

---

# Informes de peritación de estructuras de hormigón armado mediante ensayos no destructivos, aplicación en caso práctico en edificio de Valencia.

11 jul. 14

---

AUTOR:

**GUILLERMO TUDELA MARCO**

TUTOR ACADÉMICO:

Héctor Navarro Calvo [Departamento de Construcciones Arquitectónicas.]



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ



## Resumen

Este TFG se centra en la reparación estructural, de estructuras de hormigón armado concretamente, y en cómo obtener información de dichas estructuras sin necesidad de causar más daños. Esto se consigue mediante la combinación de Ensayos No Destructivos y Ensayos Destructivos, y un trabajo de estadística para relacionar ambos tipos de resultados.

En la aplicación a un caso real, se recogen lecturas mediante un esclerómetro en las piezas afectadas para seguidamente extraer un número de probetas testigo y ensayarlas en laboratorio a compresión. Con esta información, se construye una recta de regresión que servirá para dar información de todas las lecturas obtenidas con el esclerómetro.

El principal objetivo es comprender “cómo”, “por qué” y “para qué” del uso de los Ensayos No Destructivos en estructuras de hormigón armado dañadas. Otros objetivos secundarios son: la elaboración de un informe pericial, un informe de evaluación del estado de una estructura o edificación; la introducción en el mundo del refuerzo o reparación estructural; y sobre todo el enfrentamiento a un caso real.

Una parte importante del proceso ha sido la documentación acerca del tema, ya que no se trata de algo comúnmente extendido y su máxima dificultad ha sido esta parte. Por todo ello, es un TFG bastante completo y útil tanto en el ámbito académico como en el laboral.



## Abstract

This final degree dissertation focuses on structural repair of reinforced concrete and how obtaining information from these structures without causing further damage. This is achieved by the combination of Non-Destructive Testing and Destructive Testing and statistical work to relate the two types of results.

In the application to a real case, readings have been collected by a sclerometer on the affected parts to then extract a number of control samples and test them in laboratory. With this information, a regression line can be built to provide information of all readings obtained with the sclerometer.

The main objective is to understand “how”, “why” and “for what” the use of NDT in concrete structures damaged. Secondary objectives are: the development of an expert report, an evaluation report of the state of a structure or building; the introduction into the world of reinforcement or structural repair; and especially the confrontation to a real case.

An important part of the process is the documentation on the subject, because it is not commonly spread and maximum difficulty has been that part. Therefore, it is a complete final degree dissertation and useful both in academic sphere and in the workplace.



**Palabras clave:** “Ensayos No Destructivos”, “Esclerómetro”, “Hormigón armado”, “Informe de Conservación del Edificio”, “Informe de Evaluación del Edificio”, “Informe Pericial”, “Inspección Técnica del Edificio”, “Refuerzo estructural”.

**Keywords:** “Building Conservation Report”, “Building Evaluation Report”, “Building Technical Inspection”, “Expert Report”, “Non-Destructive Testing”, “Reinforced Concrete”, “Sclerometer”, “Structural Reinforcement”.



## Acrónimos utilizados

**ED:** Ensayos Destructivos

**END:** Ensayos No Destructivos

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**ITE:** Inspección Técnica del Edificio.

**ICE:** Informe de Conservación del Edificio.

**IEE:** Informe de Evaluación del Edificio.



## Índice

0. Introducción .....	8
1. Estado del arte .....	15
Evolución de los sistemas de refuerzo y reparación estructural en estructuras de hormigón armado.....	15
Cronología del uso de ensayos no destructivos .....	23
2. Estudio de patologías más frecuentes en estructuras de hormigón armado .....	26
3. Ensayos destructivos(ED) y ensayos no destructivos(END).....	55
Ensayos destructivos.....	56
Ensayos no destructivos .....	59
4. Correlación de los resultados de END con ED .....	66
Tratamiento estadístico de resultados .....	66
5. Redacción de informe de peritaje de estructuras .....	73
6. Caso práctico.....	80
Memoria descriptiva.....	80
<i>Antecedentes y condicionantes de partida</i> .....	80
<i>Descripción del entorno</i> .....	81
<i>Descripción de los daños</i> .....	81



<i>Descripción general de la estructura</i> .....	90
<i>Programa de necesidades</i> .....	90
<i>Cumplimiento del CTE, otras Normativas específicas y de obligado cumplimiento</i> .....	103
<i>Descripción general del local</i> .....	106
<i>Descripción de la zona de actuación</i> .....	106
<i>Superficie</i> .....	107
Ensayos realizados .....	107
Memoria constructiva .....	133
Cumplimiento del CTE .....	136
Presupuesto .....	148
7. Conclusiones .....	155
8. Bibliografía .....	159
Índice de figuras y tablas .....	161
Anexos .....	170



## 0. Introducción

La situación actual en el mundo de la construcción, cada vez obliga más a actuar sobre edificios existentes en lugar de construir edificaciones nuevas. Las lesiones y patologías en estos edificios pueden ser muy variadas; desde patologías que afectan solo a la estética del edificio hasta graves daños estructurales.

Estas lesiones requieren la especialización en cuanto a su detección y a sus posibles causas. La especialización puede ser producto de la experiencia profesional, pero también es muy importante complementar con métodos experimentales en laboratorios, para poder dar una base sólida de lo que está ocurriendo.

Los ensayos nos permiten saber cómo se comportan los materiales en determinadas situaciones. Pero para que un ensayo sea “fiable” se realizan ensayos destructivos utilizando probetas del mismo material que se ensaya realizando su extracción en obra, y aquí empieza la problemática; como ensayar elementos constructivos de edificios existentes sin dañarlos, ya que es posible en algunos casos sustituirlos, pero no en todos, como es el caso de la estructura.

Es aquí donde se presentan los ensayos no destructivos, que se centran en las estructuras de los edificios, más concretamente en las de hormigón armado. Se explicará y desarrollará qué métodos de ensayos





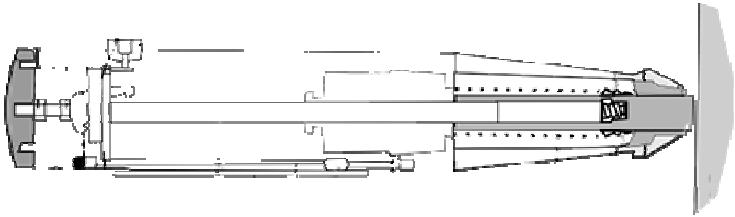
no destructivos existen, en qué pueden ayudar, y como se lleva a cabo cada uno de ellos. También se desarrollará un informe pericial con un caso práctico, en el cual se usarán dichos ensayos no destructivos y se interpretarán para poder llegar a conclusiones sobre el estado de la estructura objeto de estudio.

Para la realización de estos estudios sobre el estado de las estructuras se combinan una serie de ensayos destructivos con ensayos no destructivos, estableciendo una correlación entre los resultados obtenidos de ambos, de manera que utilizando métodos estadísticos podamos realizar un mínimo número de extracción de probetas testigo, realizando así el menor daño posible a una estructura que por el paso del tiempo, incorrecta ejecución o mala selección de materiales se encuentra en un estado no deseado, teniendo reducida su capacidad resistente.

Por una parte, tenemos los ensayos no destructivos, que son:

- Índice de rebote: este ensayo, diseñado y desarrollado por el ingeniero suizo Ernest Schmidt, se realiza con un instrumento llamado esclerómetro. Simplemente, consiste en golpear la superficie del hormigón y recoger la fuerza con la que rebota. Esto se consigue con el instrumento antes nombrado, esclerómetro. Éste dispone de un émbolo en su interior, que se debe cargar manualmente para enviarlo con una energía de impacto fija, que golpea sobre la superficie y dependiendo de la dureza de la misma, rebota con

mayor o menor fuerza. La respuesta del rebote desplaza una guía sobre un visor escalado y consigue la medición.



*Ilustración 1. Sección esclerómetro. Fuente: Internet*

Se trata de un ensayo muy económico, que no altera la resistencia, estética y funcionalidad de la estructura, y se puede operar tanto en horizontal como en vertical sin problemas. Sin embargo, su resultado depende de muchos factores. Debemos realizarlo sobre una superficie completamente lisa, y no es un ensayo que recoja datos de toda la pieza de hormigón, ya que únicamente recoge datos de los primeros centímetros superficiales.

- Ultrasonidos: este ensayo se realiza con un aparato llamado pachómetro. Éste mide el tiempo que tarda una onda ultrasónica en atravesar el hormigón. Esta experiencia se realiza acoplado un transductor emisor y un transductor

receptor al hormigón que se ensaya. La velocidad de propagación obtenida tiene una relación directa con los parámetros elásticos del material ( $E$ ,  $v$ ) e indirecta con las propiedades resistentes.

Es un ensayo que depende de muchos factores, como el grado de humedad, la presencia de armaduras o el tamaño de los áridos. Pero al contrario que el esclerómetro, este ensayo afecta a toda

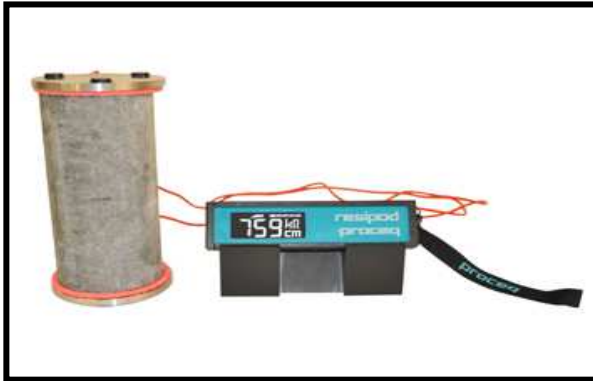


*Ilustración 2. Aparato ultrasonidos. Fuente: Internet.*

la pieza de hormigón, no solo a la superficie, por lo que podemos obtener más información con este método, como discontinuidades internas. Es económico y muy sencillo de realizar. Su problemática reside en aquellas piezas difícilmente accesibles por ambas caras, ya que si únicamente colocamos los transductores en una cara, no obtendremos información representativa de toda la masa.



- Radiografía: este ensayo se basa en la radiación gamma para poder ver el interior de la pieza de hormigón. Simplemente se trata de medir la intensidad de la radiación que atraviesa la pieza objeto de estudio. Para ello se necesita una fuente de radiación a un lado de la pieza y un elemento de registro de radiación en el lado opuesto. Mediante este ensayo se puede situar con mucha precisión las armaduras que existen en la pieza y además la existencia de coqueras (huecos de aire) en el interior de la pieza. Este ensayo nos proporciona información visual, y no datos de resistencia del hormigón.
  
- Resistividad eléctrica: este ensayo se basa en la propiedad de la resistividad eléctrica como inversa de la conductividad del hormigón. Básicamente consiste en hacer pasar una corriente eléctrica por la pieza de hormigón midiendo la intensidad con la que sale.  
Existen dos fases; la primera sería la de fraguado, en la cual cuanto más tiempo pase y el hormigón vaya fraguando, la conductividad del hormigón irá disminuyendo, puesto que el agua irá desapareciendo de la mezcla.  
  
La segunda fase, cuando el hormigón está endurecido, tiene en cuenta los huecos internos de la pieza. Cuantos más huecos internos tenga la pieza, menos conductividad eléctrica tendrá.



*Ilustración 3. Aparato de medición de resistividad eléctrica. Fuente: Internet.*

La importancia de la resistividad del hormigón es debido a que su evolución, es paralela a la de la resistencia, y además permite indicar el factor de edad del hormigón.

- Ondas magnéticas: este ensayo (muy similar al de ultrasonidos) se realiza midiendo, en diferentes puntos de la superficie del hormigón, la alteración del campo magnético generado por una sonda electromagnética o pachómetro y permite conocer la posición de las armaduras y, con menor precisión, sus diámetros y el espesor de los recubrimientos. Los errores en la medición se acentúan cuando la densidad del armado es alta o cuando el espesor del recubrimiento es muy grande, por lo que, si se necesita conocer con precisión el diámetro de las barras o el espesor de los recubrimientos, será necesario contrastar los resultados obtenidos mediante la sonda con la medida directa practicando rozas en algunos puntos.



- Medición de la profundidad de carbonatación: para conocer la profundidad a la que ha llegado el proceso de carbonatación en un hormigón endurecido, se lleva a cabo un ensayo semidestructivo que consiste en practicar un pequeño corte perpendicular a la superficie del hormigón e impregnar la sección con fenolftaleína. Esta sustancia se torna color violeta en medios muy alcalinos, por lo que el espesor de hormigón carbonatado es que no se ha teñido de violeta.
- Medida del grado de corrosión de la armadura: cuando no se sabe si el acero de las armaduras ha comenzado un proceso de corrosión, o se desconoce el riesgo de que ocurra, esto se puede determinar mediante equipos que miden el potencial eléctrico de aquellas. Para ello se practica en el hormigón una cala que permita conectar a la armadura un electrodo y se desplaza el otro electrodo por la superficie del elemento estructural.
- Examen con microscopio: el microscopio permite medir el ancho de microfisuras o fisuras que no se pueden medir a simple vista, así como la composición mineralógica y su cristalografía.
- Extensometría: la extensimetría permite la medición en lesiones, de su variación dimensional, así como el seguimiento de la variabilidad de grietas y fisuras.



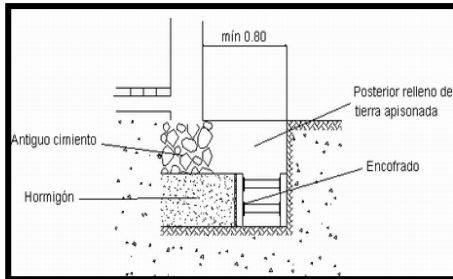
# 1. Estado del arte

## Evolución de los sistemas de refuerzo y reparación estructural en estructuras de hormigón armado

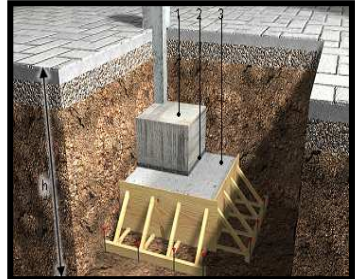
Para empezar, se deben definir los conceptos refuerzo y reparación. Cuando se habla de reparar, se habla de solucionar las posibles deficiencias del elemento existente para dotarlo de una mayor capacidad resistente, pero contando con la propia capacidad del elemento intervenido. Cuando se habla de reforzar, en cambio, se habla de restaurar la capacidad resistente que poseía el elemento intervenido, aun pudiendo incrementar dicha capacidad.

A continuación, se hablará de los sistemas de refuerzo de estructuras que existen, y su evolución.

Como primeros materiales usados para dicho refuerzo, se encuentran el propio hormigón y el acero. El uso del hormigón consiste en el regresamiento de la pieza de hormigón dañada, aumentando así su sección y su resistencia. Es un método ya anticuado para un uso generalizado y únicamente tenido en cuenta para recalces de cimentaciones actualmente. Permite el aumento de sección de la zapata y otorgarle mayor resistencia. Sin embargo, en otras piezas de hormigón, el aumento de sección por sí solo resulta insuficiente. Es por ello que se debe combinar este método con los que a continuación se describirán.



*Ilustración 5. Sección recalce. Fuente: Internet.*

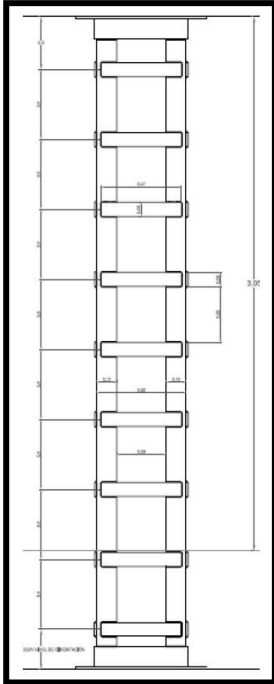


*Ilustración 4. Perspectiva recalce. Fuente: Internet.*

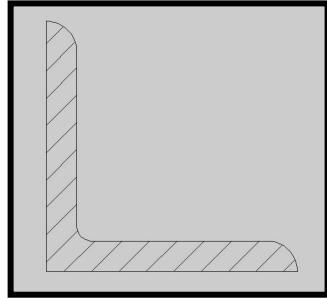
El uso del acero, por otra parte, consiste en adosar a las caras traccionadas de la pieza chapas de acero del grosor requerido mediante cálculo. Existen dos tipos de actuación: empresillado y encamisado.

El primero, empresillado, consiste en realizar una estructura metálica alrededor de la pieza afectada. Esto se consigue mediante perfiles largos en forma de “L” para las aristas, y presillas para conectar dichos perfiles. Su unión es mediante soldadura resistente. Una vez realizada la estructura metálica, se rellenan los huecos entre pieza y estructura metálica mediante morteros resistentes especiales para proporcionarles unión y que trabajen conjuntamente.





