

Q

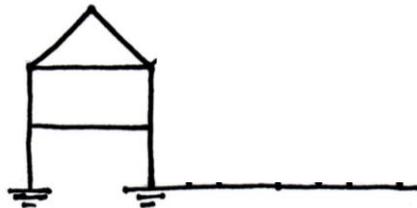


CURSO:
**Los ensayos para el
reconocimiento de
lesiones y patologías**

Josep Gasia i Gabernet / Miquel Mateus i Gorgues
Arquitectos Tècnics
Graduados en Enginyeria de la Edificaci3n
Profesores asociados en la UdL EPS Escuela Politècnica Superior GATE i GEM

- **Los ensayos y pruebas de laboratorio se hacen imprescindibles cuando nos interesa conocer el “verdadero estado” de un elemento de nuestro edificio ya sea de nueva construcción o por intervención en edificio existente.**
 - Informes de diagnosis de lesiones o patologías
 - Estudios de obras de edificación en que se recupera la ejecución de las mismas por paralización de las estas (“crisis”) sin ninguna o con poca documentación del control realizado.
 - Obras de reforma con incidencia en la construcción existente
- **¿En cuales?**

- **Caracterización de los edificios o obras en las que se interviene:**
 - Estructura acabada o en curso.
 - Obras sin acabar o en rehabilitación.
 - Edificio con lesiones.



- Programa del curso:
 - Antecedentes
 - Ensayos y pruebas en estructuras existentes
 - Hormigón
 - Fabrica
 - Metálica
 - Madera
 - Cimentación
 - cubiertas.



Q

Los sujetos pasivos: Los edificios



- Información previa
 - Ensayos
 - Pruebas
 - Control documental
- Recopilación de documentos
- Interpretación de resultados



- **Edificio ejemplo. Promoción de edificios realizada en fases**
 - 1ª Fase. Acabada y con problemas de cimentación
 - Obra acabada. En la actualidad, presenta problemas de asentamientos diferenciales con graves problemas en las viviendas
 - 2ª Fase. Paralizada en fase de acabados
 - Obra en fase de ejecución. No se dispone de ensayos de materiales ni otra documentación sobre los materiales empleados en fase de acabados.
 - 3ª Fase. Paralizada en fase de estructura
 - Estructura en fase de ejecución. Se localizan actas de laboratorio de una parte de la obra.

Q

Edificio ejemplo. Fase estructura



Q

El equipo de trabajo

- **Equipo mínimo**
 - Cámara fotográfica
 - Metro-Cinta métrica-Rueda de medir
 - Fisurómetro
 - Punzón
 - Linterna-Frontal
 - Maceta + cincel

Q

El equipo de trabajo imprescindible



Q

El equipo de trabajo

- **Equipo complementario**
 - Endoscopio
 - Cámara termográfica
 - Cuenta-hilos
 - Nivel laser
 - Termómetro laser
 - Higrómetro de puntas

Q

El equipo de trabajo complementario



Q

Investigación y Estudios previos

- **Recopilación de información previa.**
 - Proyecto
 - Libro de ordenes
 - Programa de control de calidad
 - Actas de resultados.
 - Documentación de materiales
 - Visita a obra
 - Etc..
- **Determinación del estado actual.**
 - Caracterización estado actual
- **Comparativa proyecto-ejecución.**
 - Reajuste planos-memoria.
- **Situación de lesiones-patologías.**
 - Croquis de situación

Q

Intervención en Estructuras de Hormigón.



Q

Edificio ejemplo. Fase estructura



Q

Edificio ejemplo. Fase estructura



Q

Edificio ejemplo. Fase estructura



Q

Intervención en Estructuras de Hormigón.

- **Información previa.**
 - Resistencia característica del proyecto
 - Diferencia entre resistencia característica y la resistencia a rotura del hormigón
 - Ambientes de exposición y recubrimientos mínimos
- **El programa de control del hormigón y los ensayos efectuados**
 - Control mínimo
 - Análisis de resultados

Q

Información previa del hormigón

- $F_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ o 25 MPa
- Ambiente **IIb**.
- Acero corrugado B500SD
- Suministro de central sin distintivo de calidad
- Recubrimiento mínimo de armaduras

$$- R_{nom} = R_{min} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

- ¿ES CORRECTA LA RESISTENCIA?

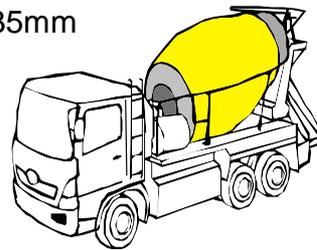


Tabla 8.2.2
Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. – Elementos de hormigón en masa. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones. – Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos enterrados o sumergidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en sótanos no ventilados. – Cimentaciones. – Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. – Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierte no protegido.
	Humedad media	Ilb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. – Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.



Información previa del hormigón

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

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	Ia	Iib	Ila	Ilib	Ilc	IV	Da	Db	Dc	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 ³)	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

Tabla 37.3.2.b
Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	Ia	Iib	Ila	Ilib	Ilc	IV	Da	Db	Dc	H	F	E
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

(*) Estos valores reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones estrictas de durabilidad incluidas en esta Instrucción. Se trata de una tabla meramente orientativa, al objeto de fomentar la deseable coherencia entre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia. En este sentido, se recuerda que en algunas zonas geográficas en las que los áridos sólo pueden cumplir estrictamente las especificaciones definidas para ellos en esta Instrucción, puede ser complicado obtener estos valores.

Ambient Ila minin 0,6 a/c i 275kg ciment.

Seca 0 - 2Vibrado

Plástica 3 - 5Vibrado

Blanda 6 – 9 Picado con barra

Fluida 10 - 15Picado con barra

Líquida 16 - 20Picado con barra

Q

Información previa del hormigón

- Los valores de tabla 37.3.2.b reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones estrictas de durabilidad incluidas en la EHE. Se trata no obstante de una **tabla meramente orientativa**, al objeto de fomentar la deseable coherencia entre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia
- **Por tanto los valores, son correctos.**

Q

Información de los resultados obtenidos. Ejemplo

- Se ha obtenido la información del programa de control efectuado y de los ensayos de la primera parte de la obra, donde se había realizado el control del hormigón.
- No se habían verificado los resultados de la resistencia característica, al ser los resultados de rotura facilitados por el laboratorio, de entrada correctos.
- Procediendo a la verificación de los valores de la resistencia característica, se obtienen el siguiente resultado:

- Información previa

Obligatorio		Orientativo			
Central de suministro Con distintivo / Sin distintivo	Volumen en m ³ de las cubas que subministran	Precio Hormigon €/m ³	Importe aproximado formigó €	Precio Série probetas €	Importe aproximado del control €
SD	8				

- Información obra

ELEMENTO	f _{ck} Hormigón	Tipo elemento según Tabla 86.5.4.1 F - Flexión C - Compresión M-Macizo	Volumen de hormigón en m ³	Tiempo de Hormigonado en semanas	Superficie del elemento en m ²	Número de plantas
Cimentación	25	C	125	3	500	1
Muros	25	F	150	3	500	1
Pilares Planta	25	C	50	2	650	1
Forjado	25	F	95	1	650	1

Q

Ejemplo (ii)

ELEMENTO	Cimentación
f_{ck} Hormigón	25
Tipo elemento según Tabla 86.5.4.1 F-Flexión C-Compresión M-Macizos	C
Volumen de Hormigón en m ³	125

