

# Control d'execució de l'estructura de formigó

**Exemple de control de qualitat** de l'execució de l'estructura segons la instrucció EHE-08

## Gemma Muñoz

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

■ L'1 de desembre de 2008 va entrar en vigor la nova normativa del formigó la EHE-08. A l'Informatiu d'octubre de 2008 es va fer un repàs dels canvis més rellevants d'aquesta Instrucció i a l'abril 2009 es va explicar més detalladament el nou control de qualitat.

Ja en les anteriors instruccions del formigó es demanava el control de qualitat de recepció dels materials i el control d'execució. 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 direcció facultativa es pot ajudar d'entitats de control de qualitat per a realitzar aquest control.

*A la web del CAATEEB a l'apartat de l'Àrea Tècnica Control de qualitat podem obtenir una aplicació per a calcular els lots de l'obra.*

Així doncs, apareix el **control d'execució** estructurat segons la Instrucció, detallat des del començament amb la seva planificació d'acord amb les prescripcions de la Instrucció. 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.

Tal com es va indicar en l'anterior article del control de qualitat, el constructor haurà de fer el seguiment de la seva execució, d'acord amb el pla d'obra i el procediment d'autocontrol de l'execució de l'estructura, documents que hauran de estar elaborats per aquest, abans de l'inici de l'execució. El control extern, per part de la direcció facultativa inclourà la comprovació de la documentació de seguiment del autocontrol del constructor. 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

## CARACTERÍSTIQUES DE L'EXEMPLE



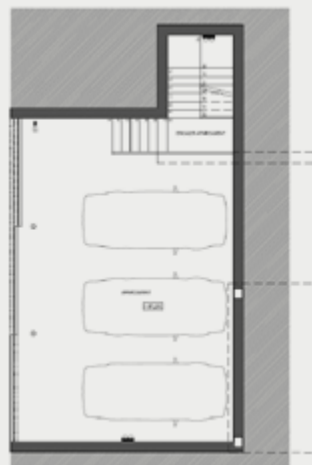
VISTA EXTERIOR FRONTAL D'HABITATGE UNIFAMILIAR



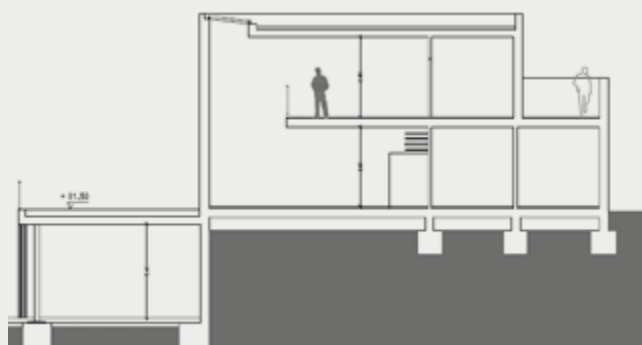
VISTA EXTERIOR LATERAL D'HABITATGE UNIFAMILIAR



PLÀNOL DE LA PLANTA PRIMERA



PLANTA SOTERRANI



PLÀNOL DE LA SECCIÓ LONGITUDINAL



PLÀNOL DE PLANTA BAIXA

dues parts més importants de l'execució de l'obra. Tot seguit fem un resum d'un exemple real del control de qualitat d'execució en una obra, per poder veure les prescripcions que, per al control de qualitat d'execució, estableix la nova Instrucció del formigó, tot de forma pràctica perquè pugui servir com a guia per al control de les nostres estructures de formigó (vegeu quadre "Característiques de l'exemple").

### Control de l'execució de l'estructura de formigó

Programació del control de l'execució de l'estructura de formigó

Per programar el control de l'execució es procedeix a formar lots aplicant els criteris establerts a la taula 92.4. de la Instrucció EHE-08 (vegeu quadre 1).

Aquests lots es correspondran amb parts successives en el procés d'execució de la fonamentació i estructura i no barrejant elements de tipologia estructural diferent.

En el nostre exemple les dades necessàries per a la formació de lots de control d'execució seran els següents (vegeu quadre 2).

A la web del CAATEEB a l'apartat de l'Àrea Tècnica – Control de qualitat podem obtenir una aplicació per a calcular els lots de l'obra. En aquesta taula s'haurà d'indicar si l'estructura és simple o complexa i a més a més el nivell de control (Fila 3 de l'aplicació).

Així col·locant totes les dades automàticament obtenim la quantitat de lots a realitzar en l'obra (vegeu quadre 3).