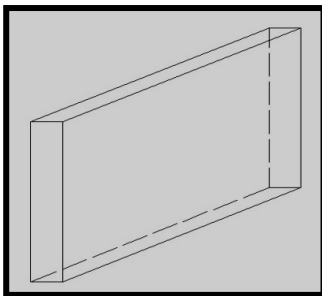
*Ilustración 8. Pilar empesillado. Fuente: Propia.*



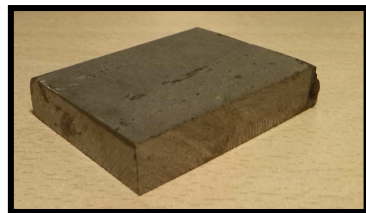
*Ilustración 6. Sección perfil metálico "L". Fuente: Propia.*



*Ilustración 7. Perfil metálico "L". Fuente: Internet.*

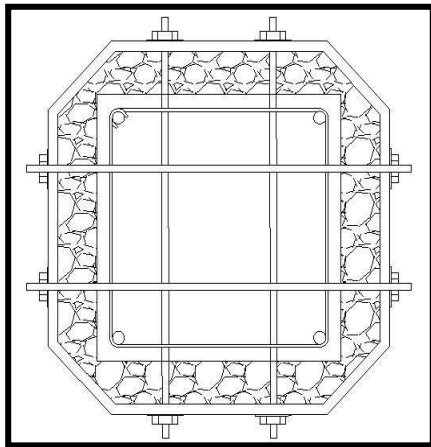


*Ilustración 9. Dibujo presilla. Fuente: Propia.*



*Ilustración 10. Fragmento de presilla. Fuente: Propia.*

El segundo, encamisado, consiste en forrar la pieza a tratar con una estructura metálica, a modo de “camisa” de forma que desarrolle resistencia conjuntamente con la pieza afectada. Esta estructura metálica está unida a la pieza original mediante unos pasadores (pernos) que cruzan la pieza en dos o más direcciones, como se muestra en las imágenes. Una vez forrado, se procede al vertido de hormigón para darle trabajo de conjunto a la pieza. La forma del forrado puede variar, pudiendo ser la misma forma geométrica que la pieza existente o de diferente forma.



*Ilustración 12. Sección encamisado.  
Fuente: Propia.*



*Ilustración 11. Encamisado.  
Fuente: Internet.*



En la actualidad, se sigue usando tanto el hormigón como el acero para el refuerzo de estructuras. Sin embargo, con el desarrollo tecnológico, cada vez encontramos nuevos materiales más resistentes y capacitados para dichos refuerzos. Dos de los materiales muy utilizados en la actualidad son la fibra de carbono y las resinas.

La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos de carbono. Pero no constituye por sí solo un producto apto para el refuerzo estructural. Su principal aplicación es la fabricación de materiales compuestos con polímeros termoestables, como por ejemplo la resina epoxi. Con esta elaboración ya es apto para su aplicación en el campo del refuerzo estructural, y sus propiedades son:

- Resistencia mecánica muy elevada.
- Módulo de elasticidad elevado.
- Baja densidad en comparación con el acero.
- Gran capacidad de aislamiento térmico.
- Gran resistencia a las variaciones de temperatura.
- Resistencia a agentes externos.
- Elevado precio de producción.

Se puede observar que frente a la tensión de rotura media del acero estructural, alrededor de 400 MPa, la fibra de carbono (laminada) posee una tensión de rotura media de 1600 MPa; es decir, 4 veces

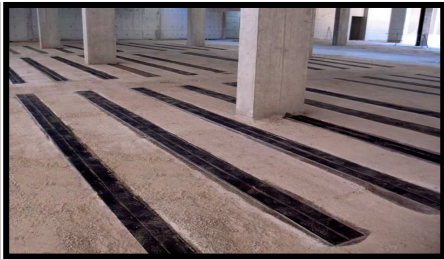


superior. También se observa que su densidad es de  $1,75 \text{ g/cm}^3$  frente a la del acero de  $7,8 \text{ g/cm}^3$ . Esto convierte al laminado de fibra de carbono en un gran candidato para el refuerzo estructural ya que añadiendo muy poca carga a la estructura en la cual se interviene, se consigue una elevada resistencia.

Sin embargo, su coste es muy elevado, lo cual hace que su uso no sea tan frecuente, a pesar de su notable ventaja frente al acero en cuanto a ligereza y resistencia.



*Ilustración 14. Cruce de vigas y pilar reforzado con fibra de carbono.  
Fuente: Internet.*



*Ilustración 13. Refuerzo de fibra de carbono en forjado. Fuente: Internet.*



*Ilustración 15. Refuerzo de fibra de carbono en viga. Fuente: Internet.*



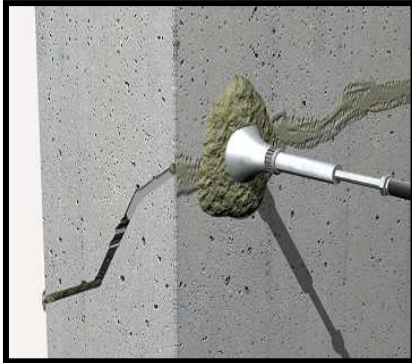
Por otro lado, las resinas son muy útiles a la hora de la reparación de grietas, ya que al endurecer aportan monolitismo y además evitan la penetración del agua al interior del hormigón, evitando así problemas derivados. La resina se inyecta en la grieta a tratar a presión, pero es necesario corregir la causa de dicha grieta antes de ejecutar el proceso de inyección. Una vez solucionado el problema causante de la grieta, es necesario que la grieta se encuentre limpia, sin residuos y sin humedad para comenzar a aplicarle la resina.

Existen muchos tipos de resinas, cada una con una funcionalidad específica para corregir determinados problemas, por lo que es también muy necesario tener conocimiento del producto elegido y sus características. Algunas de estas características a tener en cuenta son:

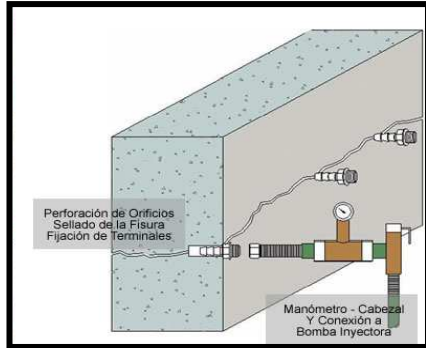
- Módulo de elasticidad.
- Tiempo de trabajabilidad de la mezcla.
- Tolerancia a la humedad
- Resistencias a la compresión, flexión y tensión.

Es importante la rapidez y el buen manejo de este material, ya que su manipulación puede ser peligrosa. Debe ser obligatorio el uso de material de protección como guantes, respiradores, etc.. para minimizar los riesgos.

También es frecuente el uso de resinas combinando algún método arriba descrito, para mejorar el refuerzo ejecutado.



*Ilustración 16. Inyección de resinas.  
Fuente: Internet.*



*Ilustración 17. Esquema inyección de resinas. Fuente: Internet.*



## Cronología del uso de ensayos no destructivos

Siempre se ha tenido la necesidad de la obtención de información para comprender el comportamiento del hormigón. Por ello, durante los últimos 50-60 años se ha investigado diversos métodos de ensayo del hormigón, tanto destructivos como no destructivos. La finalidad de estas investigaciones es el desarrollo de métodos de ensayo económicos, prácticos y rápidos de realizar.

Este desarrollo ha crecido mucho más en el campo de la industria, debido a su sencillez de realización incorporándolos en el proceso de elaboración. Sin embargo, en el campo de la construcción, y más aún en la reparación de estructuras, es complicada su aplicación.

Como todo proceso de evolución, en un principio éstas técnicas se limitaban a sencillas inspecciones visuales o acústicas. Sin embargo, el estudio de la propagación de ondas, alrededor del 1950, abrió camino para el avance de métodos más técnicos y efectivos. Como en cualquier campo, los últimos descubrimientos hicieron que su avance fuese más rápido:

- El desarrollo de nuevos programas informáticos de cálculo.
- El desarrollo del tratamiento de imágenes.



- La aparición de internet, herramienta que facilita la difusión de resultados y conocimientos científicos.
- El desarrollo de los equipos y aparatos de medición y su conversión a versiones más pequeñas y manejables.

Los métodos de ensayo basados en la dureza superficial del hormigón son conocidos y empleados desde la década de 1930. La información acumulada hasta la fecha demuestra que los métodos proporcionan solamente una indicación aproximada de la calidad del hormigón. Más tarde surgió el esclerómetro, diseñado en 1950, y patentado por SCHMIDT, de ahí su nombre.

En cuanto al método de la velocidad de propagación de los ultrasonidos en el hormigón, los primeros trabajos sobre la medida de la velocidad de impulsos generados mecánicamente a través del hormigón, se realizaron en los Estados Unidos de América hacia mediados de los años 1940. Se observó que la velocidad del impulso dependía primordialmente de las características elásticas del material ensayado y que era prácticamente independiente de la geometría (dimensiones) de la pieza ensayada. Por las mismas fechas, hacia 1945, el método fue experimentado y desarrollado por Leslie y Cheesman en Canadá y por Jones en Inglaterra.

Posteriormente, han sido desarrolladas otras formas de ensayo, hasta la aparición de los modernos equipos ultrasónicos, digitales y portátiles,





como el Pundit (Portable Ultrasonic Non Destructive Digital Indicating Tester), desarrollado a principios de la década de 1970 por Elvery y Vale, utilizando impulsos de un rango de frecuencias comprendido entre 50 y 150 kHz por segundo, generados y almacenados por circuitos electrónicos.

## 2. Estudio de patologías más frecuentes en estructuras de hormigón armado

Una vez vistos diversos sistemas de refuerzos, se procederá a comentar las patologías más frecuentes en estructuras de hormigón armado.

Estas patologías producen problemas de resistencia y durabilidad, y normalmente están referidas a problemas en la compacidad y/o procesos de corrosión en el hormigón.

Agrupándolas por elementos estructurales:

### - Cimientos

**Asiento de zapatas medianeras:** fisura, de media a grave, abierta en el forjado y paralela a la medianera y también en la cara inferior del forjado. Las posibles causas pueden ser:

- Omisión de viga centradora.
- Excavación en terreno medianero.
- Elevado asiento de las zapatas medianeras.

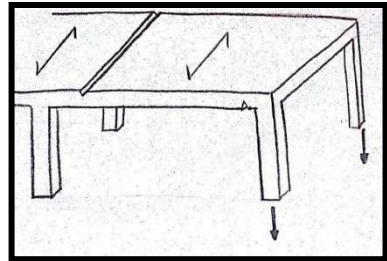
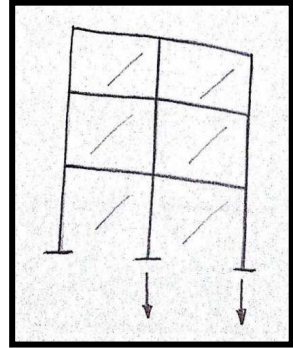


Ilustración 18. Asiento de zapatas medianeras. Fuente: Propia.

**Inclinación de edificios:** las primeras fisuras en sentido diagonal surgen en los cerramientos y tabiquería, y se vuelve grave cuando rompen los elementos estructurales. Las posibles causas pueden ser:

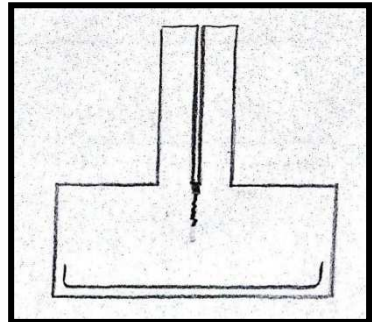
- Construir sobre un relleno en ladera.
- Edificar una zona sobre relleno y otra sobre terreno firme.
- Construir sobre resto de cimentaciones.
- Corriente de agua con arrastre de tierras.
- Excavación en solar medianero con desplazamiento de tierras.



*Ilustración 19.  
Inclinación de edificios.  
Fuente: Propia.*

**Desgarramiento en juntas de dilatación de zapatas:** fisura en vertical que tiende a cortar la zapata entre la unión de los dos pilares. Las posibles causas pueden ser:

- Elevada retracción de la estructura.
- Estructura de bastante longitud.
- Falta armadura en la parte superior de la zapata.



*Ilustración 20. Desgarramiento en juntas de dilatación de zapatas. Fuente: Propia.*

**Punzonamiento en zapata o losa:** rotura, muy grave, que tiende a los 45º y con dificultad de observación por estar el elemento enterrado. Las posibles causas pueden ser:

- Sección insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Omisión de armadura de punzonamiento
- Cálculo erróneo.

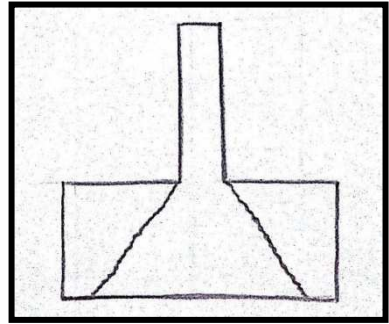


Ilustración 21. Punzonamiento en zapata o losa. Fuente: Propia.

**Elevación de una zapata:** grieta inclinada en los cerramientos que se alejan de forma ascendente desde la zapata que se ha elevado. Las posibles causas pueden ser:

- Hinchamiento del terreno por construir la cimentación en terreno expansivo en estado seco.

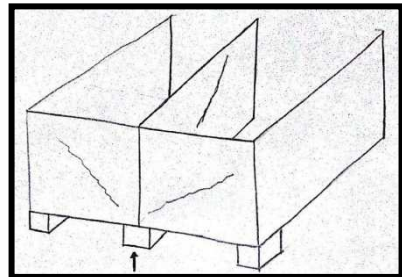
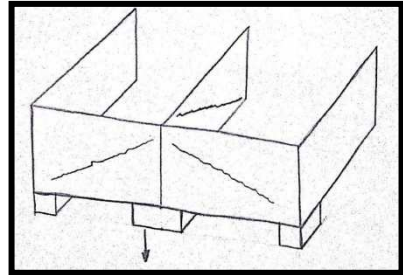


Ilustración 22. Elevación de una zapata. Fuente: Propia

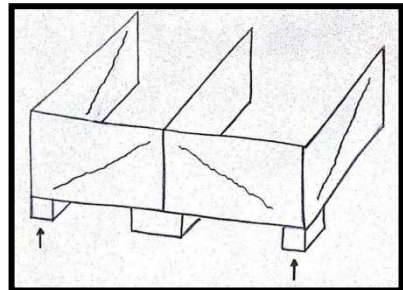
**Asiento de una zapata:** grietas inclinadas en los cerramientos que se alejan de forma descendente de la zapata que ha asentado. Las posibles causas pueden ser:



*Ilustración 23. Asiento de una zapata. Fuente: Propia.*

- Presión excesiva sobre terreno.
- Reblandecimiento del terreno.
- Falta del apoyo del cimiento por una corriente de agua.
- Deseccación del terreno.

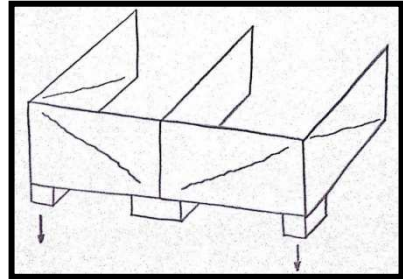
**Elevación de dos zapatas:** grietas inclinadas en los cerramientos que se alejan de forma ascendente de las zapatas que se han elevado. Las posibles causas pueden ser:



*Ilustración 24. Elevación de dos zapatas. Fuente: Propia.*

- Hinchamiento del terreno por ejecutar la cimentación en terreno expansivo en estado seco.

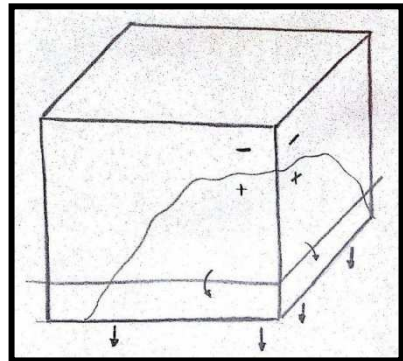
**Asiento de dos zapatas:** grietas inclinadas en los cerramientos que se alejan de forma descendente de las zapatas que han asentado. Las posibles causas pueden ser:



*Ilustración 25. Asiento de dos zapatas. Fuente: Propia.*

- Presión excesiva sobre el terreno.
- Falta de apoyo del cimiento por reblandecimiento del terreno.
- Deseccación del terreno.

**Asiento y giro de una esquina de una cimentación:** grieta abierta en distintos planos que seccionan el muro de fábrica. Las posibles causas pueden ser:

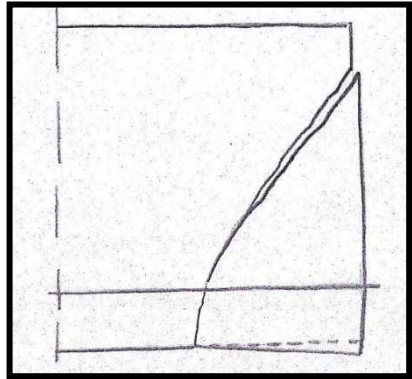


*Ilustración 26. Asiento y giro de una esquina de una cimentación. Fuente: Propia.*

- Deseccación del terreno.
- Pérdida de apoyo de la cimentación.
- Cimentación muy superficial que queda afectada por los cambios climatológicos.

