mateixos criteris establerts amb l'acer</p> <p>Control de cada remesa d'armadures que se subministri</p>																																				