Lotes / Volum
Tiempo de Hormigonado
Lotes per tiempo de
Superficie del elemento
Lotes por superficie
Número de plantas
Lotes por numero de
Total lotes calculado
Séries per lote según
Núm de Series calculadas
Número de cubas necesarias
(Volumen hormigón/
Número de series a
% de cubas controladas

Tabla 86.5.4.1
Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

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.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

38%



Acta de resultados



CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.
 P.L. "Cami dels Freres", C.C. Parc. 22 Nau 1
 25190 Lleida • e-mail: info@icecontrol.com
 Tel. 973 24 76 14 • Fax 973 24 76 90
www.icecontrol.com
 NIF B25313909

Expediente nº: 19.
 N.O.: 174 Hoja: 1 de 1
 NIF: B25

PETICIONARIO:

2002 CONS
 A la atención:
 C/ Vila
 25170 - TORRES
 LLEIDA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PFPC151E 18.01

OBRA: Nave industrial hortofrutícola, Parcela

ENSAYOS SOLICITADOS:

Toma de muestras de hormigón fresco, fabricación y confección de probetas cúbicas 150x150 mm, asentamiento, curado y rotura por compresión, s/UNE-EN 12350-1/2:2006, 12390-1:2001, 12390-2:2001 i 12390-3:2003. 4 probetas.

MUESTRA: Ensayo nº: 1 Fecha: 03/04/2016 Hora: 12:15 Tª(°C): 14
 Elementos hormigonados:
 Albarán lab.: 0104-F Muestra puntual: X Muestra compuesta:
 Compactación de las probetas: Manual con barra: X Mesa vibradora:
HORMIGÓN: Preparado en central X Confeccionado en obra m² hormigón: 8
 Empresa suministradora: PLANTA

Identificación	Hormigón	Resistencia	Consistencia	Arido	Ambiente
	HA	25	BLANDA	20	Ila

Albarán nº: 558/19 Tipo cemento: CEM I 52,5 R Dosificación (Kg/m³): 279
 Transporte-matric.6000FHG Relación a/c: 0,38 Aditivos: Pozzoloth. Glenium.
 H.salida planta: 11:44 H.Llegada obra: 12:05 H. límite: 13:14

- Comentar:
- Volum de formigó
- Verificar ambient
- Dosificació
- Relació A/C
- Terminis



Acta de resultados

ASENTAMIENTO (Método cono de Abrams)

Asentamiento: Simétrico. Sesgado.
1r cono (mm) 100 2n cono (mm) 100 Valor medio (mm)

RECOGIDA DE PROBETAS: Fecha: 4/04/16 Hora: 11:40 Tª(°C): 14

MODO DE CONSERVACIÓN:

En obra: Resguardadas, en molde con tapa y bolsa, y a Tª ambiente.

En laboratorio: Cámara húmeda, hr > 95% y Tª 20°C±2°C. Fecha entrada: 05-04-16 / hora: 19:00h.

ROTURA POR COMPRESIÓN: (Precisión prensa utilizada: CLASE - 1)

(*) Incertidumbre de medida de la prensa para K=2 (%): 1,0. Se dispone en laboratorio, la justificación de la incertidumbre del ensayo

Edad días	3	7	29	56
Fecha rotura		10/04/2016	02/05/2016	29/05/2016
Carga rotura (kN)		437,4	634,8/624,5	752,3
Tensión rotura (MPa)		19,4	28,2/27,8	33,4
Valor medio (MPa)		19,5	28,00	33,50

ROTURA POR COMPRESIÓN (referida a probeta cilíndrica de 150x300 mm según artículo 86.3.2 EHE-2008)

Valor medio (MPa)		17,5	25,0	30,0
-------------------	--	------	------	------

OBSERVACIONES:

Lleida, 29-05-16

TÉCNICO DIRECTOR DEL ÁMBITO

Pep Gasia Gabernet

ICEC CONTROL CALIDAD DE OBRAS S.L.

- Laboratorio de Ensayos con Declaración Responsable presentada en la Generalitat de Catalunya. El alcance de actuación incluido en la Declaración Responsable está inscrito en el Registro General del C.T.E. y se puede consultar en www.genocat.cat y www.codigo tecnico.org.
- Los resultados entregados en esta Acta de Resultados de Ensayos se refieren sólo a la muestra recogida o remitida al Laboratorio y a las normas de referencia de cada ensayo.
- Se prohíbe la reproducción y publicación total o parcial de esta Acta de Resultados de Ensayos sin el consentimiento previo de ICEC Control Calidad de Obras S.L.

Más información en www.iceccontrol.com

TÉCNICO DIRECTOR DEL LABORATORIO

Esteve Guiral | Solsona

Resultats i interpretació

Seca 0 - 2Vibrado

Plàstica 3 - 5Vibrado

Blanda 6 – 9 Picado con barra

Fluida 10 - 15 Picado con barra

Líquida 16 - 20 Picado con barra

Criterios de aceptación y rechazo

Tabla 86.5.4.3.a

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

Tabla 86.5.4.3.b

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

Resistencia Característica

$$\sigma = \sqrt{\frac{S^2 + S^2}{2}} = \sqrt{\frac{2S^2}{2}} = \sqrt{S^2} = S$$

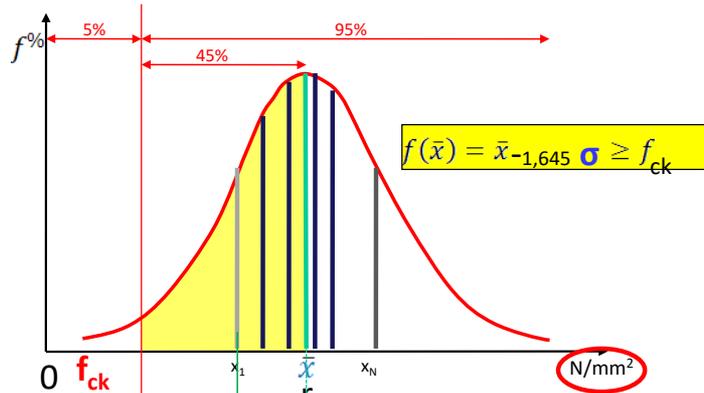
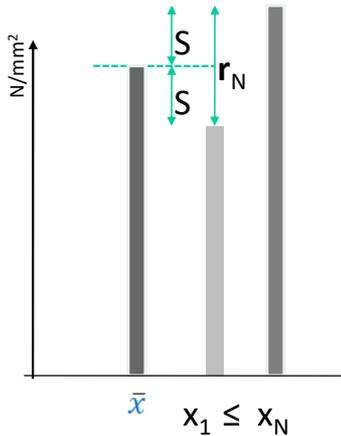
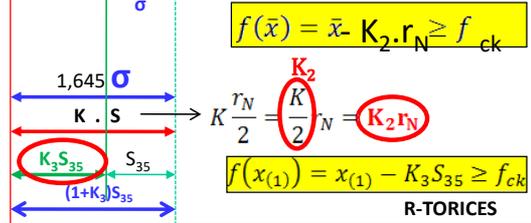


Tabla 86.5.4.3.b

Coef	Nº de amasadas controladas (N)			
	3	4	5	6
K2	1,02	0,82	0,72	0,66
K3	0,85	0,67	0,55	0,43



S desviació típica dels subministrament
 σ desviació típica producció certificada o controlada pel fabricant

Q**Ejemplo (iii)**

- Cálculo resultados



Zona	Lote	Série	Consistència	F _{rup}	\bar{X}	K ₂	r	f _{ck}
Cimentación	F1	1	60	Ok	38,5			
		2	30	Ok	31,0			
		3	40	Ok	29,5			

Tabla 86.5.4.3.a

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Control de recepción	
Control de identificación		2	$f(\bar{X}) = \bar{X} - K_2 r_N \geq f_{ck}$

Tabla 86.5.4.3.b

Coeficiente	Número de amasadas controladas (M)			
	3	4	5	6
K ₂	1,02	0,82	0,72	0,66
K ₃	0,85	0,67	0,55	0,43

¿Por que?