**Asiento largo en un cimiento:** grieta a 45º más abierta por la parte superior que se cierra a medida que se aleja de la zona de mayor asiento. Las posibles causas pueden ser:

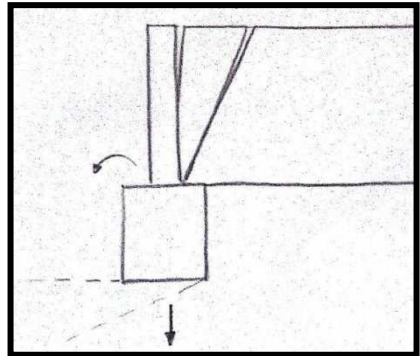
- Asiento de mayor longitud en una cimentación.
- Excavación más profunda en solar medianero.
- Zanjas profundas para instalación de redes.



*Ilustración 27. Asiento largo en un cimiento. Fuente: Propia.*

**Giro en cimiento:** fisura abierta en la parte alta del muro, cerrándose al descender. Las posibles causas pueden ser:

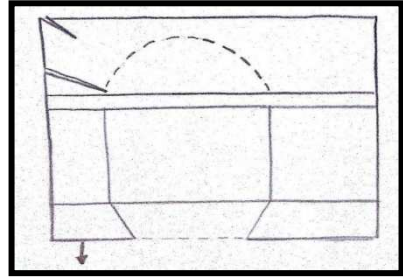
- Cimentación muy superficial que queda afectada por los cambios climatológicos.
- Excavación en solar medianero.



*Ilustración 28. Giro en cimiento. Fuente: Propia.*

**Asiento por abertura de hueco:** fisura abierta a 45º que se cierra a medida que desciende. Las posibles causas pueden ser:

- Aumento de la presión de trabajo del terreno en un extremo de la fachada.

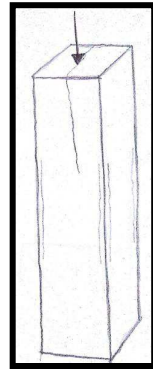


*Ilustración 29. Asiento por abertura de hueco. Fuente: Propia.*

## - Pilares

**Aplastamiento del hormigón:** se produce una rotura rápida y muy grave. Aparece una fisura en las dos caras opuestas del pilar, o en las esquinas intentando pandear las barras. Las posibles causas pueden ser:

- Sección insuficiente
- Armadura insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Cercos muy separados o incorrectos.
- Caída de cercos.
- Error de cálculo.

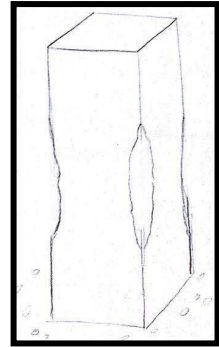


*Ilustración 30. Aplastamiento del hormigón. Fuente: Propia.*



**Desagregación del hormigón:** el hormigón disminuye de resistencia y se desmorona. Las posibles causas pueden ser:

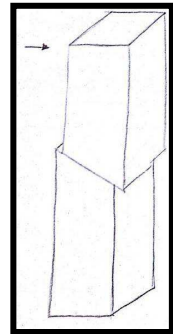
- La confección del hormigón se realiza con un producto químico que le ataca desde el interior.
- El hormigón está en contacto con un producto químico que le ataca.
- Entumecimiento del hormigón.



*Ilustración 31.  
Desagregación  
del hormigón.  
Fuente: Propia.*

**Cortante:** rotura rápida y muy grave. Se produce una fisura en dos caras a 60º y en las otras dos en horizontal. Cuanta menos armadura transversal se disponga, la capacidad de aviso será menor. Las posibles causas pueden ser:

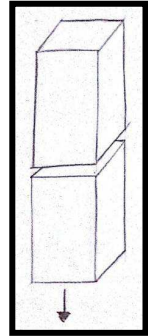
- Sección insuficiente.
- Armadura transversal insuficiente.
- Empuje horizontal superior al previsto.
- Hormigón deficiente.
- Deslizamiento de la cimentación.



*Ilustración 32.  
Cortante. Fuente:  
Propia.*

**Tracción:** fisura o grieta grave que secciona al soporte en horizontal. Las posibles causas pueden ser:

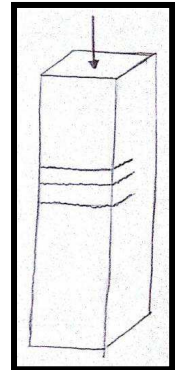
- Asiento del cimiento por reblandecimiento del terreno.
- Omisión o insuficiencia de una viga centradora en cimentación.
- Excavación en solar medianero.
- Acortamiento de las cabezas de pilares inferiores, por influencia o recrecido defectuoso.



*Ilustración 33.  
Tracción. Fuente:  
Propia.*

**Pandeo:** rotura rápida y muy grave, en horizontal, en una cara del pilar. En ocasiones, primero salta el recubrimiento antes de la aparición de las fisuras. Las posibles causas pueden ser:

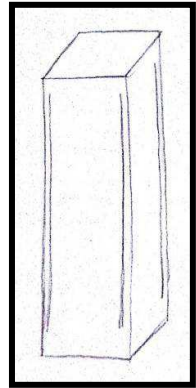
- Sección insuficiente.
- Armadura insuficiente.
- Esbeltez no prevista.
- Mayor altura que la prevista en cálculos.
- Exceso de carga en pilares esbeltos.



*Ilustración 34.  
Pandeo. Fuente:  
Propia.*

**Corrosión en armadura:** fallo por pandeo o falta de sección en las barras debido a la corrosión. El estado de la corrosión marca la gravedad. Las posibles causas pueden ser:

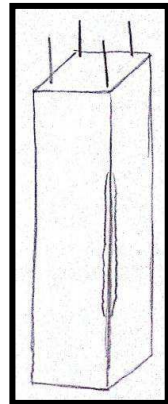
- Agua o áridos inadecuados en la confección del hormigón.
- Hormigón poco compacto con exceso de agua.
- Escaso vibrado del hormigón.
- Zonas de salpicadura con vientos predominantes del mar.



*Ilustración 35.  
Corrosión en  
armadura.  
Fuente: Propia.*

**Rotura de una esquina:** fisura, muy grave, a lo largo de una barra dejando la esquina suelta. Las posibles causas pueden ser:

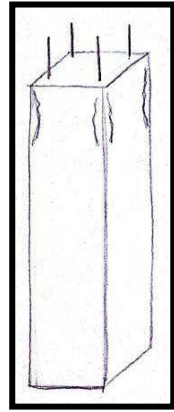
- Cercos sin cerrar en una misma esquina con insuficiente longitud de anclaje.
- Penetración de la humedad al interior del hormigón provocando la expansión de armaduras.
- Demasiada separación entre cercos.



*Ilustración 36.  
Rotura de una  
esquina. Fuente:  
Propia.*

**Caída de estribos:** fisura muy grave. Se puede producir colapso por pandeo de las barras al entrar en carga el pilar. Las posibles causas pueden ser:

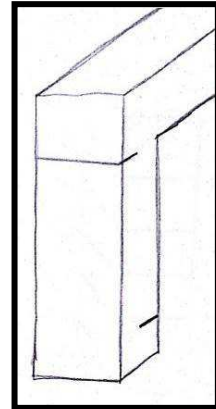
- Caída de estribos durante el hormigonado o vibrado.
- Hormigón de baja resistencia en la cabeza del pilar.



*Ilustración 37.  
Caída de estribos.  
Fuente: Propia.*

**Corrosión en armadura:** fisura fina que puede aparecer en la cabeza o en el pie del pilar. Aparece en horizontal y es grave. Las posibles causas pueden ser:

- Armadura insuficiente.
- Aumento del momento por un asiento.
- Hormigón deficiente.
- Cálculo erróneo.
- Omisión de patillas en pilar extremo de última planta.
- Empuje horizontal no previsto.

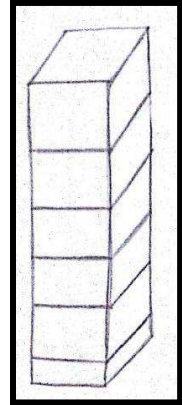


*Ilustración 38.  
Corrosión en  
armadura.  
Fuente: Propia.*



**Retracción hidráulica:** fisuras leves que aparecen a distancias periódicas en las caras que sufren una mayor acción del sol. Las posibles causas pueden ser:

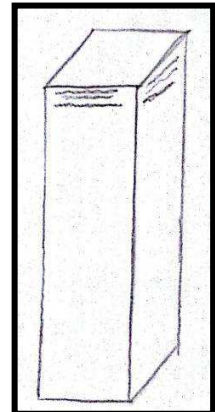
- Exceso de agua de amasado y curado deficiente.
- Áridos inadecuados.
- Cemento con fuerte retracción.
- Escaso recubrimiento en armadura.
- Acumulación de la pasta en las paredes por acercar vibradores.
- Pequeña cuantía geométrica de la armadura.



*Ilustración 39.  
Retracción  
hidráulica.  
Fuente: Propia.*

**Retracción plástica en cabeza de pilar:** fisuras leves si el hormigón tiene la resistencia exigida. Las posibles causas pueden ser:

- Exceso de agua de amasado.
- Exceso de vibrado.
- Impurezas en los áridos.
- Acumulación de finos en las cabezas de pilares altos.
- Añadidos defectuosos en pilares de corta altura.

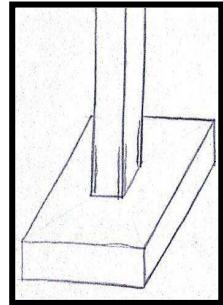


*Ilustración 40.  
Retracción  
plástica en  
cabeza de pilar.  
Fuente: Propia.*



**Transmisión deficiente de cargas:** fisuras graves que aparecen sobre las barras en la base del pilar cerca de la zapata. Las posibles causas pueden ser:

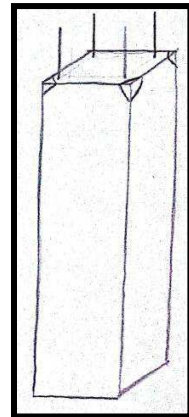
- Insuficiente longitud de anclaje de la armadura de la zapata.
- Mala atadura de la armadura de la zapata con la del pilar.



*Ilustración 41.  
Transmisión  
deficiente de  
cargas. Fuente:  
Propia.*

**Rotura de esquinas en cabeza de pilar:** fisuras leves en las esquinas de las cabezas de los pilares. Las posibles causas pueden ser:

- Doblado de barras cuando el hormigón tenía poca resistencia.
- Rotura por golpes en desencofrado prematuro.
- Rotura por sujetarse a las barras con el hormigón aún fresco.

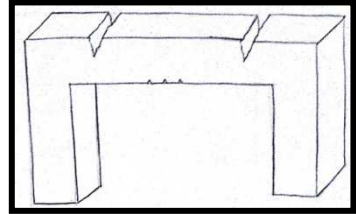


*Ilustración 42.  
Rotura de  
esquinas en  
cabeza de pilar.  
Fuente: Propia.*

## - Vigas

**Flexión:** fisuras graves. Cuanta mayor cantidad de armaduras se dos pone de más tiempo de aviso de colapso. Las posibles pueden ser:

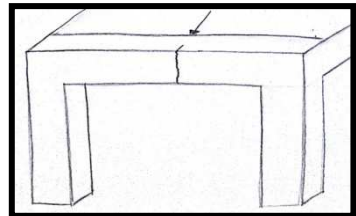
- Armadura insuficiente o mal colocada.
- Sobrecarga excesiva.
- Sección insuficiente.
- Falta de longitud de anclaje.
- Desencofrado prematuro o incorrecto.
- Luz mayor a la prevista en cálculo.
- Hormigón de menor resistencia.



*Ilustración 43. Flexión. Fuente: Propia.*

**Flexión lateral:** fisura de flexión en un lateral de la viga que se puede confundir con una retracción. Es grave si no se solventa y persiste la causa. Las posibles causas pueden ser:

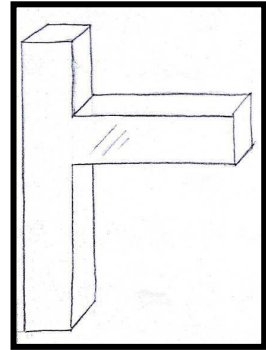
- Empuje lateral de sismo en vigas de cuelgue que tienen que soportar pilares.
- Empuje lateral de sismo en vigas de cuelgue cuando el forjado es embebido.



*Ilustración 44. Flexión lateral. Fuente: Propia.*

**Cortante:** fisuras cerradas con inclinación entre  $45^\circ$  y  $75^\circ$  hacia el pilar. Es muy grave y la rotura puede ser instantánea. Las posibles causas pueden ser:

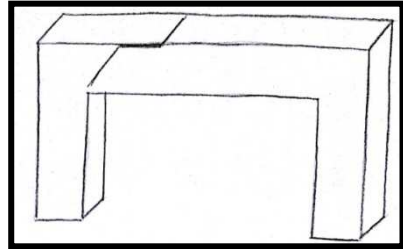
- Sección insuficiente.
- Armadura transversal insuficiente o mal colocada.
- Sobrecarga excesiva.
- Hormigón deficiente.
- Cálculo erróneo.



*Ilustración 45.  
Cortante. Fuente:  
Propia.*

**Cortante y longitud de anclaje insuficiente:** rotura a  $45^\circ$  muy grave que tiene a la horizontalidad en la parte superior de la viga. Las posibles causas pueden ser:

- Insuficiente resistencia a cortante.
- Insuficiente longitud de anclaje de la armadura negativa.



*Ilustración 46. Cortante y longitud  
de anclaje insuficiente. Fuente:  
Propia.*

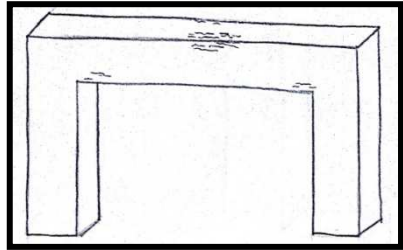




### **Aplastamiento del hormigón:**

rotura muy grave cuya rapidez depende de la cantidad de armadura de compresión. Las posibles causas pueden ser:

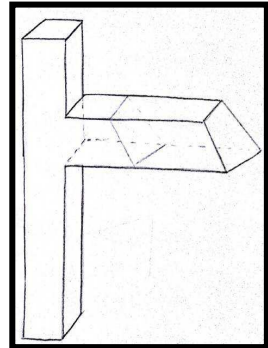
- Sección pequeña con mucha armadura de tracción.
- Hormigón deficiente.
- Exceso de carga.
- Cálculo deficiente.



*Ilustración 47. Aplastamiento del hormigón Fuente: Propia.*

**Torsión:** rotura grave y rápida con escasa armadura. Forma una red entre  $45^\circ$  y  $75^\circ$  en el contorno de la pieza. Las posibles causas pueden ser:

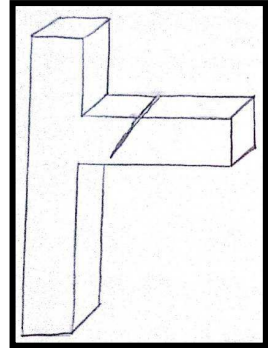
- Sección insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Exceso de carga.
- Cálculo deficiente.
- Armadura transversal y longitudinal insuficiente.
- Cercos sin soldar.



*Ilustración 48. Torsión. Fuente: Propia.*

**Flexión y cortante:** fisura muy grave de tracción que cambia su inclinación por estar la viga sometida a fuerte cortante. La rotura puede ser muy rápida. Las posibles causas pueden ser:

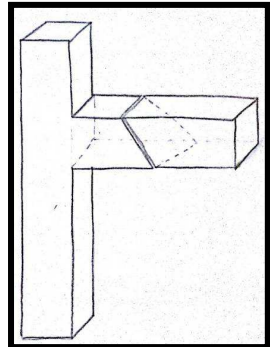
- Sección insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Exceso de carga.
- Armadura transversal y longitudinal insuficiente.
- Desencofrado prematuro.



*Ilustración 49. Flexión y cortante. Fuente: Propia.*

**Flexión y torsión:** fisura muy grave de torsión con abertura en la zona de tracción. La rotura puede ser muy rápida. Las posibles causas pueden ser:

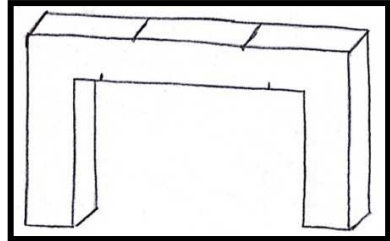
- Sección insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Cercos sin soldar.
- Armadura transversal y longitudinal insuficiente.