Una vegada introduïdes les dades, obtenim els lots de cada agrupació de lots a la columna "Inspeccions externes – Lots de Control"

Pel desenvolupament del seguiment de control de qualitat convé facilitar la feina detallant gràficament els lots (vegeu quadre 4).

Tipo de obra	Elementos de cimentación	Elementos horizontales	Otros elementos
Edificios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m<sup>2</sup> de superficie</li> <li>50 m de pantallas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigas y Forjados correspondientes a 250 m<sup>2</sup> de planta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigas y pilares correspondientes a 500 m<sup>2</sup> de superficie, sin rebasar las dos plantas</li> <li>Muros de contención correspondientes a 50 ml, sin superar ocho puestas</li> <li>Pilares "in situ" correspondientes a 250 m<sup>2</sup> de forjado</li> </ul>
Puentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 500 m<sup>2</sup> de superficie, sin rebasar tres cimentaciones</li> <li>50 m de pantallas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>500 m<sup>3</sup> de tablero sin rebasar los 30 m lineales, ni un tramo o una dovola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>200 m<sup>3</sup> de pilas, sin rebasar los 10 m de longitud de pila, dos estribos</li> </ul>
Chimeneas, torres, depósitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m<sup>2</sup> de superficie</li> <li>50 m de pantallas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementos horizontales correspondientes a 250 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alzados correspondientes a 500 m<sup>2</sup> de superficie o a 10 m de altura</li> </ul>

QUADRE 1

TIPUS D'ELEMENT	ELEMENT	Superfície m <sup>2</sup>	Metres lineals	Núm. Posades
Elements de fonamentació	Sabates	246		
	Mur Soterrani		35	6
Elements horitzontals	Forjat unidireccional	470		
Altres elements	Pilars <i>in situ</i>	224		

QUADRE 2

CARACTERÍSTIQUES DE L'EDIFICI OBJECTE D'ESTUDI		
EDIFICI DE PETITES DIMENSIONS		
Títol del projecte	Projecte d'habitatge unifamiliar aïllat	
Ús	Habitatge	
Descripció:	Habitatge unifamiliar aïllat de tres plantes, planta soterrani, planta baixa i planta primera	
ELEMENTS	DADES	DESCRIPCIÓ
Fonamentació	145,45 m <sup>2</sup>	Sabates aïllades i sabates conjuntes de formigó armat
Mur	35 ml	Mur soterrani de formigó armat <i>in situ</i>
Planta Soterrani	79,35 m <sup>2</sup>	Forjat unidireccional de biguetes pretesades i revoltos ceràmics
Forjat Sanitari	159,07 m <sup>2</sup>	Forjat unidireccional de biguetes autoportants i revoltos ceràmics.
Planta Baixa	159,07 m <sup>2</sup>	Forjat unidireccional de biguetes pretesades i revoltos ceràmics. L'estructura vertical composta de pilars de formigó armat <i>in situ</i>
Planta Primera	57,90 m <sup>2</sup>	Forjat unidireccional de biguetes pretesades i revoltos ceràmics. L'estructura vertical composta de pilars de formigó armat <i>in situ</i>

### Càlcul de les unitats d'inspecció a realitzar

Una vegada calculats els lots de control d'execució, procedim a calcular les unitats d'inspecció mínimes obligatòries segons la Instrucció EHE-08.

L'avaluació dels lots es realitza mitjançant comprovacions o verificacions d'una sèrie d'activitats específiques del procés d'execució, com poden ser el replanteig, muntatge d'armadures, etc... Cada comprovació o verificació és una unitat d'inspecció.

Aplicant la mesura màxima de la unitat d'inspecció de la taula 92.5. de la Instrucció determinarem el nombre total d'unitats d'inspecció de l'activitat d'execució corresponent. D'aquestes unitats d'inspecció calculades, com a mínim, s'haurà de realitzar les indicades en la taula 92.6. Aquesta taula indica també les inspeccions mínimes per lot que haurà de realitzar la constructora en el seu control intern (i que després es comprovarà per part de la direcció facultativa).