Q

Toma de decisiones

- El control del hormigón, da como resultado un valor inferior al esperado y exigido por el proyecto. Art. 86.5.5.2 EHE donde

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

$$23,8 \leq 25 \text{ Mpa}$$

- En el ejemplo da un valor muy próximo al mínimo, pero no obstante no supera la f_{ck} exigida.
- El resultado es por tanto, **no satisfactorio.**

Q

Toma de decisiones

- En caso de central con distintivo de calidad, el resultado sería aceptable si:

$$\bar{x} - 1,645\sigma \geq 0,90f_{ck}$$

Donde:

\bar{x} = Valor medio del conjunto de valores que resulta al incorporar el resultado no conforme a los catorce resultados del control de producción que sean temporalmente más próximos al mismo, y

σ = Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado, en N/mm², y certificado en su caso por el distintivo de calidad.

- Las decisiones derivadas del control de resistencia corresponden al **Director de la Obra**.

Comentari a la EHE Antigua amb les categories de les centrals i la possibilitat de descendir de categoria.

- **Decisiones derivadas del control**
 - Pliego de condiciones
 - Dirección Facultativa decide:
 - Aceptación, refuerzo o demolición de los elementos construidos con el hormigón del LOTE a partir de la información obtenida por aplicación gradual de los siguientes procedimientos
 - **Ensayos de información complementaria realizados por laboratorio**
 - En caso de confirmarse los resultados
 - Estudio específico de la seguridad de los elementos afectados por el hormigón del lote
 - La DF podrá ordenar ensayo de comportamiento estructural del elemento realmente construido mediante la realización **de pruebas de carga** (Art 101.2 EHE)

- **Procedimiento de actuación.**
 - Localizar zona de hormigonado correspondiente al lote controlado
 - Importancia de la localización de los lotes e identificación correcta en las actas de resultados
 - Aplicar el Art. 86.8 de la EHE sobre los ensayos de información complementaria del Hormigón.
 - a) *La fabricación y rotura de probetas...*
 - b) La rotura de **probetas testigo extraídas del hormigón** endurecido, conforme a UNE-EN 12390-3.
 - c) El empleo de métodos no destructivos fiables, como complemento de los anteriormente descritos y debidamente correlacionados con los mismos
 - a) Índice de rebote. **Esclerómetro**
 - b) Velocidad de propagación de **Ultrasonidos**

Q

Ensayos de información

- **Testigos de hormigón**
 - Situación de los testigos
 - Incidencia de las tareas de extracción de los testigos en la reducción de resistencia
- **Ensayos no destructivos normalizados**
 - Determinación del índice de rebote según la UNE-EN 12504-2
 - Velocidad de propagación de ultrasonidos según la UNE-EN 12504-4
- **Otros...**

Cuando se utilizan testigos para estimar de nuevo la resistencia del hormigón de un lote concreto, deben extraerse las muestras en lugares elegidos con la suficiente representatividad del conjunto del hormigón y no en aquellas zonas donde se presume o se sepa con certeza que están las porciones de hormigón de las que formaban parte las muestras de las probetas del control, salvo otros fines. Puede tenerse en cuenta que, por diferencia de compactación y otros efectos, las probetas testigo presentan una resistencia algo inferior a la de las probetas moldeadas a igualdad de otros factores (condiciones de curado, edad, etc.).

El proceso de extracción de probetas testigo mediante trépano provoca generalmente un cierto nivel de daño en el propio hormigón que se pretende evaluar, mediante la aparición de microfisuras que pueden tener su incidencia en los resultados obtenidos al proceder a su rotura a compresión. Por ello, se recomienda valorar la aplicación de factores de corrección de los resultados que permitan tener en cuenta tales efectos. A falta de datos específicos para cada caso, es habitual considerar que, para hormigones normales, el referido efecto provoca una disminución de un diez por ciento en la resistencia.

Entre los ensayos no destructivos autorizados en el apartado c) del articulado, pueden considerarse los ensayos normalizados en UNE-EN 12504-2 y UNE-EN 12504-4, relativos a la determinación del índice de rebote y a la velocidad de propagación de ultrasonidos, respectivamente. La fiabilidad de sus resultados está condicionada a combinar estos ensayos con la extracción de probetas testigo.

Q

Ensayos de información

- **Estos mismos ensayos se pueden utilizar así mismo:**

- Cuando no se dispone del suficiente número de resultados de control
- Cuando existan dudas razonables sobre las condiciones de ejecución de obra posteriores a la fabricación de las probetas (transporte interno de obra, vertido, compactación y curado de hormigón).
- ...
- En estructuras **con síntomas de deterioro** o que han estado sometidas a determinadas acciones que podrían haber afectado a su capacidad resistente (sobrecargas excesivas, fuego, heladas, etc.).

Q

Ensayos de información

- **Estos mismos ensayos se pueden utilizar así mismo:**
 - Falta de información
 - En estructuras con síntomas de deterioro



Plantejar en aquest punt el tema de les estructures abandonades y sense informació al respecte.

Q

Ensayos de información



- **¿Tipo de ensayos?**
 - Testigos
 - Métodos no destructivos
- **¿Cuántos ensayos?**

Q

Numero de testigos de hormigón

Tabla 86.5.4.1

Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

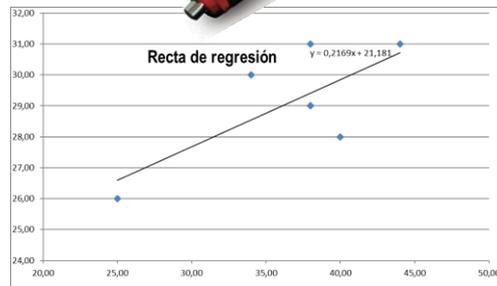
Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

- **Mínimo: 3 testigos (No reglamentario)**
- **Correlación con ensayos no destructivos**

Q

Interpretación de resultados

- Resultados de los testigos de hormigón
 - Previa detección de armaduras
- Resultados de los ensayos no destructivos
- Correlación entre ambas



Diàmetres dels testimonis adequats. (mesura de l'àrid, armadures, etc)
Destacar la importància de correlacionar valors d'escleròmetre i testimoni.

- Art 101.2 EHE Pruebas de carga

Proyecto de prueba de carga.

- a) Pruebas de carga reglamentarias.
 - i. Pliego de condiciones
 - ii. Exigencias reglamentarias
- b) Pruebas de carga como **información complementaria.**
- c) Pruebas de carga para evaluar la capacidad resistente.