*Ilustración 50. Flexión y torsión. Fuente: Propia.*

**Cambio brusco de sección de armadura:** fisura leve que se agrava por cortante al acercarse al apoyo. Ésta suele aparecer donde termina la armadura positiva corta o la negativa. Las posibles causas pueden ser:

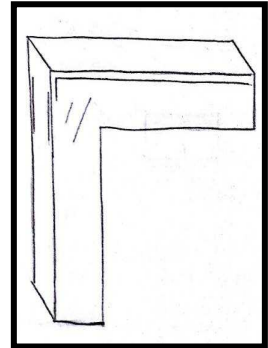
- Cambios bruscos de armadura, por retracción en elementos muy coartados.



*Ilustración 51. Cambio brusco de sección de armadura. Fuente: Propia.*

**Escasa longitud de anclaje en negativos:** fisura fina, grave, que tienden a abrirse cuando la armadura se desliza en el hormigón. Las posibles causas pueden ser:

- Longitud de patillas insuficiente en vigas de grandes luces, provocando el deslizamiento de la armadura.

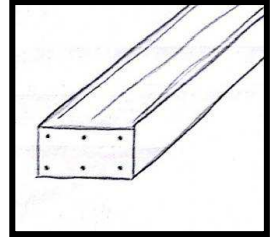


*Ilustración 52. Escasa longitud de anclaje en negativos. Fuente: Propia.*



**Retracción hidráulica en viga:** fisuras de gravedad media que aparecen rápidamente en el lugar de las barras y estribos. Las posibles causas pueden ser:

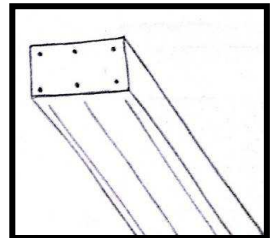
- Exceso de agua y finos.
- Recubrimiento excesivo.
- Mal curado del hormigón con acciones fuertes de viento y sol.
- Falta de regado de armadura antes de hormigonado (para enfriarla).



*Ilustración 53.  
Retracción hidráulica  
en viga. Fuente:  
Propia.*

**Corrosión en armadura inferior:** fisuras graves por falta de sección o adherencia. Su aparición surge paralela a la armadura. Las posibles causas pueden ser:

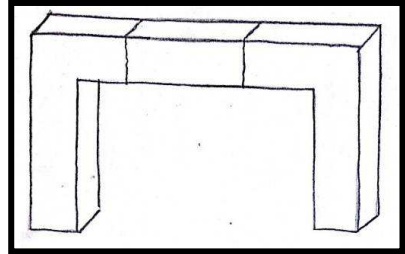
- Agua o áridos inadecuados.
- Escaso recubrimiento.
- Atmósfera agresiva.
- Omisión de calzos o separadores.



*Ilustración 54.  
Corrosión en  
armadura inferior.  
Fuente: Propia.*



**Retracción térmica:** fisura rectilínea que corta el elemento y que aparece con el hormigón endurecido en las vigas menos armadas o más coartadas. Su importancia depende de su ubicación. Las posibles causas



pueden ser:

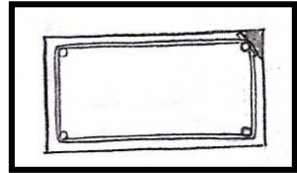
- Escasa cuantía de armadura.
- Omisión de juntas de dilatación.
- Elementos muy coartados.

*Ilustración 55. Retracción térmica.*

*Fuente: Propia.*

**Esquinas de viga partidas:** roturas, graves, en las esquinas de las vigas cerca del apoyo. Las posibles causas pueden ser:

- Anclaje insuficiente de los cercos que tienden a soltarse cuando soportan un cortante elevado.

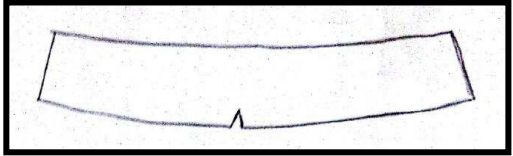


*Ilustración 56. Esquinas de viga partidas. Fuente:*

*Propia.*

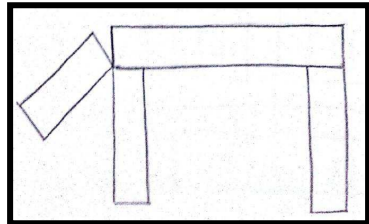
## - Forjados

**Rotura a flexión:** fisura de flexión que corta transversalmente la cara inferior de la viga. Las posibles causas pueden ser:



- Exceso de carga.
- Armadura insuficiente.
- Luz mayor a la de cálculo.
- Falta de unión del hormigón “in situ” a las viguetas.

**Caída de forjados en voladizos:** fisura, muy grave, de flexión y desprendimiento del voladizo. Las posibles causas pueden ser:

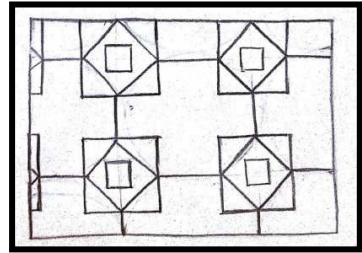


*Ilustración 57. Caída de forjados en voladizos. Fuente: Propia.*

- Omisión o mala colocación de la armadura negativa en voladizo.
- Vuelco del voladizo por no tener continuidad.

**Rotura por flexión en cara superior de un forjado reticular:** fisuras, graves, abiertas en un mismo plano. Las posibles causas pueden ser:

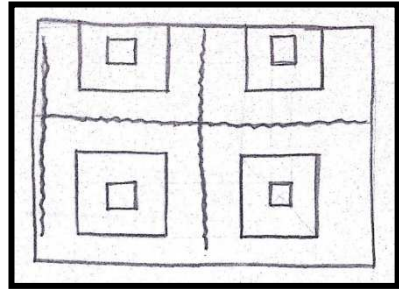
- Cálculo erróneo.
- Mal montaje de la armadura.
- Hormigón de menor resistencia.



*Ilustración 58. Rotura por flexión en cara superior de un forjado reticular. Fuente: Propia.*

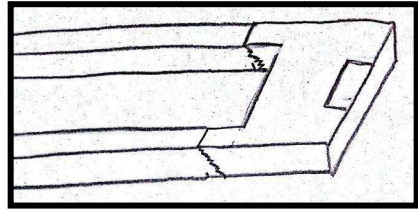
**Rotura por flexión en cara inferior de un forjado reticular:** fisuras, graves, abiertas en un mismo plano en el centro de la luz. Las posibles causas pueden ser:

- Cálculo erróneo.
- Mal montaje de la armadura.
- Hormigón de menor resistencia.



*Ilustración 59. Rotura por flexión en cara inferior de un forjado reticular. Fuente: Propia.*

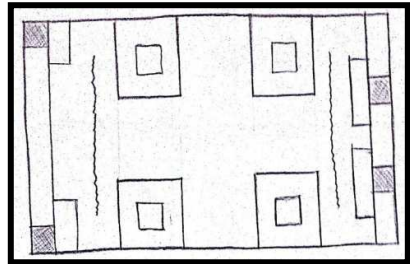
**Cortante en nervios que entregan en el ábaco:** rotura, muy grave, a 45º muy difícil de observar ya que tiene poca capacidad de aviso. Las posibles causas pueden ser:



*Ilustración 60. Cortante en nervios que entregan en el ábaco. Fuente: Propia.*

- Cálculo erróneo.
- Omisión de la armadura transversal.
- Hormigón de menor resistencia.
- Mayor carga de la prevista.

**Retracción hidráulica en forjado muy coartado:** fisura abierta en la cara superior del forjado por estar coartado en su retracción por dos muros de contención. Las posibles causas pueden ser:



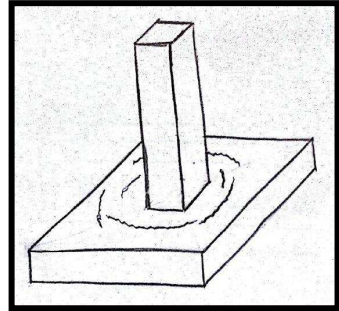
*Ilustración 61. Retracción hidráulica en forjado muy coartado. Fuente: Propia.*

- Forjado coartado en su retracción.
- Falta de armadura longitudinal en forjado.
- Falta de juntas de hormigonado.



**Punzonamiento:** fisuras, de aparición rápida y muy graves, cerradas y situadas alrededor del pilar. Las posibles causas pueden ser:

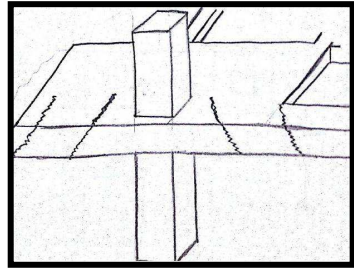
- Escaso espesor del forjado.
- Armadura transversal insuficiente.
- Hormigón de menor resistencia a la prevista.



*Ilustración 62.  
Punzonamiento. Fuente:  
Propia.*

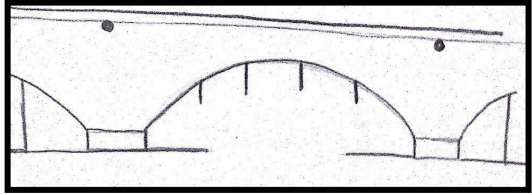
**Torsión de compatibilidad:** fisuras en el perímetro de vigas y zunchos perimetrales. Las posibles causas pueden ser:

- Vigas perimetrales en las que empotran viguetas de grandes luces.
- Cercos en vigas sin cerrar.
- Zunchos de borde a los que le llegan nervios de grandes luces.



*Ilustración 63. Torsión de  
compatibilidad. Fuente:  
Propia.*

**Aplastamiento de la base de la bovedilla:** desprendimiento de las bases de las bovedillas en una calle de viguetas. Las posibles causas pueden ser:



*Ilustración 64. Aplastamiento de la base de la bovedilla. Fuente: Propia.*

- Asiento de la cimentación.
- Deformación excesiva del forjado.

Como se ha visto, gran parte de los problemas en el hormigón armado están derivados de ataques químicos que afectan tanto al propio hormigón como a las armaduras, haciendo que el conjunto pierda resistencia y durabilidad. Por ello, es necesario tenerlo en cuenta y explicar en qué consisten dichos ataques químicos:

- **Oxidación y corrosión de las armaduras:** la oxidación de la superficie de las barras de acero de las armaduras se produce al reaccionar éstas con el oxígeno del aire. Esta oxidación por sí misma no es el problema, sino cuando se producen diferencias de potencial entre zonas del material, dando lugar a un proceso de corrosión electroquímica o galvánica en el que se produce un transporte de electrones del metal, con pérdida de material con el consiguiente problema de pérdida de resistencia del elemento estructural.



La oxidación llega a producir hidróxido de hierro (herrumbre) cuando las barras se siguen mojando, que se traduce en un incremento de volumen de las armaduras, generando tensiones en el hormigón que pueden llegar a superar su resistencia a tracción dando lugar a fisuras, desprendimiento de los recubrimientos, disminución de la adherencia entre el acero y el hormigón y, finalmente, pérdida de capacidad resistente del elemento de hormigón armado.

Todo esto puede tener diversas causas, siendo dos de ellas las más corrientes:

- Carbonatación: la hidratación de las partículas de cemento da lugar a la formación de cristales de silicato cálcico hidratado fundamentalmente, pero también de hidróxido cálcico. Este componente confiere al hormigón un carácter fuertemente alcalino, con un pH superior a 12'5, que protege de la oxidación la superficie de las armaduras recubiertas de hormigón. Pero el hidróxido cálcico reacciona con la combinación de agua y dióxido de carbono contenidos en la atmósfera en un proceso químico denominado carbonatación, porque el hidróxido se convierte en carbonato, que no tiene las propiedades alcalinas del hidróxido.

Este proceso se inicia en la superficie del hormigón y se propaga hacia el interior aunque cada vez a menor velocidad. Si los recubrimientos de las armaduras son escasos y la carbonatación alcanza al hormigón que está en contacto con ellas reduciendo el pH por debajo de 9, el acero deja de contar con la protección que tenía y se oxida más fácilmente, dando lugar al inicio del proceso de corrosión.

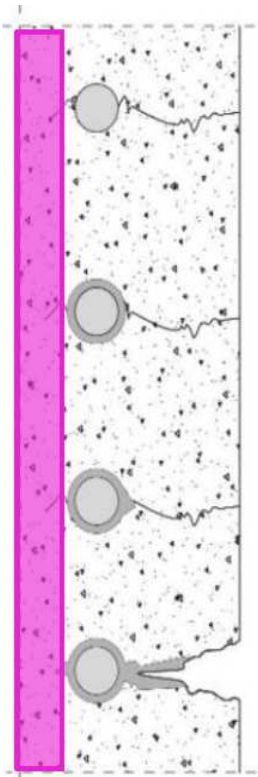


Ilustración 65. Esquema carbonatación. Fuente: Internet.

- 1- La humedad penetra por las grietas capilares y por los poros.
- 2- Se inicia la formación del óxido.
- 3- La formación de productos de corrosión voluminosos produce tensiones expansivas.
- 4- Finalmente la presión interna produce desprendimiento de porciones de hormigón y las barras de acero quedan expuestas al aire.

· Corrosión por cloruros: los cloruros y otros iones en contacto con la armadura pueden producir su corrosión aunque el pH del hormigón que la recubre se mantenga en valores superiores a 9. Además, la acción nociva de los cloruros es doble, porque no sólo forma con el acero pilas eléctricas que inician la oxidación y



corrosión, sino que también retienen la humedad en el hormigón por sus propiedades higroscópicas, acelerando el proceso.

Esta corrosión no es generalizada en toda la armadura como en el caso de la carbonatación del hormigón sino que se puede localizar en puntos.

Los cloruros, como el cloruro cálcico o el cloruro sódico, pueden incorporarse al hormigón a través de algunos acelerantes de fraguado, por las sales utilizadas para el deshielo en puentes o por la atmósfera en los ambientes marinos.

- **Ataque de terrenos agresivos:** en los terrenos sobre los que se asienta una estructura puede haber presencia de compuestos o sustancias nocivas que, disueltas en el agua que se filtra a través del suelo, alcancen el hormigón armado de la cimentación, atacándolo.
- **Ataque de aguas agresivas:** el agua, al penetrar por los poros y microfisuras del hormigón, es vehículo de numerosos compuestos químicos que se disuelven o se forman al contacto con ella, y luego atacan químicamente a los cristales de cemento, reduciendo su capacidad resistente.

El agua de lluvia arrastra numerosas partículas de compuestos químicos que flotan en el aire, como consecuencia de la contaminación atmosférica de las actuales áreas urbanas, que favorecen ambientes cada vez más agresivos. Algunos de estos compuestos forman con el agua ácidos que, en el mejor de los casos, neutralizan la alcalinidad del hormigón, acabando con la mejor protección con la que cuenta el acero y, en el peor, pueden



llegar a reaccionar con algunos componentes del hormigón. Es el caso más corriente el del ácido sulfúrico (lluvia ácida) originado por los iones de sulfuro consecuencia de la contaminación urbana.

- **Otros agentes:** además de los ácidos formados al disolverse en agua algunas partículas contaminantes de la atmósfera, cualquier sustancia de carácter ácido contribuye, como ya se ha dicho, a desproteger las armaduras al reducir la alcalinidad del hormigón.

Los aceites y grasas penetran profundamente a través de los poros del hormigón y, aunque no lo atacan como ácidos, reducen la adherencia entre el árido y la pasta de cemento afectando a la resistencia.

Algunos alcoholes como el metílico o el etílico, son especialmente agresivos con el hormigón, ya que pueden reaccionar formando sales solubles y disgregándolo.

- **Problemas del cemento aluminoso:** el hormigón fabricado con cemento aluminoso adquiere más rápidamente una mayor resistencia que el fabricado con cemento portland pero, por otro lado, la reducción de tamaño que experimentan los cristales con el paso del tiempo redunda en una disminución de la resistencia del hormigón, no siempre tenida en cuenta en los cálculos del proyecto, y en un aumento de la porosidad, que favorece la oxidación de la armadura en presencia de la humedad del ambiente.



### 3. Ensayos destructivos(ED) y ensayos no destructivos(END)

Una estructura de hormigón armado en la cual se quiere intervenir, puede presentar diversos estados y para ello es necesario ensayarlas. Los ensayos más fiables consisten en la extracción de probetas de la estructura y su posterior rotura para hallar una resistencia. Sin embargo, si se necesita conocer resistencias de múltiples zonas de la estructura, es inviable realizar una extracción allí donde se necesita información, ya que dicha estructura puede quedar agujereada y por tanto perjudicada gravemente.

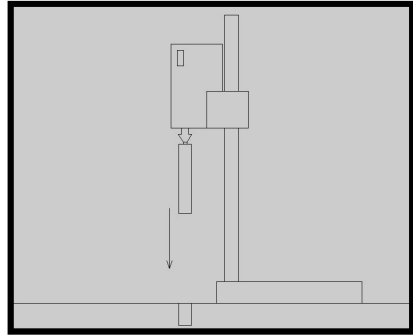
Para evitar este problema, se disponen los ensayos no destructivos. Pero éstos tienen una carencia, consistente en que por sí solos aportan muy poca información, ya que la fiabilidad siempre estará en la rotura.