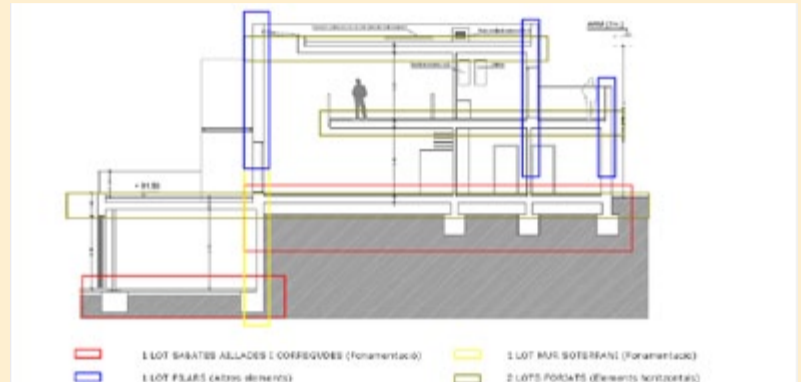
Per a cada agrupació de lots obtingut s'haurà de complementar el full corresponent a la pestanya UILCx. En el nostre cas farem l'exemple de les sabates que serà el UILC1 per la agrupació de lots SABATES (vegeu quadre 5).

Per complementar el full, primer activarem les caselles de les activitats que es corresponen amb l'execució dels elements (segona columna). Per aquestes activitats seleccionades introduïrem les dades de la nostra obra (caselles en blanc) corresponent als criteris pel càlcul de les unitats d'inspecció del procés o activitat.

En l'última columna apareixen les unitats d'inspecció per activitat, per a l'agrupació de lots corresponents.

Grups LOT	tipus d'element	Distintiu de Q Oficialment reconegut	DESIGNACIÓ	Núm posades	inspeccions externes
LC1	Sabates	<input type="checkbox"/>	SABATES	0	1
LC2	Murs de contenidó	<input type="checkbox"/>	MURS SOTERRANI	0	1
LC3	Bigues i forjats	<input type="checkbox"/>	FORJATS	0	2
LC4	Pilars	<input type="checkbox"/>	PILARS	0	1
LC5	Pilars	<input type="checkbox"/>		0	0

QUADRE 3



QUADRE 4

En els fulls LCx (quadre 6) ens apareix les activitats prèviament seleccionades, el número mínim d'unitats d'inspecció per lot que s'hauran de realitzar (tant pel control extern com per l'autocontrol), i les unitats totals d'inspecció per activitat (calculades als fulls UILCx).

El procediment descrit per les sabates el repetirem per la resta d'elements: mur soterrani, forjats i pilars.

**Seguiment del control d'execució**

En el transcurs de les obres, s'aniran realitzant les unitats d'inspecció programades. En aquest apartat proposem una manera de portar el registre de les unitats de control realitzades, tant pel control extern (direcció facultativa/entitats de control), com l'intern (constructora).

El seguiment de control de l'execució es podrà realitzar mitjançant els fulls LCx, indicat en la imatge anterior.

Aquest fulls presenten les activitats objecte de control, el número de lots, les unitats d'inspecció mínimes per lot, indicades a la taula 92.6 de l'EHE-08, les unitats d'inspecció totals per activitat i una forma de portar el registre de les inspeccions externes realitzades i les unitats d'inspecció internes controlades per la direcció facultativa.

El quadre 6 mostra un exemple dels assentaments de les unitats d'inspecció realitzades pel control extern i de les unitats d'inspecció del autocontrol comprovades per la direcció facultativa corresponents totes al lot LC1-1.

**Conclusions**

En aquest exemple s'ha explicat breument el procés esquemàticament tant de la programació com del seguiment del control de qualitat en l'execució aplicat a un cas real.

Esperem que els hagi servit per entendre millor aquest nou mètode demanat per l'aplicació de la nova Instrucció EHE-08.

Per tal de veure detalladament tot aquest procés, el CAATEEB ha redactat el DOCUMENT A L'ABAST, on surt explícitament pas a pas. Així mateix també s'amplia amb altres casos ben diferenciats:

- 1. Obra nova de grans dimensions
  - 2. Obra nova vivenda unifamiliar
  - 3. Obra de rehabilitació vivenda unifamiliar
- I es realitza el mateix exemple de control de qualitat de la recepció del formigó a l'obra. ■