Q

Las pruebas de carga

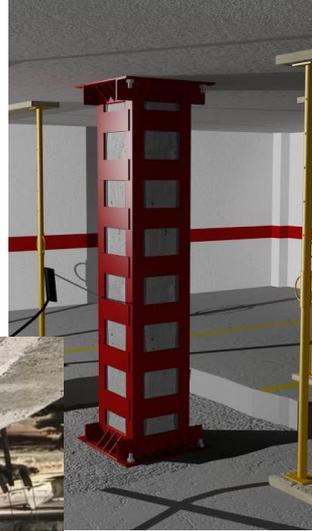
- Pruebas de carga como **información complementaria.**



Q

Incidencia de los resultados

- **Incidencia en Pilares**
 - Refuerzo con perfilería metálica
 - Refuerzo con fibras
 - Otros.
- **Incidencia en Forjados**
 - Etapa previa
 - Pruebas de servicio o de carga
 - Refuerzo



Diàmetres dels testimonis adequats. (mesura de l'àrid, armadures, etc)
Destacar la importància de correlacionar valors d'escleròmetre i testimoni.

Q

Forjados de viguetas

- **Tipologías**
 - Tipos de forjado con hormigón
 - Forjados de viguetas.
 - In situ.
 - Cerámicos.
 - Forjados con vigas metálicas
 - Perfilería utilizada
 - Forjados de madera
 - Secciones resistentes
 - Estado actual

Q

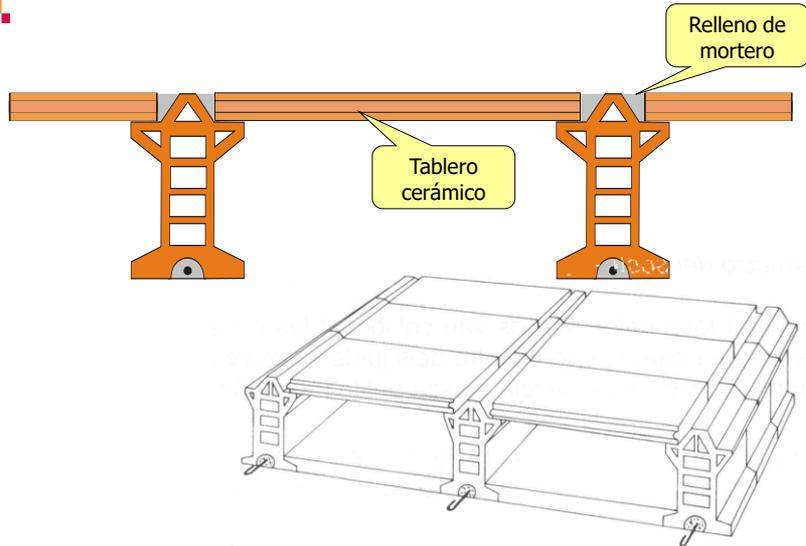
Inspección de forjados

- Inspección de forjados mediante endoscopia para minimizar la afectación de pavimentos



Q

Forjados cerámicos

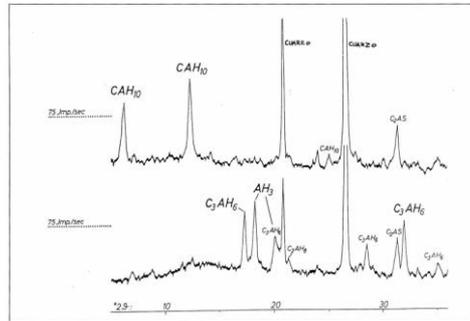


Q

Forjados cerámicos



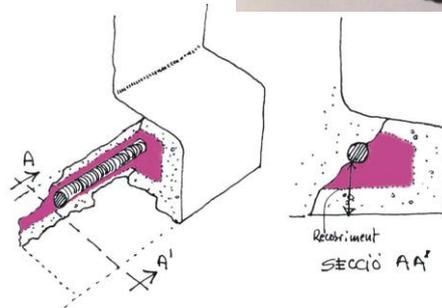
- **Determinación de presencia de cemento aluminoso**
 - Sulfatos
 - Fenolftaleína-Oxina
 - Carbonatación
 - Difracción de rayos X
- **Pruebas de carga**
 - UNE 7457:86



Q

Ensayos en forjados de viguetas de hormigón

- **Determinación de presencia de cemento aluminoso**
 - Sulfatos
 - Fenolftaleína-Oxina
 - Carbonatación
 - Difracción de rayos X



Q

Viguetas con cemento aluminoso



Q

Viguetas con cemento aluminoso



Q

Estructura metálica

Q

Estructura metálica

- **Control de la estructura metálica**
 - Marcado CE de las estructuras y los perfiles empleados
 - Estructura: EN 1090-1
 - Perfiles EN 10025-1 y otras
 - Proyecto/planos de fabricación y montaje



Q

Estructura metálica

- **Control de la estructura metálica**

- Verificación del par de apriete de uniones atornilladas
- Soldadura
 - Radiografías
 - Líquidos penetrantes
 - Partículas magnéticas



Q

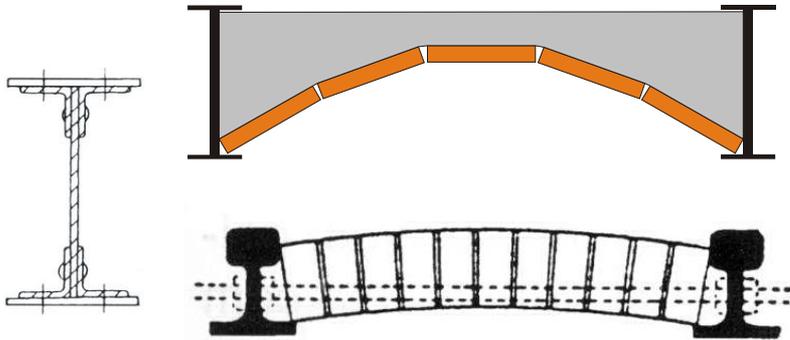
Forjado estructura metálica

- **Estructura metálica existente en rehabilitación**
 - Caracterización de acero empleado
 - Soldadura
 - Estado de oxidación y corrosión
 - Deformaciones

Q

Forjado estructura metálica

- Tipos de elemento metálico
 - Caracterización de acero empleado
 - Composición química
 - Tensión-deformación
 - Deformaciones. Nivel laser





Caracterización acero empleado



BUREAU DE ORGANIZACIÓN, SOLDADURA Y ENSAYOS, S. L.
Vial Les Pedreres, Bloque 5, Nave C-1, Polígono Industrial LES PEDRERES - 08390 MONTGAT
☎ 933 951 898 Fax 933 950 355 e-mail: bosesl@bosesl.com www.bosesl.es

Informe Nº / Report Nº: 48728.17

Hoja-File 2 - 2

ENSAYO TRACCIÓN / TENSILE TEST UNE-EN-ISO-6892-1:2017-Método B

Ensayo Test Nº	Probeta Specimen bxa mm	Sección Section S ₀ mm ²	L. Elástico / Yield S. R _e 02% MPa	Resistencia Tensile S R _m MPa	Alargamiento Elongation L _g -5d A%		Estricción Area Reduction Z%
1	19,4x10,3	199,8	404	797	65	8,5	-