Para solventar estas carencias, y poder obtener los máximos resultados sin tener que agujerear una estructura, se combinan ambos métodos de ensayo; destructivos y no destructivos.

## Ensayos destructivos

En estos ensayos, se extraen probetas testigo de forma cilíndrica para ensayar la resistencia a compresión del hormigón. La operación de extracción debe hacerse sin romper cohesión entre el mortero y el árido grueso. Hay que localizar

las armaduras para evitarlas y la extracción debe realizarse perpendicular a la superficie del hormigón.



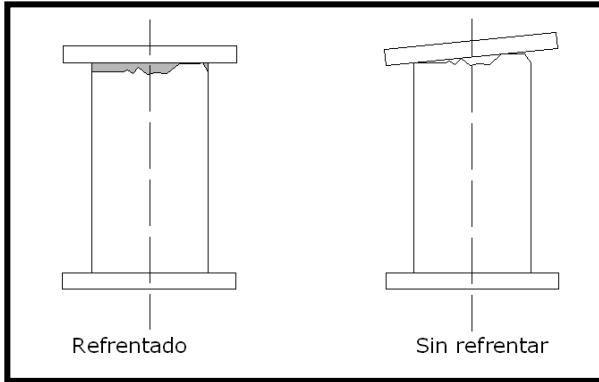
*Ilustración 66. Perforadora tubular.*

*Fuente: Propia.*

Existen diversos ensayos en el hormigón, como el ensayo de resistencia a tracción, el ensayo de resistencia a flexión y el ensayo de tracción indirecta. Sin embargo el que más interesa es el ensayo de resistencia a compresión.

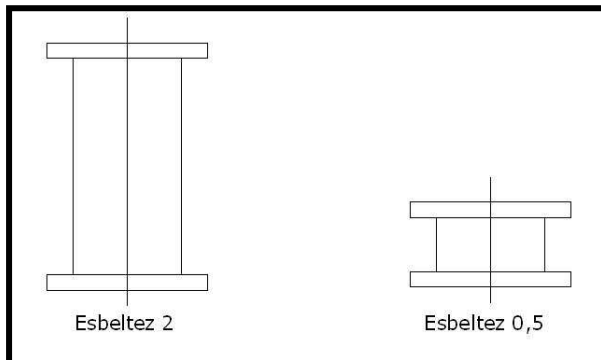
Una vez sacada la probeta de la estructura de hormigón, se debe realizar un tratamiento de las bases del cilindro obtenido. Este proceso es conocido como refrentado, y únicamente consiste en corregir las posibles irregularidades existentes, ya que de no ser así, el valor de la resistencia puede variar significativamente.





*Ilustración 67. Refrentado. Fuente: Propia.*

También es necesario tener en cuenta la esbeltez de la probeta. La relación de esbeltez es igual a la altura entre el diámetro, y esta relación debe ser igual a 2. Si utilizásemos otros valores, la resistencia nos puede dar valores muy poco significativos. Por ejemplo, si se tiene una probeta de esbeltez 0,5 se tendrá un valor de resistencia mucho mayor que con la esbeltez 2 recomendada, ya que la probeta tendrá más base que altura y opondrá mayor resistencia a la hora de romperse por compresión.

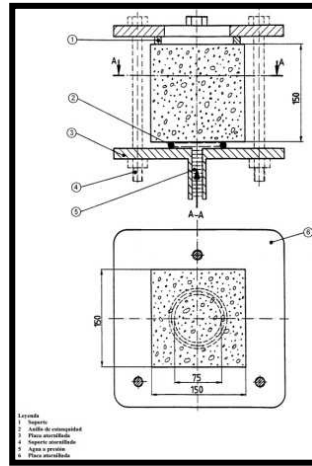


*Ilustración 68. Relaciones de esbeltez. Fuente: Propia.*

Otro ensayo destructivo que es de utilidad, es el ensayo de penetración de agua. Este ensayo se realiza en la probeta antes de ser destruida, mediante una máquina que aplica agua a presión en la base de la misma. Después de la aplicación del agua a presión, se rompe la probeta en dos partes, perpendicularmente a la cara donde se ha aplicado el agua a presión. Una vez rota en dos mitades, se marca en la probeta el frente de penetración del agua, y se mide la profundidad máxima de penetración.



*Ilustración 70. Máquina de ensayo penetración de agua.  
Fuente: Internet.*



*Ilustración 69. Sección máquina de ensayo de penetración de agua.  
Fuente: Internet.*



## Ensayos no destructivos

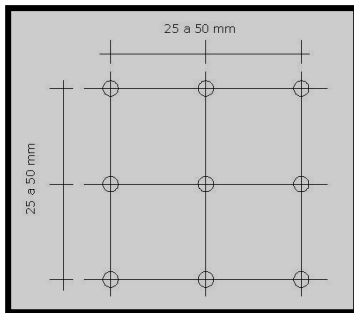
Como se ha comentado en la introducción, se puede disponer de diferentes ensayos no destructivos a la hora de inspeccionar un elemento de hormigón armado. Todos ellos ayudarán a elaborar un diagnóstico de la pieza para su posterior tratamiento, pero está claro que no todos ellos son imprescindibles. Cuando se empieza a hablar del coste que se debe asumir para ensayar una estructura de hormigón armado, queda claro que no se dispondrá de todos los métodos de ensayos disponibles para analizar el hormigón, ya que con un método, bien empleado, es posible este análisis.

Por lo tanto, hay que definir qué métodos son los posibles candidatos para realizar el trabajo. El primero en ser descartado es la radiografía por dos simple motivos; el primero es la peligrosidad del manejo de elementos radiactivos, que a pesar de la seguridad que los expertos puedan llevar a la hora de llevarlo a cabo siempre constituye un riesgo, y el segundo es la escasa información que proporciona, ya que únicamente informa del estado del hormigón en su interior y de la posible existencia de coqueras internas.

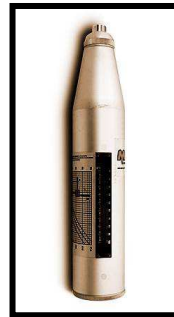
El segundo en ser descartado es el ensayo de resistividad eléctrica, esta vez por un único motivo: es un ensayo que aún se encuentra en desarrollo y que aún no es rentable su uso. En el futuro, este será uno de los ensayos más utilizados por la cantidad de información que es posible extraer de él.

Una vez vistos los dos ensayos que se quedan fuera de la preselección, se desarrollarán los candidatos que se usarán o no, dependiendo ya de otros factores.

- Índice de rebote: como ya se ha hablado en la introducción, el índice de rebote se realiza mediante un aparato denominado esclerómetro. Éste, mide la dureza superficial del hormigón cargando el esclerómetro y haciendo que golpee contra la superficie del hormigón. Mediante una escala incorporada en el propio esclerómetro conseguimos las lecturas. Siempre se debe utilizar el aparato de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y se han de tomar, al menos, 9 lecturas con el fin de disponer de una estimación fiable del índice de rebote de la zona de ensayo. Para ello, se debe marcar una cuadrícula en cada zona de ensayo de 25 a 50 mm, separándose 25 mm del borde de la pieza, como se indica en la imagen.



*Ilustración 71. Cuadrícula de ensayo esclerómetro. Fuente: Propia.*



*Ilustración 72. Esclerómetro. Fuente: Internet.*

Una vez marcada dicha cuadrícula, se toman las 9 lecturas en cada punto marcado. Es importante tener en cuenta la dirección del ensayo (vertical, horizontal...), la humedad de la superficie y sobre todo el tipo de hormigón: no es posible comparar dos



hormigones distintos, con lo que es importante conocer de que tipo de hormigón está elaborada la pieza que vamos a ensayar. Además, es necesario alisar con piedra abrasiva las superficies de ensayo en caso de sean irregulares.

Si al efectuar el choque con el esclerómetro, observamos que dicho impacto aplasta o rompe huecos próximos a la superficie, el resultado obtenido debe ser desestimado (usualmente se obtendrá un valor muy bajo).

Para obtener un resultado único de las 9 lecturas que se efectuarán, se tomará la mediana de dichas lecturas expresado como un número entero. Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más de seis unidades, se desecharán la totalidad de las lecturas.

Tabla 1. Ejemplo de toma de datos de esclerómetro. Fuente: Propia.

Element.	Punto	Valores de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
		Dirección horizontal										Vlrs. X	%
Viga 1	0,5 m	30	31	31	33	<b>34</b>	34	34	35	36	<b>34</b>	0	0
Viga 1	1 m	26	32	32	32	<b>33</b>	33	33	35	35	<b>33</b>	1	11
Viga 1	1,5 m	34	34	35	35	<b>36</b>	36	36	38	38	<b>36</b>	0	0
Viga 2	0,5 m	25	32	32	32	<b>35</b>	35	36	37	42	<b>35</b>	2	22
Viga 2	1 m	30	31	31	33	<b>34</b>	34	34	35	36	<b>34</b>	0	0

Este ensayo está regulado por la UNE-EN 12504-2 para esclerómetro tipo N diseñado originalmente por Schmidt.

- Ultrasonidos: este ensayo, también comentado en la introducción, se basa en la velocidad de los ultrasonidos producidos en el hormigón. Esta velocidad puede determinar la uniformidad del hormigón, presencia de fisuras o coqueas y estimar la resistencia del hormigón. El proceso es simple: un aparato conectado a dos palpadores, uno transmisor y otro receptor, emite un impulso y mide la velocidad que ha tarda en pasar del transmisor al receptor.

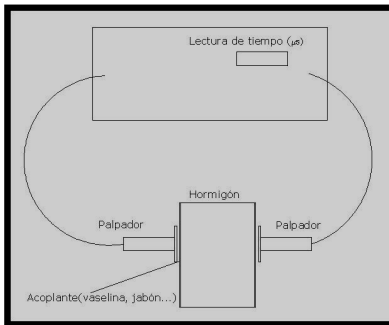


Ilustración 73. Esquema máquina ultrasónica. Fuente: Propia.



Ilustración 74. Máquina ultrasónica. Fuente: Internet.

Según la colocación de los palpadores (transmisor y receptor) existen 3 tipos de transmisiones:

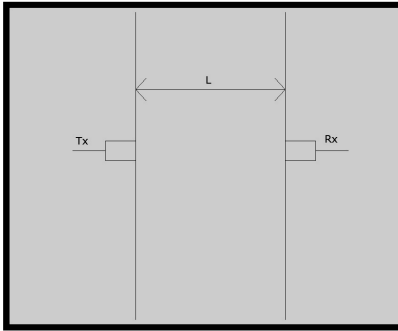


Ilustración 76. Transmisión directa.  
Fuente: Propia.

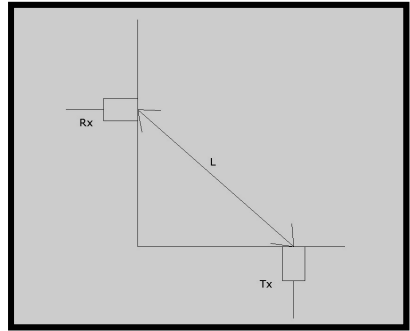


Ilustración 75. Transmisión semidirecta. Fuente: Propia.

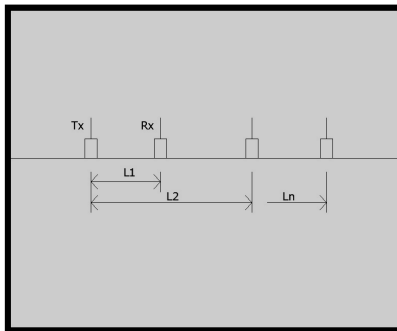


Ilustración 77. Transmisión superficial. Fuente: Propia.

Para realizar el ensayo la superficie donde se efectúe debe ser lo más lisa posible para facilitar un buen contacto entre el palpador y la superficie ensayada a través del acoplante. Es conveniente que para la separación entre palpadores se utilice entre 8 cm y 9m. También es necesario detectar la posición de las armaduras para evitar ensayar en una zona donde estén presentes, ya que



cuando son paralelas a la dirección de la propagación, la velocidad aumenta.

Al final de la experiencia, el dato que debemos hallar es la velocidad de transmisión de los impulsos en km/s. Ésta se obtiene a partir de la ecuación:

$$V = L/T$$

**V= velocidad del impulso, en km/s**

**L=longitud de la trayectoria, en mm**

**T= tiempo que tarda el impulso en su trayectoria, en  $\mu$ s**

*Tabla 2. Ejemplo de toma de datos de ultrasonidos. Fuente: Propia.*

Elemento	Zona de ensayo	Distancia palpadores	Tiempo $\mu$ s				Velocidad km/s
			1	2	3	Media	
Viga 1	0,5 m	350 mm	84	83,9	80,7	<b>82,9</b>	<b>4,22</b>
Viga 1	1,5 m	350 mm	86,8	83,1	85,4	<b>85,1</b>	<b>4,11</b>
Viga 1	2,5 m	350 mm	83,5	86,4	82,1	<b>84</b>	<b>4,17</b>

Este ensayo está regulado por la UNE-EN 12504-4, Velocidad de los impulsos ultrasónicos.

- Métodos combinados: en los apartados anteriores se ha visto cómo interpretar los resultados de una campaña de





reconocimiento esclerométrico o de auscultación ultrasónica con el objetivo de juzgar la resistencia de un hormigón, como más adelante se verá.

El esclerómetro lo único que determina es la energía absorbida en un impacto, que está indirectamente relacionada con la dureza superficial y ésta a su vez con la resistencia a compresión, teniendo como principal limitación, que solo suministra información sobre una capa de hormigón de dos o tres centímetros de profundidad.

Con respecto a los ensayos de auscultación ultrasónica, se ha visto también que lo que determinan realmente es la velocidad de propagación del impulso, que está relacionada con el módulo de elasticidad dinámico, éste con el módulo de deformación del hormigón y éste a su vez con su resistencia a compresión. El problema es que el hormigón no es un medio homogéneo, y además los instrumentos de medida no determinan directamente la velocidad de pulsación, sino el tiempo de paso entre el emisor y el receptor, y la distancia entre ambos, en línea recta, puede no coincidir con la trayectoria real de la onda, especialmente si ésta se ve obligada a contornear microfisuras, poros o coqueas internas en su recorrido.

Por todo lo anterior se presenta la necesidad de establecer un método de estudio que permita minimizar las imprecisiones que presentan los procedimientos anteriores. Con lo cual, si analizamos una muestra de hormigón por los dos métodos de forma independiente y los resultados son idénticos, se tiene una alta fiabilidad de que ese resultado sea el correcto.



## 4. Correlación de los resultados de END con ED

### Tratamiento estadístico de resultados

Principalmente se deberá hallar una relación entre datos obtenidos mediante END y datos obtenidos mediante ED. Para ello debemos introducir los parámetros de dispersión:

- Recorrido y recorrido relativo: esto es la diferencia entre el mayor y el menor de los datos. Para hallar el recorrido relativo, se dividirá entre la media.

$$r = (x_n - x_1)$$

$$r = \frac{(x_n - x_1)}{x}$$

- Varianza:

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{x})^2$$



- Desviación típica:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{x})^2}$$

- Covarianza:

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sum f_i} - (\bar{x} \cdot \bar{y})$$

Una vez introducidos los parámetros, se debe hablar de la relación entre variables, es decir, la relación entre resultados de END y resultados de ED. Si se cuantifica una relación fiable entre las variables, se podrá predecir el valor de una variable a partir de la otra. Esta relación se cuantifica mediante la ecuación de una recta del tipo:

$$y = m \cdot x + n$$

Esto se conoce como **recta de regresión**. La pendiente “m” y la ordenada en x=0 “n” están definidas por:

$$m_{yx} = \frac{S_{xy}}{S_x^2}$$

$$y - y_0 = m \cdot (x - x_0) \quad \text{Donde } x_0 = \bar{x} \text{ e } y_0 = \bar{y}$$



Una vez hallada la recta de regresión, ésta puede ser fiable o poco fiable, y aquí es donde se introduce otro nuevo factor, un dato importante para estimar la fiabilidad de la recta, "R<sup>2</sup>". Indica la proporción de variabilidad de la variable y, asociada a la variable x. Este es uno de los datos más importantes a la hora de efectuar todo el tratamiento de datos una vez realizados los ensayos, ya que si  $R^2 < 0,9$  se ha de desestimar. Y para obtener R<sup>2</sup>:

$$R = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

Una vez introducidos los parámetros con los que se trabajará en este proceso, se debe seguir un planeamiento para proceder. Este planeamiento es una guía de cómo actuar y realizar la extracción de testigos y los END:

-1. Realizar una trazabilidad de ensayos, es decir, elegir los puntos en la estructura que vamos a ensayar con END. Esto es aplicable tanto al esclerómetro como a los ultrasonidos.