**El CAATEEB ha preparat un Document a l'Abast per veure detalladament tot aquest procés**

grup de lots	PROCESSOS I ACTIVITATS D'EXECUCIÓ	dades obra	Criteris pel càlcul de les unitats d'inspecció del procés o activitat	Màxim per unitat d'inspecció	unitats d'inspecció per criteri	Unitats d'inspecció per activitat	
LC1	<input checked="" type="checkbox"/> Gestió d'aplec	2	Aplec ordenat per material, forma de subministrament, fabricant i partida subministrada, en el seu cas	1	1	1	
	<input checked="" type="checkbox"/> Replanteigs	2	Nivell o planta a executar	1	1	1	
	<input type="checkbox"/> Cintres		m <sup>2</sup> de cinta	3000	0	0	
	<input type="checkbox"/> Encofrats i motils			nivell d'apuntalament,	1	0	0
				nivell d'encofrat de suports,	1	0	
				nivell d'apuntalament per planta d'edificació llums, en el cas de ponts	1	0	
	<input checked="" type="checkbox"/> Especejament dels plànols d'armadures dissenyades segons projecte	2	Remeses d'armadures (planetes corresponents)	1	1	1	
	<input checked="" type="checkbox"/> Muntatge de les armadures mitjançant lligat	3	Núm. de jornades d'elaboració d'armadures	1	2	2	
	<input type="checkbox"/> Muntatge de les armadures, mitjançant soldadura		Núm. de jornades d'elaboració d'armadures	1	0	0	
	<input checked="" type="checkbox"/> Geometria de les armadures elaborades	3	Núm. de jornades d'elaboració d'armadures	1	2	2	
	<input checked="" type="checkbox"/> Col·locació de les armadures als encofrats			nivell de suports (planta) en edificació	1	1	1
				nivell de forjats (planta) en edificació, llums, en el cas de ponts	1	0	
	<input type="checkbox"/> Operacions d'aplicació del pretesat			plaques d'ancoratge, en el cas de posttesat Armadures preteses	1	0	0
	<input checked="" type="checkbox"/> Abocament i posada en obra del formigó		2	jornades	1	1	1
			46,6	m <sup>3</sup>	120	1	
<input type="checkbox"/> Operacions d'acabat del formigó		6	pastades	20	1	0	
<input type="checkbox"/> Execució de juntes de formigonat			m <sup>3</sup> de volum de formigó	300	0	0	
			m <sup>2</sup> de superfície de formigó	180	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Curat del formigó		46,6	m <sup>3</sup> de volum de formigó	300	1	1	
		246	m <sup>2</sup> de superfície de formigó	180	1		
<input type="checkbox"/> Desencofrat i desemmolllament			nivell d'apuntalament,	1	0	0	
			nivell d'encofrat de suports,	1	0		
			nivell d'apuntalament per planta d'edificació llums, en el cas de ponts	1	0		
<input type="checkbox"/> Desmuntar			m <sup>2</sup> de cinta	3000	0	0	
<input type="checkbox"/> Unions dels prefabricats			Jornades d'execució d'unions	1	0	0	
			Planta de forjat	1	0	0	

QUADRE 5

Pla	REGISTRE D'ACTIVITATS CONTROLADES PER LOT			Obra: HABITATGE UNIFAMILIAR AÏLLAT			
	Núm. Mínim d'unitats d'inspeccions (taula 92.6) per control normal	Unitats d'inspecció totals per activitat		LC1-1		Autocontrol	Control e
	Autocontrol	Control extern		Autocontrol	Control extern	Autocontrol	Control e
<input checked="" type="checkbox"/> Gestió d'aplec			3		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Replanteigs			2		1		
<input type="checkbox"/> Cintres	1	1					
<input type="checkbox"/> Encofrats i motils	1	1	2	1	1		
<input checked="" type="checkbox"/> Especejament dels plànols d'armadures dissenyades segons projecte	1	1	3	1	1		
<input checked="" type="checkbox"/> Muntatge de les armadures mitjançant lligat	15	3	2	2	2		
<input type="checkbox"/> Muntatge de les armadures, mitjançant soldadura	10	2					
<input checked="" type="checkbox"/> Geometria de les armadures elaborades	3	1	2		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Col·locació de les armadures als encofrats	3	1	2	1	1		
<input type="checkbox"/> Operacions d'aplicació del pretesat	Totalitat	Totalitat					
<input checked="" type="checkbox"/> Abocament i posada en obra del formigó	3	1	2	2	1		
<input checked="" type="checkbox"/> Operacions d'acabat del formigó	2	1	3	1	1		
<input type="checkbox"/> Execució de juntes de formigonat	1	1					
<input checked="" type="checkbox"/> Curat del formigó	3	1	2		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Desencofrat i desemmolllament	3	1	2		1		
<input type="checkbox"/> Desmuntar	1	1					
<input checked="" type="checkbox"/> Unions dels prefabricats	3	1	2		1		

QUADRE 6