Temperatura de Ensayo / Test Temperature = RT (RT = Temperatura Ambiente / Room Temperature)

Datos probeta / Specimen Data:

Tipo Probeta: Prismática / Test type: Prismatic

Orientación: Longitudinal - Localización Probeta: Centro del ala superior /

Orientación: Longitudinal - Sample Location: Full Thickness

Equipos Utilizados / Used Equipments: -Máquina Ensayos / Test Machine: 50 TM. SHIMADZU Nº 72980

-Calibre / Calibre: MC-28, TESA-00530090-2M474206

-Extensómetro / Extensometer: MC-34, S.D.E. nº 0174

Analista / Analyst: Carlos Sánchez

ANÁLISIS QUÍMICO / CHEMICAL ANALYSIS

Ensayo Test Nº	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Al	N	Nb	Ti	Co	B
2	.626	.730	.065	.097	.052	.002	.013	.002	.018	.003	.002	.0059	.001	.001	.003	.0019

CEq: 0,751

DETERMINACIÓN CARBONO EQUIVALENTE = %C + %Mn/6 + (%Cr + %Mo + %V) / 5 + (%Ni + %Cu) / 15

Equipos, Método de Análisis / Equipment, Analysis Method: MC-08. Espectrofotometría de Emisión

Analista / Analyst: Lauro Mulá

Rm/Rp=1,97 Valors superiors a 1,2 problemes de fragilitat
Allargaments inferiors a 12, 15% problemes

Carboni superior a 0,4 problemes de soldabilitat

Q

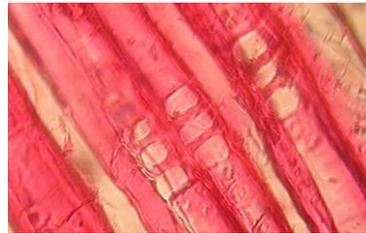
Caracterización acero empleado

- **Clasificación de los aceros por su soldabilidad.**
 - Atendiendo a la soldabilidad de los aceros, estos se pueden clasificar en:
 - Soldables: su contenido en carbono no excede del 0,25%.
 - Medianamente soldables: su contenido en carbono varía entre 0,25% y 0,4%.
 - Poco soldables: contienen carbono en porcentaje que va de 0,4% a 0,6%.
 - No soldables: son aquellos que tienen porcentajes de carbono superiores al 6%.

Q

Estructuras de madera

- **Microscopia**
 - Determinación de la especie
 - Microtomo



Q

Equipos especiales de exploración

■ Ultrasonidos

- Eco
 - Único palpador emisor – receptor
 - Les interrupciones se representan en un osciloscopio
- Transmisión
 - Dos palpador: emisor i receptor
 - Las interrupciones se detectan por diferencias de velocidad de paso de onda (densidad)
- Resonancia
 - A través de un emisor electrodinámico de oscilaciones, la madera se excita en su propia frecuencia
 - A partir de la frecuencia de resonancia, la densidad y las dimensiones se determinan las constantes elásticas (módulo de deformación)

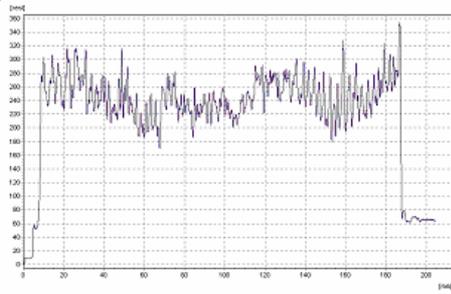


- **Resistógrafo**

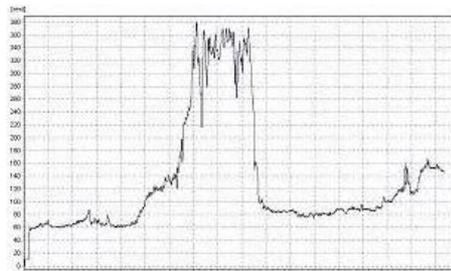
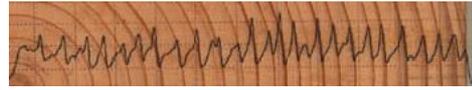
- Taladro mecánico que realiza una perforación de 3 mm y que evalúa la resistencia que ofrece la madera registrándola en una gráfica
- La resistencia se mide mediante el consumo de potencia del aparato
- La resistencia está relacionada con la densidad
- Les interrupciones se detectan por caídas de densidad



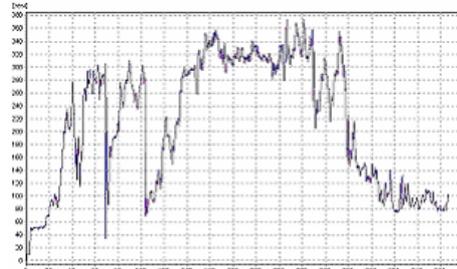
Equipos especiales de exploración



MADERA SANA



ATAQUE XILOFAGOS MADERA SANA ATAQUE XILOFAGOS



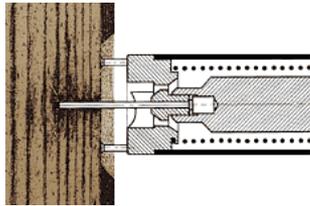
INSECTOS XILOFAGOS PUDRICIONES

Q

Equipos especiales de exploración

- **Medidor de densidad superficial**

- Parecido al esclerómetro
- Muelle con una energía de 6 julios y barra circular de 2,5 mm de diámetro
- Se mide la penetración en la madera (máximo 40 mm)
- La penetración está relacionada con la densidad de la madera
- Solo permite la medida de la densidad de la superficie de la madera (punzón)



Q

Equipos especiales de exploración

- **Gamma-densitometría**
 - Se utiliza para medir la densidad de la radiación emisora a través de una pieza conocida como su coeficiente de absorción, y se mide la energía recibida en el otro lado.
 - Las interrupciones se detectan debido a las variaciones en la energía recibida



Q

Equipos especiales de exploración

- **Fractómetro**
 - Aparato portátil que determina la tensión de ruptura a flexión y la energía de rotura de probetas de 5 mm de diámetro extraídas en dirección radial
 - Las últimas versiones permiten obtener resistencia a la compresión
 - Permite la detección de pudriciones incipientes en la madera
- **Datación de madera**
 - Dendrocronología
 - A partir de un testigo cilíndrico en la dirección radial se determinan el número de anillos y se compara con los modelos absolutos dependiendo de la zona.
 - No es aplicable a las especies de anillos difusos (por ejemplo el chopo)
 - Carbono 14
 - El grado de degradación del carbono 14 se mide en función de la radioactividad residual.
 - El límite de detección, por razones técnicas, es de 45.000 años

Q

Equipos especiales de exploración

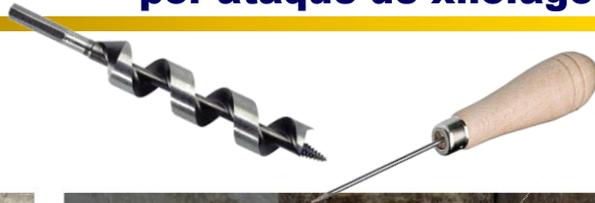
- **Detección acústica de insectos xilofagos**
 - El objetivo de la técnica es detectar la presencia de insectos xilofagos dentro de la madera en etapas tempranas en las que todavía no hay signos externos visibles.
 - Se colocan captadores acústicos que transmiten la señal a un módulo de recepción amplificado que filtra y limita una determinada franja de frecuencias.
 - La señal obtenida se digitaliza y se almacena en un DAT y luego se analiza informáticamente.
 - Hasta ahora es útil para la detección de termitas y cerambicidos.
 - Puede detectar la actividad hasta 2 m de distancia en la misma pieza.
 - Es posible medir a través de yeso.