-2. Realizar los END correspondientes en los puntos marcados por el estudio anterior. En el caso del esclerómetro, como antes se ha desarrollado, se deben hacer 9 lecturas por cada punto de ensayo y obtener la mediana, comprobando que los valores más alejados no superan el 20% de la mediana. Todo esto siguiendo la siguiente plantilla:

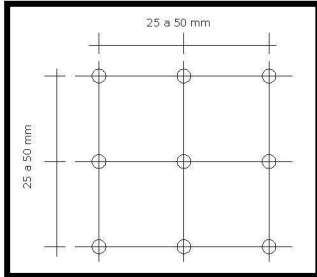


Ilustración 78. Cuadrícula ensayo esclerómetro.

Fuente: Propia.



Ilustración 79. Ensayo esclerómetro. Fuente: Internet.

Internet.

En el caso de los ultrasonidos, se realizarán 3 medidas y se hará la media de las 3, usando dicha media para el cálculo de la velocidad en km/s. También hay que tener en cuenta cómo colocar los palpadores. Su colocación dependerá de la posición del elemento estructural, pudiendo hacerse de 3 formas, como antes se ha hablado:

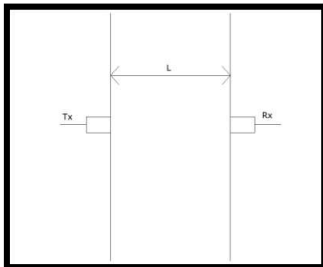


Ilustración 81. Transmisión directa. Fuente: Propia.

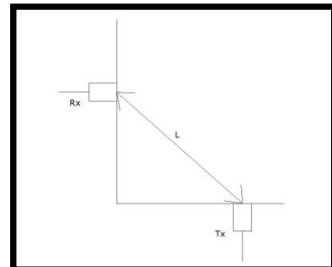


Ilustración 80. Transmisión semidirecta. Fuente: Propia.

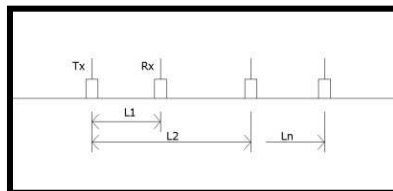
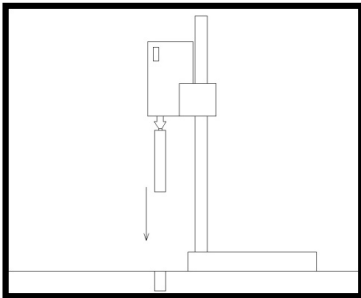


Ilustración 82. Transmisión superficial. Fuente: Propia.

-3. Independientemente del END usado, se ordenarán los valores obtenidos de menor a mayor con el fin de hallar los lugares donde se realizará la extracción de probetas. Como mínimo se cogerán 6 puntos para la extracción, repartiéndose entre valores bajos, valores medios y valores altos. Se realizará de esta forma para poder tener valores repartidos y así que la recta de regresión que se obtenga sea lo más fiable posible.



*Ilustración 84. Dibujo perforadora tubular. Fuente: Propia.*



*Ilustración 83. Perforadora tubular. Fuente: Internet.*

-4. Una vez extraídas las probetas, se ensayarán a compresión anotando los valores para la correlación con los valores de los END.

Como en apartados anteriores se ha desarrollado, es necesario realizar un refrentado en caso de encontrar irregularidades en las bases de la probeta.



*Ilustración 85. Máquina ensayo compresión. Fuente: Internet.*



-5. Con todos los datos recogidos, se procederá al cálculo de la recta de regresión mediante los parámetros descritos:

Cuando se hable de “x” será para referirse a la variable de datos de END.

Cuando se hable de “y” será para referirse a la variable de datos de ED.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{x})^2}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{y})^2}$$

$$S_x^2 = \frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{x})^2$$

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{y})^2$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sum f_i} - (\bar{x} \cdot \bar{y})$$

$$m_{yx} = \frac{S_{xy}}{S_x^2}$$

$$y - y_0 = m \cdot (x - x_0)$$

$$R = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

Donde  $x_0 = \bar{x}$  e  $y_0 = \bar{y}$

-6. Con la ecuación de la recta de regresión, se dibujará. Si todos los cálculos de parámetros se realizasen mediante un programa de tratamiento de datos como Excel, el mismo programa dibujaría la recta. Se tendría que comprobar que  $R^2 > 0,9$ , ya que de no ser así, dicha recta no serviría. La forma de dicha recta sería:

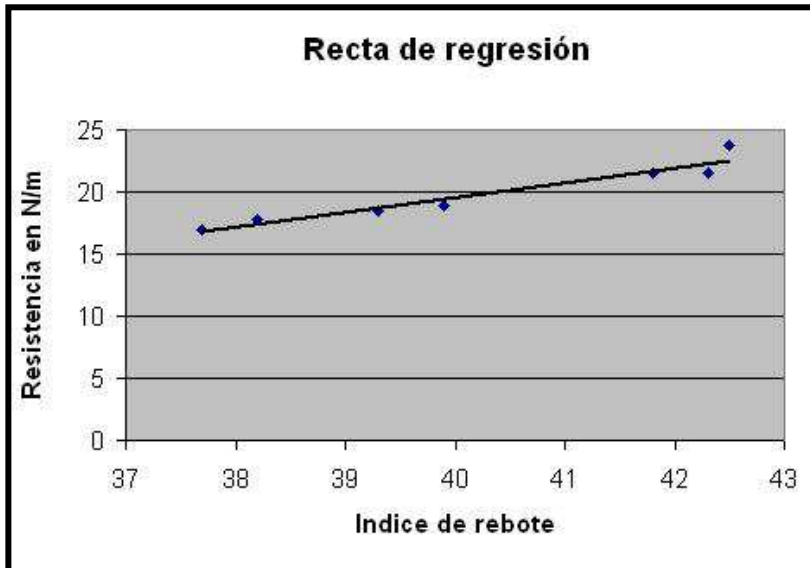


Ilustración 86. Gráfica ejemplo recta de regresión. Fuente: Propia.

Con esta recta y valores, tanto de esclerómetro como de ultrasonidos, moviéndose en el eje OX se podría obtener de forma muy aproximada los valores de resistencia a compresión asociados. Por ello, esta recta puede ahorrar trabajos de extracción y de ensayos destructivos, si la fiabilidad es alta ( $1 > R^2 > 0,9$ ).





## 5. Redacción de informe de peritaje de estructuras

Rigiéndose por la norma UNE-197001 de Marzo de 2011 “Criterios generales para la elaboración de informes y dictámenes periciales” se va a explicar cómo elaborar dichos informes relacionados con la construcción, es decir, con la rehabilitación de edificios existentes. Esta norma tiene por objeto el establecimiento de las consideraciones generales que permitan precisar los requisitos formales que deben tener los informes y dictámenes periciales, sin determinar los métodos y procesos específicos para la elaboración de los mismos.

Frente a una patología en un edificio, cabe la posibilidad de dos acciones: la elaboración de un informe pericial del elemento dañado únicamente para identificar las patologías, o la elaboración de un informe del estado del edificio completo. En la primera, se centra únicamente en el elemento que sufre la patología, mientras que en la segunda se analiza todo el edificio, pudiendo encontrar diversas patologías que a simple vista serían difíciles de detectar. Sin embargo, ambos informes tienen como finalidad detectar las patologías, determinar las causas y establecer una serie de recomendaciones, siendo necesario en todo caso el encargo de un proyecto donde se establezcan las soluciones y con ello la dirección de obra correspondiente.

Una vez introducidos los tipos de informes de inspección de edificios existentes, es necesario detallar las fases en las que consiste una inspección:



1. Encargo, que finaliza al firmarse el contrato.
2. Trabajos iniciales y recogida de información.
3. Planteamiento del trabajo y decisión de los elementos a inspeccionar.
4. Inspección de elementos y detección de posibles síntomas y deterioros.
5. Identificación y categorización de deterioros.
6. Asignación de causas probables.
7. Establecimiento de las posibles consecuencias.
8. Dictamen final de la inspección.

El primer informe que hace referencia al estado de un edificio es el conocido ITE (Inspección Técnica de Edificios), el cual es usado para conocer el estado de conservación de dicho edificio.

El segundo informe es el ICE (Informe de Conservación del Edificio), el cual es usado cuando se va a realizar una reforma en dicho edificio, y se quieren solicitar ayudas/subvenciones.

Por tanto, se puede afirmar que se trata del mismo informe técnico cambiando únicamente su finalidad. En estos informes se recoge información relativa al estado de conservación del edificio en sus elementos comunes así como del comportamiento energético de su envolvente térmica (cubiertas y fachadas). La inspección permite constatar posibles lesiones o deterioros de la edificación al tiempo que analiza la demanda energética del mismo con el fin de establecer unos criterios para priorizar las intervenciones de rehabilitación posteriores.



La administración obliga a los propietarios de edificios de vivienda a realiza un informe técnico:

1.- Como primer paso para la solicitud ayudas a la rehabilitación de elementos comunes de edificios destinados a uso residencial.

2.- Edificios una antigüedad superior a 50 años. Y con una periodicidad de 5 años es obligatorio realiza un informe ITE Inspección Técnica de Edificios.

No obstante siempre es conveniente saber cómo se encuentra nuestro edificio, ya que detectar y reparar posibles defectos a tiempo, puede evitar daños mayores.

Sin embargo, el IEE (Informe de Evaluación de los Edificios) es el nuevo informe que aparece en el Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016. En el **Anexo III “Modelo Informe Evaluación de Edificios”** de este TFG se encuentra el modelo tipo de informe de evaluación de los edificios, que será el modelo de referencia para realizar el informe necesario para optar a las subvenciones incluidas en este plan hasta el año 2016.

En el TÍTULO I de la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas desarrollan los aspectos concernientes al Informe de Evaluación de los Edificios. Esta ley modifica:



- Ley 38/1999 Ordenación en la Edificación (06/11/1999).
- Ley 49/1960 de Propiedad Horizontal (23/07/1960).
- Ley 1/2000 de Enjuiciamiento Civil (08/01/2000)
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (28/03/2006).
- Real Decreto Legislativo 2/2008 Texto refundido de la Ley de Suelo (26/06/2008).
- Real Decreto-Ley 8/2011 de medidas a deudas hipotecarias, gasto público y cancelación de deudas con empresas y autónomos contraídas por las entidades locales, de fomento de la actividad empresarial e impulso de la rehabilitación y simplificación administrativa (07/07/2011).
- Real Decreto 1492/2011 por el que se aprueba el reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo (09/11/2011).

El informe podrá ser requerido por la Administración competente a los propietarios de edificaciones con tipología residencial de vivienda colectiva. El calendario para la realización del Informe de Evaluación de los Edificios se trata en la Disposición transitoria primera. La administración obliga a realizar un informe técnico a los propietarios de edificios de vivienda:

1.- Que ya tengan más de 50 años el 28 de junio de 2013, en el plazo máximo de 5 años. Es decir, deberán contar con el informe antes del 29 de junio de 2018.



2.- Que vayan cumpliendo 50 años a partir del 28 de junio de 2013, en el plazo máximo de 5 años, a contar desde la fecha en la que vayan alcanzando tal antigüedad.

3.- Que ya hubieran pasado la Inspección Técnica del Edificio (ITE) de acuerdo a su normativa autonómica o municipal, en el plazo máximo de 10 años, salvo que corresponda revisar la ITE con anterioridad a dicha fecha, en cuyo caso deberá utilizarse ese trámite para cumplimentar el IEE completo.

4.- Que, con independencia de su antigüedad, cuyos titulares pretendan solicitar ayudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidad universal o eficiencia energética, con anterioridad a la formalización de la petición de la correspondiente ayuda.

Modelo: Real Decreto 233/2013 Plan Estatal 2013-2016.



Este informe pretende conocer el estado del parque de edificios, desde el punto de vista de conservación, accesibilidad y consumo energético,



se podrá así mejorar en el confort, accesibilidad y ahorro energético y económico en las viviendas.

The image shows two pages of a form titled 'Modelo tipo de informe de evaluación de los edificios' (Model form for building evaluation report). The pages are numbered 'Núm. 86' and 'Núm. 87' respectively, and are dated 'Miércoles 10 de abril de 2013'. The form is divided into several sections: A. IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO, B. DATOS ORGANIZATIVOS, C. DATOS DE PROPIEDAD, D. DATOS DEL TÉCNICO COMPETENTE QUE SUSCRIBE EL INFORME, E. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO, F. ARCHIVOS GRÁFICOS, G. DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA COMPLEMENTARIA, and H. DESCRIPCIÓN NORMALIZADA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO A EFECTOS ESTADÍSTICOS. Each section contains various fields for data entry, including addresses, contact information, dates, and technical specifications.

Ilustración 87. Modelo IEE. Fuente: Internet.

Contenidos:

- 1) La evaluación del estado de conservación del edificio.
- 2) La evaluación de las condiciones básicas de accesibilidad universal y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización del edificio, de acuerdo con la normativa

vigente, estableciendo si el edificio es susceptible o no de realizar ajustes razonables para satisfacerlas.

- 3) La certificación de la eficiencia energética del edificio, con el contenido y mediante el procedimiento establecido para la misma por la normativa vigente.

El IEE es básicamente igual que un ITE/ICE pero aportando documentos que inspeccionan tanto la accesibilidad como la eficiencia energética, dos temas que no se desarrollarán en este TFG pero que hay que tener muy en cuenta.

CARÁCTER MODULAR:

ITE AYUNTAMIENTO



ACCESIBILIDAD



CERT. EFIC. ENERG.

Ilustración 88. Esquema de partes constituyentes de un IEE. Fuente : Propia.

Por último, cabe resaltar que según el Artículo 6, Ley 8/2013 “ Podrá ser suscrito tanto por los técnicos facultativos competentes como, en su caso, por las entidades de inspección registradas que pudieran existir en las Comunidades Autónomas, siempre que cuenten con dichos técnicos”. Estos técnicos facultativos competentes a los cuales se refiere son Arquitectos y Arquitectos Técnicos.



## 6. Caso práctico

Para poder explicar mejor que procedimiento hay que seguir al enfrentarse con un caso real, en este apartado se tratará de explicar paso a paso gráfica y descriptivamente cómo actuar ante una estructura dañada de hormigón armado.

En primer lugar, se situará el edificio a intervenir indicando su año de construcción y realizando los planos correspondientes.

### Memoria descriptiva

#### *Antecedentes y condicionantes de partida*

El promotor, encarga la realización del presente proyecto de reforma de edificación existente tras conocer los daños existentes en la parte inferior de algunos de los pilares de planta baja del edificio. La investigación de dichos daños surge como consecuencia de la aparición de manchas de humedad y grietas en algunos elementos de la estructura vertical.

Datos del emplazamiento:

La planta baja objeto de intervención pertenece al edificio de viviendas situado en Camino Nuevo de Picaña nº 5.





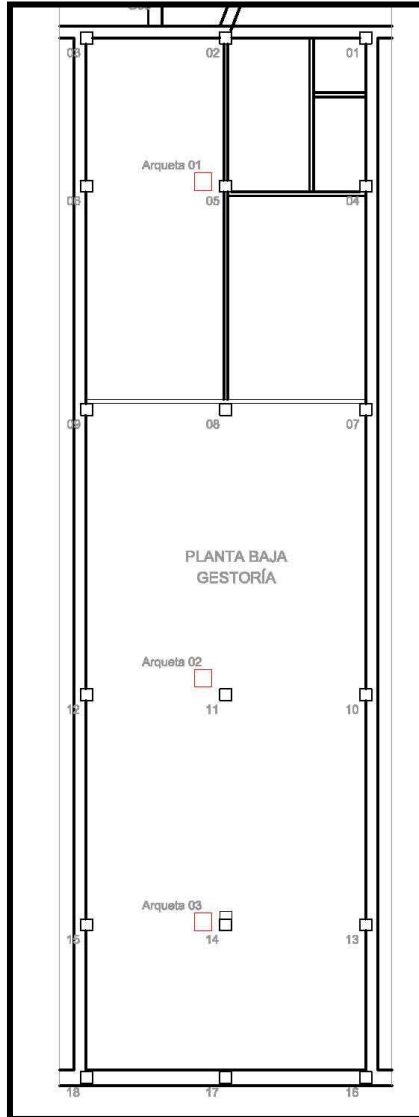
### *Descripción del entorno*

El local afectado se encuentra en planta baja de un edificio de viviendas de 8 alturas sin sótano y está delimitado a su izquierda con el zaguán de acceso al edificio situado en Camino Nuevo de Picaña, 5; a su derecho por otro bajo comercial y en su parte posterior por una zona de lavadero de coches situado en el garaje común que también se ve afectado por los daños anteriormente mencionados.

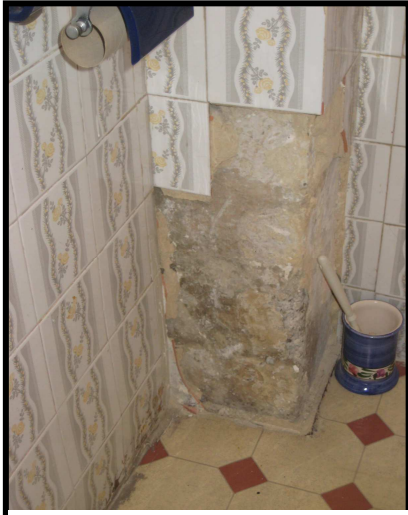
### *Descripción de los daños*

A continuación se estudiará los pilares del local comercial detenidamente tal y como están numerados en el plano.