Q

Degradación elementos por ataque de xilofagos

- Punzon
- Taladro



Q

Estructura portante y muros

Q

Edificio ejemplo. Fase cerramientos



Q

Edificio ejemplo. Fase cerramientos



Q

Estructura vertical y muros

- **Control de fisuras y grietas en edificación existente**
 - **Sistemas indicativos**
 - Testigos de yeso. Preparación, implantación, fechas
 - Testigos de cristal
 - **Sistemas cuantitativos**
 - Reglas plásticas
 - Fisurómetros
 - Bandas extensométricas

Q

Fisuras y grietas



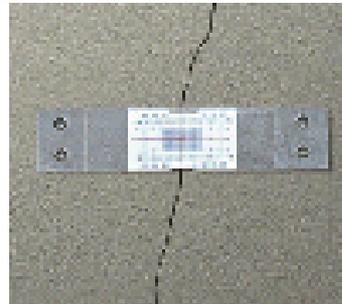
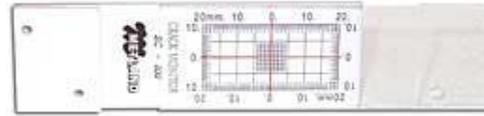
Q

Fisuras y grietas



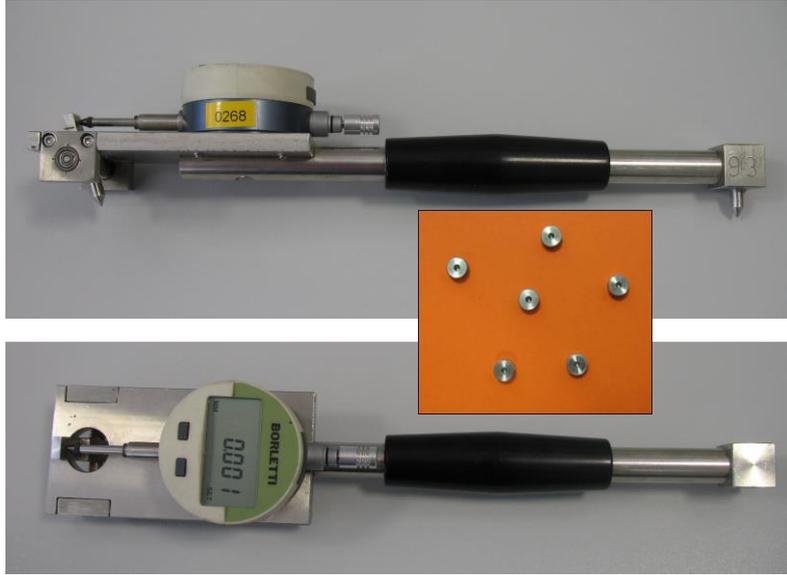
Q

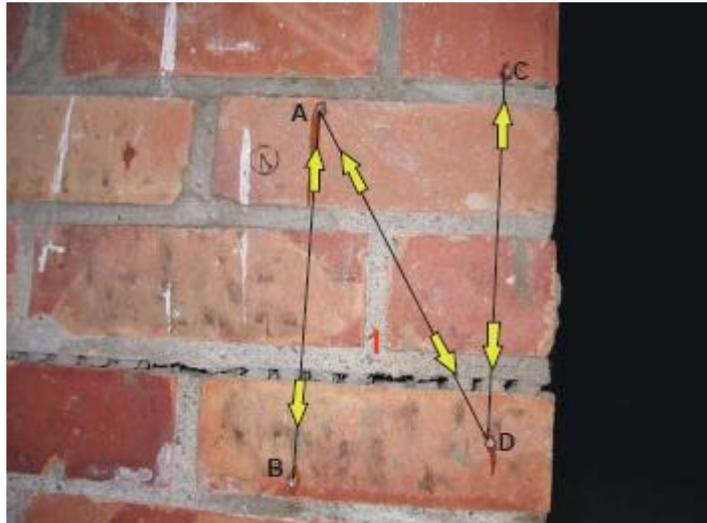
Fisuras y grietas



Q

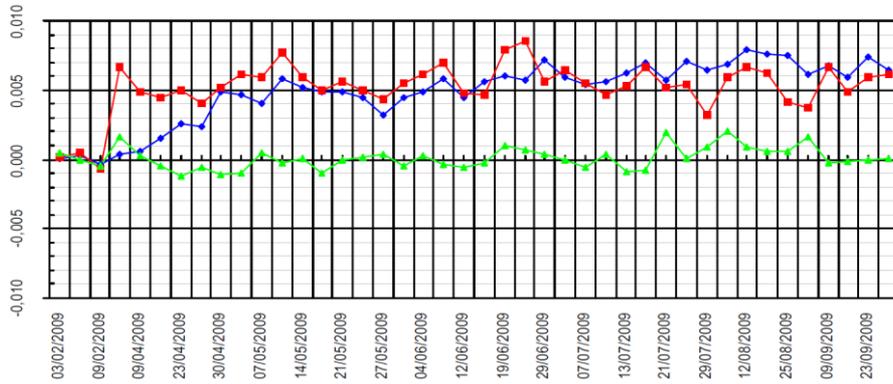
Fisuras y grietas





Q

Fisuras y grietas



Q

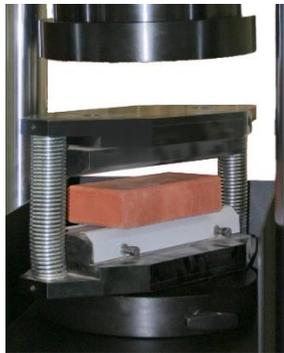
Estructura vertical y muros

- Tipos de fábricas y aparejos empleados.
Estado de conservación
- Tipos de morteros y piezas
 - Testigos de fabrica
 - Resistencia in situ. Gatos planos
 - Ensayos de mortero

Q

Piezas de fábrica

- Marcado CE productos de construcción
- Ensayo de recepción de piezas cerámicas.
- ¿Resistencia mínima de la cerámica?



- Mercado CE productos de construcción
- Ensayo de control de recepción de Morteros.