En líneas generales cabe resaltar que los pilares que están mayormente afectados son los próximos a las arquetas pertenecientes a la red de saneamiento dibujadas en el plano en color rojo, por lo que induce a pensar que la otra posible causa del deterioro de los pilares sea la filtración de aguas residuales desde la red de saneamiento a través de las arquetas.

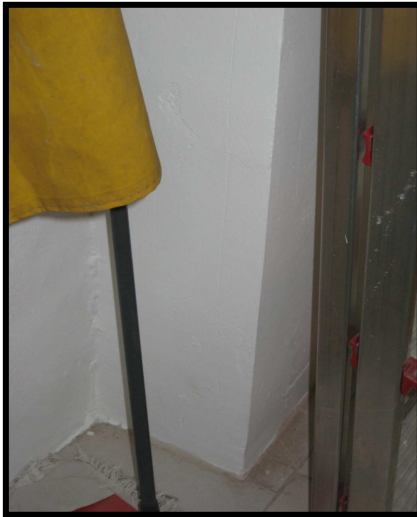


*Ilustración 89. Plano del lugar de actuación. Fuente: Propia.*



*Ilustración 90. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*

En el **pilar 01** se ha retirado el alicatado en una zona inferior del pilar para observar los posibles daños y se comprueba que no existen humedades ni grietas que evidencien el deterioro de las armaduras.



*Ilustración 91. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*

En el **pilar 02** no se realizado ninguna intervención puesto que tampoco hay signos evidentes del deterioro del pilar como manchas de humedad o grietas.



En el **pilar 03** tampoco se ha realizado intervención por los mismos motivos que el pilar anterior.

*Ilustración 92. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*



El **pilar 04** si que se ve claramente deteriorado como consecuencia de la corrosión de las armaduras en su parte inferior como se muestra en las fotografías.

*Ilustración 93. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*



El **pilar 05** también está gravemente afectado por la corrosión de las armaduras en su parte inferior. Este pilar se sitúa próximo a una de las arquetas de la red de saneamiento.

*Ilustración 94. Fotografía pilar.*

*Fuente: Propia.*



El **pilar 06** también se muestra deteriorado, pero no parece revestir la gravedad de los pilares anteriores ya que las armaduras no sufren un grado de corrosión tan elevado y el hormigón no se ve tan dañado por la humedad.

*Ilustración 95. Fotografía pilar. Fuente: Propia.*



*Ilustración 96. Fotografía pilar. Fuente: Propia.*

En los **pilares 07, 08 y 09** se han realizado unas catas para obtener muestras de su estado y, tal y como se ve a continuación en las fotografías, su estado es bueno ya que no existe pérdida de sección de las armaduras del pilar.



En el **pilar 10** se realiza también una pequeña cata para mostrar también que las armaduras se encuentran afectadas por la corrosión.

*Ilustración 97. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*



En esta fotografía se aprecia la proximidad que existe entre el **pilar 11**, gravemente afectado por la corrosión de sus armaduras, y una de las arquetas de la red de saneamiento.

*Ilustración 98. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*



*Ilustración 99. Fotografía pilar. Fuente: Propia.*

El **pilar 12** al igual que el pilar 11 está gravemente afectado por la corrosión de sus armaduras tal y como se muestra en las fotografías.



*Ilustración 100. Fotografía pilar.  
Fuente: Propia.*

En el **pilar 13** las armaduras también se encuentran gravemente afectadas, como se muestra en las fotografías, quedando, en su parte inferior, reducida su sección hasta prácticamente desaparecer.



*Ilustración 101. Fotografía pilar. Fuente: Propia.*

El **pilar 14** también está gravemente afectado por la corrosión como se muestra en las fotografías. Este es el último de los pilares que se encuentra próximo a una de las arquetas de la red de saneamiento.





En el **pilar 15** también se ha realizado una pequeña cata para comprobar el estado de las armaduras comprobando que este pilar también está ligeramente afectado por la corrosión en sus armaduras tal y como se muestra en la fotografía.

*Ilustración 102. Fotografía pilar.*

*Fuente: Propia.*

Después del análisis de la estructura del local comercial y de los daños visibles en la parte inferior de los pilares, se puede concluir que el problema de corrosión viene dado por la filtración de aguas residuales a través de la estructura que va ascendiendo por capilaridad a través de la solera y buscan la salida a través de los pilares con la consecuencia inmediata de la aparición de humedades, la corrosión de sus armaduras y el desprendimiento de la capa de recubrimiento de hormigón.

Después del estudio del estado de cada pilar y comprobando que los pilares que están más gravemente dañados son los que se encuentran más próximos a las arquetas pertenecientes a la red de saneamiento, cabe pensar que el problema reside en la filtración a través de las arquetas del agua residual que discurre a través de la solera buscando la salida a través de los pilares más próximos provocando en estos humedades en el hormigón y la corrosión de sus armaduras.

Al comprobar el estado de la red de saneamiento enterrada mediante la introducción de una cámara de inspección confirmamos que ésta se

encuentra en mal estado y que, por tanto, puede ser la causa de dichas filtraciones de aguas residuales.



*Ilustración 103. Fotografía  
arqueta no revestida. Fuente:  
Propia.*



*Ilustración 104. Fotografía  
arqueta no revestida. Fuente:  
Propia.*

### *Descripción general de la estructura*

La estructura sustentante, habitual en la época, se conforma mediante un sistema de pórticos de hormigón armado con pilares de hormigón de escuadría 30x30 cm en el interior y un armado de 4Ø12 en las esquinas y estribos Ø6 c/30.

### *Programa de necesidades*

El programa a desarrollar comprende la realización de una solución de reparación de los elementos estructurales dañados en los cuales se procederá con las siguientes medidas correctoras de manera inminente:



-En los pilares que se encuentran afectados de manera más severa:

1. Apuntalado de las vigas que acometen al pilar y de la cabeza de este para descargarlo.
2. Picado del recubrimiento de la armadura del pilar en todas las zonas en las que presente fisuración, aspecto deficiente o falta de la correcta adherencia.
3. Cepillado de las armaduras mediante cepillo de púas metálicas hasta eliminar todo el material de óxido. Es importante su total eliminación ya que reduce la adherencia de los materiales de reparación.
4. Limpieza del soporte. Éste debe estar exento de grasas, aceites, lechadas de cemento, partículas sueltas o mal adheridas.
5. Aplicación de producto SIKA FerroGard 903, pasivizador de armaduras.
6. Aplicación de producto SIKA Monotop 610 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos.
7. Una vez respetados los tiempos de secado se aplicará producto SIKA Monotop 612 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos hasta alcanzar la geometría inicial del pilar y la planeidad de sus caras.
8. Zunchado del pilar mediante angulares metálicos empresillados, llegando desde la cabeza del pilar en la que se sitúan las ménsulas hasta la zapata de cimentación. Solución constructiva en **Anexo IV “Planos de proyecto”**.



-En los pilares que se encuentran afectados de manera más superficial:

1. Picado del recubrimiento de la armadura del pilar en todas las zonas en las que presente fisuración, aspecto deficiente o falta de la correcta adherencia.
2. Cepillado de las armaduras mediante cepillo de púas metálicas hasta eliminar todo el material de óxido. Es importante su total eliminación ya que reduce la adherencia de los materiales de reparación.
3. Limpieza del soporte. Éste debe estar exento de grasas, aceites, lechadas de cemento, partículas sueltas o mal adheridas.
4. Aplicación de producto SIKA FerroGard 903, pasivizador de armaduras.
5. Aplicación de producto SIKA Monotop 610 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos.
6. Una vez respetados los tiempos de secado se aplicará producto SIKA Monotop 612 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos hasta alcanzar la geometría inicial del pilar y la planeidad de sus caras.

El mapeo e identificación de pilares se encuentra en el **Anexo IV “Planos de proyecto”**.

Para evitar las posibles filtraciones a través de la red de saneamiento, también se procederá a sustituir dicha red enterrada, correspondiente al tramo que afecta a la estructura, y a la creación de nuevas arquetas en sustitución de las existentes.

## Sika FerroGard®-903

### Impregnación inhibidora de corrosión

<b>Descripción del Producto</b>	<p>Sika® FerroGard®-903 es un inhibidor de corrosión en superficie, diseñado para actuar sobre las armaduras de hormigón. Sika® FerroGard®-903 contiene tanto componentes orgánicos como inorgánicos. Sika® FerroGard®-903 penetra en el hormigón, formando una película protectora monomolecular alrededor de la armadura de dicho hormigón.</p> <p>La utilización de Sika FerroGard®-903 retrasa el comienzo del proceso de corrosión, al tiempo que reduce la velocidad de la misma. La protección frente a la corrosión de Sika FerroGard®-903, incrementa la vida útil de las armaduras y su mantenimiento hasta en 15 años, si forma parte del Sistema de protección y su reparación de estructura de hormigón de Sika®.</p>
<b>Usos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protección de armaduras en el hormigón, tanto bajo tierra como en superficie.</li> <li>■ Como tratamiento de mantenimiento y reparación de armaduras, tanto con problemas de corrosión, como sanas, cuando existan riesgos de sufrir corrosión, bien por problemas de carbonatación del hormigón, bien por ataque de cloruros.</li> <li>■ Sika FerroGard®-903 está especialmente indicado para aumentar la vida útil del hormigón y el acabado estético del mismo.</li> </ul>
<b>Características/Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ No modifica el acabado estético de la estructura de hormigón.</li> <li>■ No altera la capacidad de difusión del vapor de agua.</li> <li>■ Gran protección y durabilidad.</li> <li>■ Puede ser aplicado sobre la superficie de hormigón que se pretende reparar y las zonas adyacentes, para prevenir el desarrollo ánodos incipientes.</li> <li>■ Puede ser utilizado cuando no son posibles otras opciones de reparación o prevención.</li> <li>■ Prolonga la vida útil de las estructuras de hormigón de forma económica.</li> <li>■ Fácil aplicación. Económica.</li> <li>■ La profundidad de penetración puede ser contrastada in situ, utilizando el Test cualitativo de color de Sika.</li> <li>■ Para más información contacte con el Departamento Técnico de Sika.</li> </ul>
<b>Ensayos</b>	<p>Mott MacDonald, Evaluación de Sika FerroGard® 903, Ref 261063/001 Rev A. Abril 1996.</p> <p>Wolfseher &amp; Partner, Investigación de Materiales Tecnológicos. Report N.º 96.144.11 y Report N.º 98.115.11.</p>
<b>Datos del Producto</b>	
<b>Forma</b>	
<b>Color</b>	Líquido incoloro.
<b>Presentación</b>	Garrafa de 25 kg



### Almacenamiento

#### Condiciones de almacenamiento/ Conservación

24 meses, desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados. Almacenar en ambiente fresco. En caso de heladas, temperaturas inferiores a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , podría sufrir una cristalización (reversible). En caso de que esto suceda, dejar que el producto se caliente a temperatura ambiente, entre  $+15$  y  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y luego remover hasta disolver los cristales.

### Datos Técnicos

#### Base química

Amino Alcohol y componentes inorgánicos.

#### Densidad

$\sim 1,130\text{ kg/l}$  (a  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

#### PH

$\sim 11$

#### Viscosidad

$\sim 25\text{ mPas.s}$

#### Grado de Penetración

Estudios in situ, y ensayos experimentales han mostrado que Sika FerroGard®-903 puede penetrar en el hormigón en un rango de unos milímetros al día, y la profundidad de la penetración oscila entre 50 y 60 mm en un periodo de 3 meses. La velocidad de penetración puede aumentar o disminuir en función de la porosidad del hormigón sobre el que se aplica. La penetración de Sika® FerroGard®-903 es la misma tanto en fase líquida como en fase de vapor.

### Información del Sistema

#### Detalles de Aplicación

##### Consumo/Dosificación

Generalmente  $0,500\text{ kg/m}^2$ .

En hormigones muy compactos, con poca permeabilidad, el consumo de Sika FerroGard®-903 puede verse reducido, hasta  $0,300\text{ kg/m}^2$ .

##### Calidad del soporte

El soporte debe estar limpio, libre de polvo, suciedad, aceites, efflorescencias, impregnaciones hidrófugas, y cualquier tipo de revestimiento antiguo, etc.

##### Preparación del soporte

Se recomienda limpiar el soporte mediante el empleo de agua a presión. No usar para ello agua caliente.

El soporte debe estar seco antes de la aplicación de Sika FerroGard®-903.

#### Instrucciones de Aplicación

##### Mezclado

Sika FerroGard®-903 se suministra listo para su uso y no debe ser diluido. No agitar el producto antes de su aplicación. Tras el transporte de dicho producto, puede aparecer algo de espuma en el envase, este efecto no disminuye la calidad del producto.

##### Método de aplicación/ Herramientas

Sika FerroGard®-903 debe aplicarse hasta saturación del soporte mediante el empleo de brocha, rodillo o pistola de baja presión. No es conveniente, aplicarlo cuando la radiación solar esté incidiendo sobre el soporte.

Para mejorar la velocidad de penetración del producto, el hormigón tratado con Sika FerroGard®-903 debe humedecerse una o dos veces durante los tres días siguientes a su aplicación.

Donde los condicionantes estéticos sean importantes, las superficies tratadas con Sika FerroGard®-903 deben ser limpiadas con agua a presión ( $\sim 100$  bares) en un periodo máximo de dos días tras su aplicación.

##### Limpieza de herramientas

Los útiles y herramientas se limpiarán, tras su aplicación con agua.



	<p><b>Repintabilidad/Tiempo de espera</b></p>	<p>Número de capas: Esto depende de la porosidad y del contenido de humedad del soporte sobre el que se aplique, y de las condiciones atmosféricas. Normalmente es suficiente con 3 o 5 capas, para alcanzar el consumo indicado.</p> <p>Tiempo de espera entre capas: Depende tanto de la porosidad del hormigón como de las condiciones atmosféricas. Normalmente conviene esperar entre 30 minutos y unas pocas horas para permitir que la superficie se seque, y poder aplicar la siguiente capa.</p> <p>Trabajos posteriores con pinturas o impregnaciones. Dos días después a la aplicación de Sika FerroGard®-903 (o más tarde), las superficies tratadas deben lavarse con agua una o dos veces y permitir el secado de las mismas, durante tres días como mínimo.</p> <p>Posteriormente limpiar la superficie con agua a presión (100-150 bares), y permitir el secado de las mismas, durante al menos tres días.</p> <p>Las impregnaciones hidrofugantes Sikagard®, o los revestimientos transpirables Sikagard®, pueden ser aplicados sobre la superficie tratada, siguiendo las instrucciones descritas en las correspondientes fichas técnicas.</p> <p>Los ensayos han demostrado una buena compatibilidad con la mayoría de los revestimientos transpirables de Sika. Si se optara por aplicar otro tipo de producto, se sugiere consultar con los respectivos fabricantes, para confirmar la compatibilidad de tales productos con Sika FerroGard®-903.</p> <p>Trabajos posteriores con productos cementosos:</p> <p>1. Reparación por parcheo. Permitir a las áreas tratadas con Sika FerroGard®-903 secarse durante un par de días.</p> <p>Lavar las partes a tratar con agua a presión (100-150 Bares), y utilizar Sika Top® Armatec 110 Epocem® como capa de adherencia. (Consultar la información en la correspondiente ficha técnica).</p> <p>2. Revocos en capa fina. Permitir a las áreas tratadas con Sika FerroGard 903 secarse durante un par de días.</p> <p>Lavar el soporte con agua y dejar secar de nuevo. Limpiar las superficies con agua a presión (100-150 Bares) y usar Sika Top® 121, Sikagard®-720 Epocem® o Sika Top® Seal 107.</p>
	<p><b>Notas de aplicación/Limites</b></p>	<p>No aplicar cuando se esperen lluvias o heladas.</p> <p>Proteger los siguientes materiales de las manchas, durante la aplicación de Sika FerroGard®-903:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Siliconas .</li> <li>■ PVC Flexible.</li> <li>■ Materiales epoxi o de Poliuretano.</li> <li>■ Aluminio, cobre y acero galvanizado.</li> <li>■ Madera.</li> <li>■ Mármol y otras piedras naturales similares.</li> </ul> <p>Las superficies defectuosas de hormigón, por la existencia de fisuras,...etc., deben ser reparadas previamente usando los métodos de reparación tradicionales, (eliminación del hormigón dañado, tratamiento de la armadura, regeneración de volúmenes,...etc. ).</p> <p>Sika FerroGard®-903 no es efectivo si el contenido de cloruros del hormigón es superior al 1%. ( lo que correspondería con 1,7% de cloruro de sodio), del peso del cemento.</p> <p>No aplicar en soportes saturados de agua o zonas de mareas.</p> <p>Dependiendo de las condiciones del soporte, la aplicación de Sika FerroGard®-903, puede provocar un ligero oscurecimiento de la superficie. Se sugiere realizar una prueba antes de aplicar el producto.</p> <p>Todas las superficies tratadas se pueden limpiar con agua fría.</p>



# Construcción

<b>Detalles de Curado</b>	
<b>Curado</b>	SikaFerroguard®-903 no requiere ningún curado especial, aunque se debe proteger de la lluvia, al menos durante las primeras 6 horas (a +20 °C).
<b>Nota</b>	Todos los datos técnicos indicados en estas Hojas de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
<b>Instrucciones de Seguridad e Higiene</b>	Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.
<b>Notas Legales</b>	Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil, de acuerdo a las recomendaciones de Sika. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. El usuario de los productos debe realizar las pruebas para comprobar su idoneidad de acuerdo al uso que se le quiere dar. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben de conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos local, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite, o también se puede conseguir en la página <a href="http://www.sika.es">www.sika.es</a> .