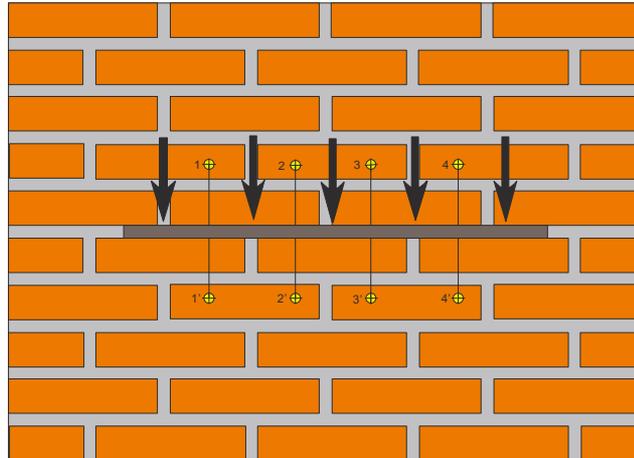


Q

Testigo de muro de fábrica



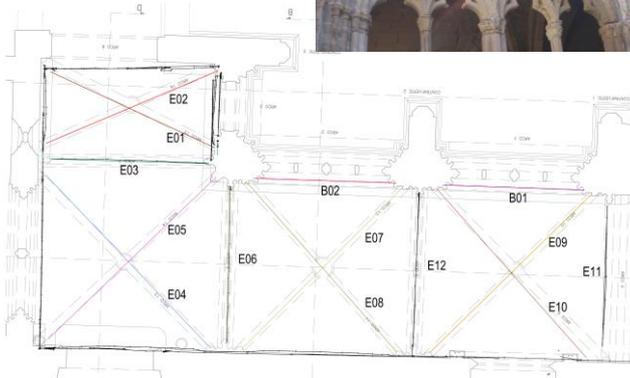
- Gatos planos para la determinación de la tensión de trabajo

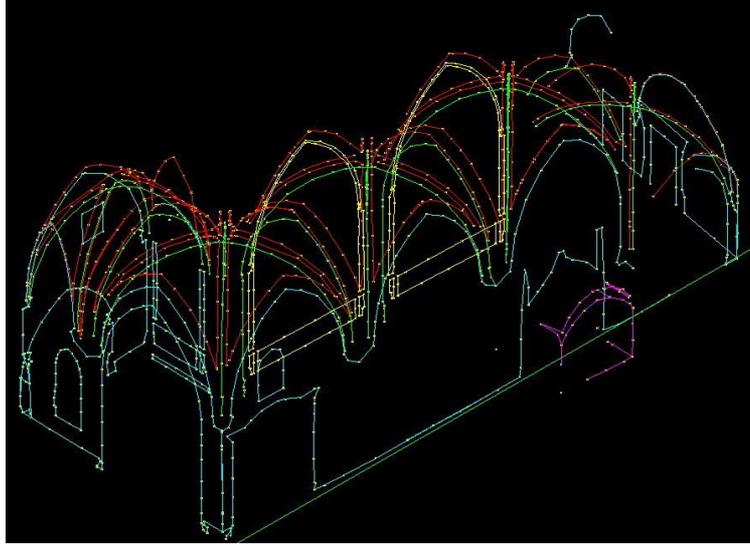


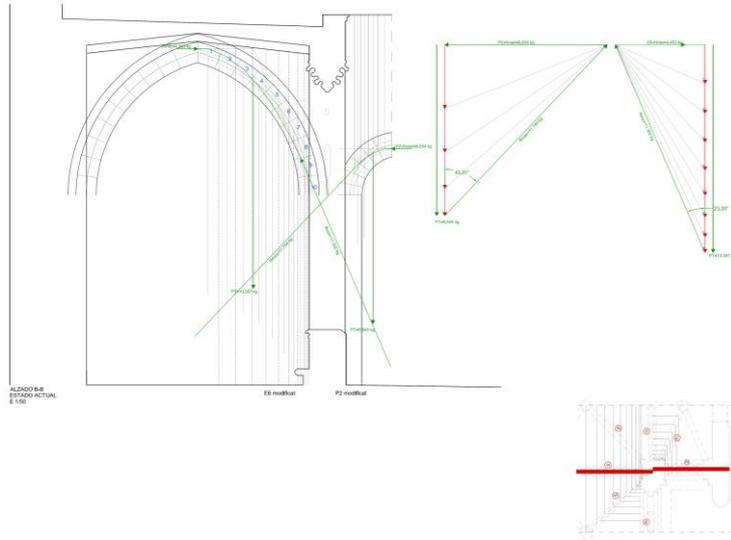
Q

Estructura vertical y muros

- Topografía de precisión









- Perforación para endoscòpia y control de nivel con nivel laser.

Perforació realitzada al costat del nervi central sobre la cornisa, aproximadament a 5,00m d'alçada respecte la rasant del pati exterior



Vista mitjançant endoscopi del primer tram de la perforació, on s'observa un carreu de pedra d'uns 22cm de gruix



Vista del reblert de grava d'uns 70cm de gruix a l'interior del contrafort 2-3

Q

Estructura vertical y muros

- Desplomes con nivel laser.
- Desplomes con topografía de precisión.

Q

Seguimiento de movimientos

- Topografía láser de precisión



Q

Seguimiento de movimientos



Q

Seguimiento de movimientos



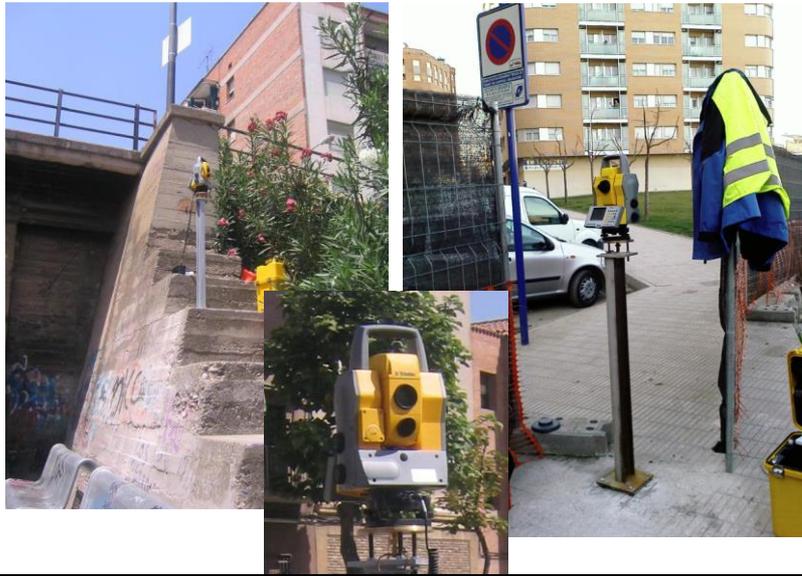
Q

Seguimiento de movimientos



Q

Seguimiento de movimientos



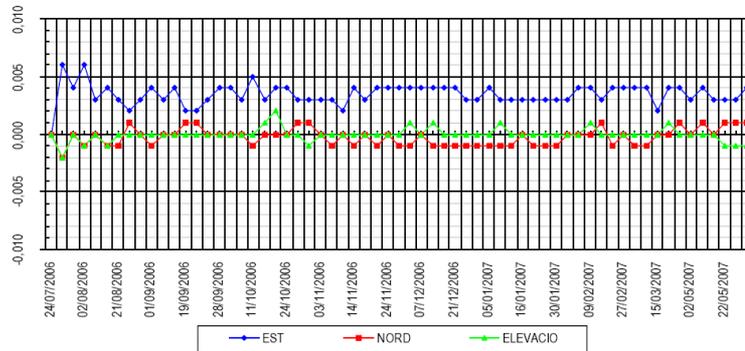
Seguimiento de movimientos

DADES PUNT Situació PuntSegon Ronda 37

Codi Punt	D03B		
Coord Est:	302.361,570	Tipus:	Diana
Coord Nord	4.611.027,569	Data implantació:	24/07/2006
Coord Elevació	167,777	Observada desde:	Est_A



GRAFICS EVOLUCIÓ



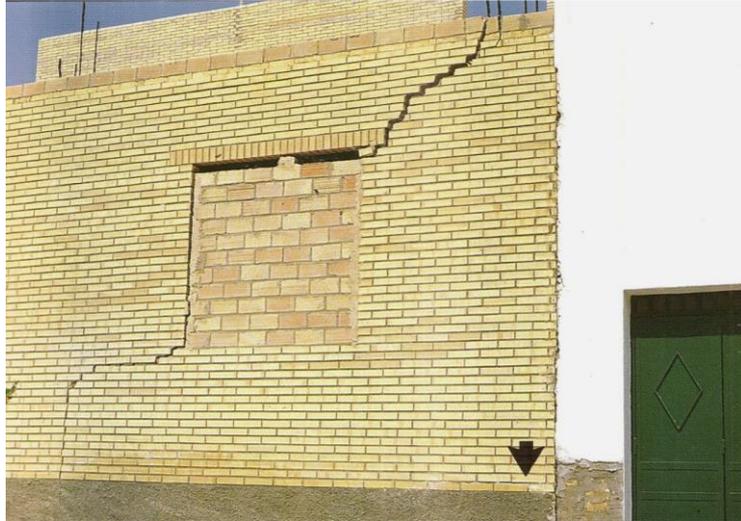
Q

Ensayos y pruebas Cimentación



Q

Edificio ejemplo. Asentamientos



Q

Ensayos en Cimentación



- Cata en el terreno mediante retroexcavadora

Es tracta d'una excavació mitjançant una màquina retroexcavadora o similar per tal d'examinar directament el subsòl.

Es pot considerar com el mètode més primari i simple d'una campanya geotècnica, però no per això deixa de ser efectiu i necessari en alguns casos.

Avantatges:

Poc cost econòmic.

Ràpida execució.

Permet visualitzar els diferents nivells i N.F.

Permet obtenir mostres inalterades (¿?) i alterades.

Desavantatges:

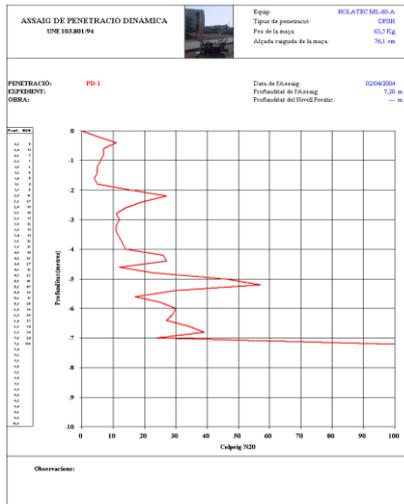
Limitació de la fondària (màquina o aparició roca).

No ofereixen paràmetres de resistència del terreny.

Mobilització de gran volum de terreny.



Ensayos en Cimentación



- **Ejecución de un ensayo de penetración dinámica tipo DPSH**

En aquest assaig la punta es clava mitjançant l'energia normalitzada que aporta una maça (de 63,5 kg) que cau des d'una determinada alçada (76,2 cm). Les successives caigudes fan que la punta avanci en profunditat i es registra el nombre de cops necessari per profunditzar cada interval determinat (cada 20 cm). Aquest valor es coneix com a N_{20} .

Un cop obtingut el valor N_{20} es correlaciona amb el valor N_{30} o N_{spt} mitjançant la següent formulació:

CARACTERÍSTIQUES:

- Assaig senzill de realitzar
- En terrenys granulars (sorres)
- Correlacions empíriques molt extenses
- S'obté ϕ , DR(%), densitat, compacitat i mòdul d'elasticitat
- Permet amb fiabilitat determinar l'estratigrafia

- En cohesius és purament orientatiu
- No adequat per a roques i terrenys amb grava i còdols
- No permet recollir mostra (assaigs laboratori)

- Hi ha factors que afecten al seu resultat (longitud del barnillatge i la possible presència del nivell freàtic)



Ensayos en Cimentación

SUBVENCION: 2.2		Fecha estudio de campo:							
EXPEDIENTE: 1.000.000		Fecha inicio: 26/05/2004							
OBRA: Mejoramiento Canal Temuco MICO0000002		Fecha final: 26/05/2004							
Historia de perforaciones: Perforación T.01 de 1.00 a 1.20 m. Perforación T.02 de 1.20 a 1.80 m.		Control calidad obra: Fecha partida: Perforación:							
Código	Descripción de los materiales	Marca	Origen	Nº lote	Cita Norma	Observaciones	1. Loteado	2. Homogeneidad	3. Control de calidad
0.00-1.00	Lazos, varillas y armaz de celda muestra acero-que corren: Buzos de muestreo internos.								
1.00-2.00	Abastecimiento de caliza gruesa con fragmentos y magra con grava de caliza expuesta.								
2.00-4.70	Magra de color blanco sucio a gris sucio con arena, y con algunas parcelas de caliza de color gris.								
4.70-6.00	Abastecimiento de magra de color gris sucio con arena, y caliza de grano fino con retractor fluidos y pastillas.								
6.00-10.00	Magra de color blanco sucio a gris sucio con intercalaciones de caliza de grano fino de color gris, con pastillas y retractor fluidos.								

Observaciones de calidad:



- **Sondeo rotacional**

Avantatges:

- Permeten visualitzar els diferents nivells i N.F.
- Permeten obtenir mostres (inalterades i alterades).
- No té limitació de fondària.
- Permet realitzar assaigs "in situ" = resistència.

Desavantatges:

- Cost econòmic i temps d'execució (en funció de les litologies).

Q

Ensayos en Cimentación



• Otros ensayos

- SPT
- Presiometro
- Ensayos de laboratorio
 - De identificación
 - De resistencia
 - De deformación
 - Químicos

Assaigs usuals. Granulomètric, límits, lambe etc

SPT. És un assaig de penetració dinàmica que es realitza dintre d'un sondeig previ, a una cota determinada.

Consisteix en clavar en el fons del sondeig un mostrejador normalitzat (tub bipartit de 0,6 m. de llargada i 2 polsades de diàmetre), mitjançant la caiguda d'una maça de 63,5 kg. des d'una alçada de 76,2 cm. (30 polzades).

PBP. L'assaig pressiomètric consisteix en exercir una pressió al terreny mitjançant una sonda cilíndrica dilatada radialment que s'introdueix dins un sondeig prèviament realitzat. El resultat és una **corba de variació de la deformació del sòl en funció de cada increment de pressió**.

A partir d'aquesta corba és possible obtenir tres paràmetres geomecànics del sòl:

- Mòdul de deformació pressiomètric (E_p)
- Pressió de fluència (P_f)
- Pressió límit (P_l)

Q

Inspección de cimentación

- Cala en muro perimetral con cimentación del mismo grosor



Q

Inspección de cimentación

- Cala en pilar sin cimentación



Q

Ensayos y pruebas en cubiertas

- Ensayos en materiales.
 - Mercado CE
- Ensayos según tipo de cubierta.
 - Plana
 - Estanqueidad por inundación
 - Inclínada
 - Estanqueidad por aspersión
 - Verificación cerramientos y pendientes
 - Red de evacuación
 - Estanqueidad por humo
 - Estanqueidad con agua
 - Estanqueidad por aire



Q

Cubiertas



Com taponar les baixants.

Q

Gracias por la atención
Miquel Mateus