**Hoja de Datos de Producto**

Edición 17/10/2005  
Identificación nº 4.1.2  
Versión nº 1  
Sika Monotop® 610

## Sika Monotop® 610

Revestimiento de adherencia y protección de armaduras

<b>Descripción del Producto</b>	Producto a base de cemento, de un componente, mejorado con resina sintética y humo de sílice.
<b>Usos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se utiliza como capa de protección preventiva de las armaduras</li> <li>■ Para la protección de las armaduras frente a corrosión en los trabajos de reparación del hormigón</li> <li>■ Como capa de adherencia sobre hormigón o mortero antes de la aplicación de los morteros de reparación Sika Monotop.</li> </ul>
<b>Características/Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se amasa únicamente con agua.</li> <li>■ Empleo sencillo y fácil de aplicar.</li> <li>■ Excelente adherencia sobre acero y hormigón.</li> <li>■ Importante efecto de barrera frente al agua y los cloruros.</li> <li>■ Insensible a la humedad.</li> <li>■ Buenas propiedades mecánicas.</li> <li>■ Se puede proyectar por vía húmeda.</li> <li>■ Resistente al hielo y los cloruros.</li> <li>■ No es tóxico.</li> </ul>
<b>Ensayos</b>	
<b>Certificados/Normas</b>	Dispone de un Certificado de Calificación del Laboratorio Químico de SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, Expediente núm. 15-93, que confirma sus resistencias a la oxidación, a espesores de 2 mm tras ser sometido a más de 500 horas de exposición en cámara de niebla salina, permaneciendo totalmente inalterado y sin traza alguna de oxidaciones
<b>Datos del Producto</b>	
<b>Forma</b>	
<b>Apariencia/Colores</b>	Polvo gris claro
<b>Presentación</b>	Cubos de 5 kg.
<b>Almacenamiento</b>	
<b>Condiciones de Almacenamiento/Conservación</b>	6 meses desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados, en lugar seco y fresco y protegido de las heladas.
<b>Datos Técnicos</b>	
<b>Composición química</b>	Pasta de cemento mejorado con resinas sintéticas y humo de sílice



<b>Densidad</b>	Densidad del mortero fresco: ~ 2.13 kg/l Densidad aparente del polvo: ~ 1.15 kg/l	
<b>Propiedades Mecánicas/ Físicas</b>		
<b>Resistencia a compresión</b>	28 días	~ 45-55 N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a flexotracción</b>	28 días	~ 5,5-7,5 N/mm <sup>2</sup>
<b>Adherencia por tracción sobre hormigón</b>	2-3	N/mm <sup>2</sup>
<b>Modulo de elasticidad</b>	20.000 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Información del Sistema</b>		
<b>Estructura del sistema</b>	Sika MonoTop® 610 es parte del sistema de reparación que está comprendido por: - Sika MonoTop® 610: Revestimiento anticorrosión y puente de adherencia - Sika MonoTop® 612: Mortero de reparación de aplicación manual o mecánica - Sika MonoTop® 620: Mortero de regularización y sellador de poros	
<b>Detalles de Aplicación</b>		
<b>Consumo/Dosificación</b>	1,65 kg de polvo por 1 litro de mortero fresco.  <i>Como capa de adherencia:</i> 1,5-2,0 kg/m <sup>2</sup> de mortero seco según naturaleza del soporte. 2,6-3,5 kg/m <sup>2</sup> de mortero fresco (1,3 mm a 1,74 mm).  <i>Como protección de armaduras:</i> Aprox. 2,3 kg/m <sup>2</sup> de mortero seco en 2 capas de 1 mm de espesor cada una	
<b>Calidad del soporte</b>	<i>Hormigón:</i> El soporte de hormigón debe estar limpio, sano, exento de grasas, aceites, lechadas de cemento, partículas sueltas o mal adheridas.  <i>Armaduras:</i> Deberán estar limpias, exentas de aceite, grasa, óxido, calamina y restos de hormigón.	
<b>Preparación del soporte / Impresión</b>	La limpieza de las armaduras se debe realizar mediante chorro de arena, grado Sa 2 ½ según Norma SIS 05.59.00, o mediante cepillo de púas metálicas, grado St 3, según la misma Norma	
<b>Condiciones de Aplicación/ Limitaciones</b>		
<b>Temperatura ambiente</b>	mín.+5°C / máx.+30°C	
<b>Temperatura del soporte</b>	mín.+5°C / máx.+30°C	
<b>Instrucciones de Aplicación</b>		
<b>Mezclado</b>	<i>Para aplicar a brocha:</i> Agua: polvo = 1:4,75 partes en peso (ó 1:4,13 partes en volumen), es decir, 1,05 l. de agua por cubo de 5 kg.  <i>Para aplicación por proyección:</i> Agua: polvo = 1:5 partes en peso (ó 1:4,35 partes en volumen), es decir, 1 l de agua por cubo de 5 kg.	



<b>Tiempo de Mezclado</b>	<p>El mezclado se hará utilizando preferentemente una batidora eléctrica de baja velocidad, para lo cual se vierte en un recipiente adecuado la cantidad de agua necesaria según la consistencia que se desee obtener, se añade gradualmente el Sika Monotop® 610 y se mezcla durante 2-3 minutos hasta conseguir una masa totalmente homogénea.</p> <p>Después del amasado, el Sika Monotop® 610 debe tener una consistencia ligeramente líquida, que permita la aplicación mediante brocha de pelo duro.</p>
<b>Método de Aplicación/ Herramientas</b>	<p><i>Como protección de armaduras:</i> Sobre las armaduras previamente tratadas, aplicar una capa de aprox. 1 mm de espesor, con brocha de pelo duro o pistola.</p> <p>La segunda capa del mismo espesor se aplica después de un plazo de espera de 4-5 horas a +20 °C. A continuación esperar el mismo tiempo antes de aplicar el mortero de reparación.</p> <p><i>Como capa de adherencia:</i> La aplicación se realizará mediante brocha o rodillo de pelo duro o con ayuda de una pistola adecuada, sobre el soporte previamente preparado y humedecido hasta saturación capilar.</p> <p>Para garantizar una óptima adherencia, se recomienda hacer que el revestimiento de Sika Monotop® 610 penetre bien en el soporte y también en las zonas que presenten desigualdades.</p> <p>La aplicación del mortero de reparación se realiza a continuación, fresco sobre fresco, sobre la capa de adherencia.</p>
<b>Limpieza de Herramientas</b>	<p>Los útiles y herramientas se limpiarán con agua inmediatamente después de su empleo. Una vez endurecido el Sika Monotop® 610 sólo puede eliminarse por medios mecánicos.</p>
<b>Tiempo de manejabilidad</b>	<p>90-120 minutos (a +23°C)</p>
<b>Notas</b>	<p>Todos los datos técnicos indicados en esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.</p>
<b>Instrucciones de Seguridad e Higiene</b>	<p>Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.</p>
<b>Notas Legales</b>	<p>Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben de conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copia de las cuales se mandarán a quien las solicite, o también se puede conseguir en la página "www.sika.es".</p>



**Hoja de Datos de Producto**

Edición 17/10/2005  
Identificación nº 4.2.2  
Versión nº 1  
Sika Monotop® 612

## Sika Monotop® 612

Mortero de reparación, monocomponente, a base de cemento, resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras

<b>Descripción del Producto</b>	Mortero tixotrópico monocomponente a base de cemento y cargas especiales, resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras de poliamida. Después de amasado con agua presenta un aspecto gris oscuro.
<b>Usos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Regeneración del hormigón en capa gruesa, tanto en superficies verticales, como techos.</li> <li>■ Regularización de superficies de hormigón o mortero de cemento, previamente a la aplicación de una pintura.</li> <li>■ Reparación de elementos de hormigón.</li> <li>■ Rejuntado de elementos prefabricados.</li> </ul>
<b>Características/Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mortero preparado.</li> <li>■ Listo para su empleo con la sola adición de agua.</li> <li>■ Permite obtener la consistencia deseada sin más que modificar ligeramente la cantidad de agua.</li> <li>■ Fácil aplicación.</li> <li>■ Elevadas resistencias mecánicas.</li> <li>■ Adhiere perfectamente sin imprimación sobre la mayoría de los materiales de construcción (hormigón, piedra, ladrillo, etc.).</li> <li>■ Proyectable mecánicamente por vía húmeda.</li> <li>■ Presenta un acabado con aspecto "listo para pintar".</li> <li>■ No es corrosivo, ni tóxico.</li> </ul>
<b>Datos del Producto</b>	
<b>Forma</b>	
<b>Apariencia/Colores</b>	Polvo gris.
<b>Presentación</b>	Sacos de 25 kg y botes de 10 kg.
<b>Almacenamiento</b>	
<b>Condiciones de Almacenamiento/Conservación</b>	6 meses desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados en lugar seco y fresco, protegido de las heladas.
<b>Datos Técnicos</b>	
<b>Composición química</b>	Mortero de cemento preparado, mejorado con resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras de poliamida.
<b>Densidad</b>	Aparente – 1,8 kg/l. Densidad del mortero fresco: – 2.1 kg/l
<b>Granulometría</b>	0-2 mm
<b>Espesor de capa</b>	min. 5 mm/ máx.30 mm



**Propiedades Mecánicas/  
Físicas**

**Resistencia a  
compresión**

28 días	~ 40-50 N/mm <sup>2</sup>
---------	---------------------------

**Resistencia a  
flexotracción**

28 días	~ 8-9 N/mm <sup>2</sup>
---------	-------------------------

**Adherencia a hormigón** ~ 1,5-2 N/mm<sup>2</sup>

**Modulo de elasticidad** ~ 27.000 N/mm<sup>2</sup> (prEN 13412)

**Información del  
Sistema**

<b>Estructura del sistema</b>	Sika MonoTop® 612 es parte del sistema de reparación que está comprendido por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sika MonoTop® 610: Revestimiento anticorrosión y puente de adherencia</li> <li>- Sika MonoTop® 612: Mortero de reparación de aplicación manual o mecánica</li> <li>- Sika MonoTop® 620: Mortero de regularización y sellador de poros</li> </ul>
-------------------------------	--

**Detalles de Aplicación**

<b>Consumo/Dosificación</b>	Para 1 litro de mezcla fresca: Agua: 265 g Sika Monotop® 612: 1.835 g Lo que equivale a un consumo de Sika Monotop® 612 de 1,835 kg/m <sup>2</sup> y mm de espesor. El consumo mínimo de Sika Monotop® 612 en polvo, será de 9,175 kg para un espesor de capa de 5 mm.
-----------------------------	--

<b>Calidad del soporte</b>	<i>Hormigón</i> El soporte deberá estar sano, limpio exento de grasas, aceites, polvo, partes huecas o mal adheridas y lechadas superficiales
----------------------------	--

<b>Preparación del soporte/ Imprimación</b>	<i>Hormigón</i> Se hará una preparación del mismo utilizando preferiblemente medios mecánicos.  <i>Armaduras</i> En el caso de que existan armaduras oxidadas se procederá a su limpieza mediante chorro de arena, grado Sa 2 ½ o mediante cepillo de púas metálicas, grado St 3, Norma SIS 055900, antes de la aplicación de dos manos de Sika Monotop® 610, como protección anticorrosión.  <i>Imprimación</i> Los soportes absorbentes se humedecerán previamente con agua hasta la saturación, evitándose el encharcamiento y comenzándose a aplicar el Sika Monotop® 612 cuando las superficies adquieran aspecto mate.
---	---

<b>Contenido en iones de cloruro</b>	0,002%
--------------------------------------	--------



<b>Condiciones de Aplicación/ Limitaciones</b>			
<b>Temperatura del soporte</b>	min. +5°C / máx., +30°C		
<b>Temperatura ambiente</b>	min. +5°C / máx., +30°C		
<b>Instrucciones de Aplicación</b>			
<b>Proporciones de mezcla</b>	3,625 litros de agua por saco de 25 kg. Sika Monotop® 612/ Agua = 100/14,5		
<b>Tiempo de mezclado</b>	El mezclado se hará utilizando preferentemente una batidora eléctrica de baja velocidad, para lo cual se vierte en un recipiente adecuado la cantidad de agua necesaria según la consistencia que se desee obtener, se añade gradualmente el Sika Monotop® 612 y se mezcla durante 2-3 minutos hasta conseguir una masa totalmente homogénea.  Si bien puede obtenerse la consistencia requerida variando las proporciones de mezcla, se recomienda amasar con el 14,5% de agua respecto al peso de mortero seco.		
<b>Método de Aplicación/ Herramientas</b>	Se aplica manualmente con lana o paleta, o por proyección por «via húmeda». El acabado se puede hacer con una esponja humedecida, un frátas de madera o poliestireno expandido (porexpan) a partir del momento en que comience el fraguado del mortero.		
<b>Limpieza de Herramientas</b>	Los útiles y herramientas se limpiarán con agua inmediatamente después de su empleo, pues Sika Monotop® 612 una vez endurecido, solamente se podrá eliminar por medios mecánicos.		
<b>Vida de la mezcla</b>	5°C	30°C	20°C
	60 min.	30-40 min.	15-20 min.
<b>Notas de Aplicación/ Límites</b>	Debe protegerse se la lluvia, salpicaduras, del viento, del sol y de las heladas, al menos durante las primeras 48 horas.		
<b>Detalles de Curado</b>			
<b>Tratamiento de curado</b>	Como cualquier mortero hidráulico, Sika Monotop® 612 debe protegerse del viento, del sol, de las heladas durante su endurecimiento. Para evitar una desecación excesivamente rápida se adoptarán las medidas pertinentes, mediante cualquiera de los métodos habituales de curado, tales como arpilleras húmedas, láminas de polietileno o el producto de curado Antisol® E.		
<b>Notas</b>	Todos los datos técnicos indicados en esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.		
<b>Instrucciones de Seguridad e Higiene</b>	Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.		
<b>Notas Legales</b>	Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos de nuestros vigentes: Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben de conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite, o también se puede conseguir en la página "www.sika.es".		



## *Cumplimiento del CTE, otras Normativas específicas y de obligado cumplimiento*

### GENERALES

- Documentos básicos del Código Técnico de la Edificación (CTE):
  - DB-SI: Exigencias básicas de Seguridad contra Incendios
  - DB-SE: Exigencias básicas de Seguridad Estructural
  - DB-HS: Salubridad
- Contenido de los proyectos según art. 124 del Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de Junio (TRLCAP), y de los artículos 68 y 124 al 133 del Reglamento 1098/2001, de 12 de Octubre (RGLCAP).
- Normas y ordenanzas municipales, supramunicipales y sectoriales de aplicación.
- Legislación de contratos de las Administraciones Públicas y disposiciones concordantes, salvo que en los Pliegos se especifique lo contrario.
- Pliego de condiciones de índole técnica de la Dirección General de Arquitectura, y en su caso, el que dicte la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes (COPUT), subsidiariamente.
- Con carácter orientativo las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Normas administrativas y técnicas tanto generales como particulares sobre instalaciones y acometidas, ya sean de los



organismos administrativos responsables como de las compañías suministradoras, tales como:

- Orden de 12 de Febrero del 2001, de la Consellería de Industria, comercio y Turismo, por la que se establece el contenido mínimo en Proyectos y sus sucesivas modificaciones.
- Disposiciones sobre Seguridad y Salud laboral a tener en cuenta en los Proyectos y obras de edificación y obras públicas, sin perjuicio de lo recogido en el Estudio de Seguridad y Salud.

Afecta a:

- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

ANEXO IV. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras.

- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa.

Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.

Anexo II: Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.

- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.





Anexo I: Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo.

### PREVENCIÓN DE RIESGOS

- Ley 31-1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 32-2006 Reguladora Subcontratación en el Sector de la Construcción
- Ley 54-2003 de Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
- RD39-1997-Reglamento de los Servicios de Prevención
- RD159-1995 Modificación RD1407-1992-Comercialización de Equipos de protección individual
- RD171-2004 Desarrollo artículo 24 Ley 31-95
- RD286-2006-Protección contra riegos exposición ruido
- RD 485-1997de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (B.O.E. 23.IV.1997)
- RD486-1997-Seguridad y salud en los lugares de trabajo
- RD487-1997-Manipulación manual de cargas
- RD 604-2006-Modificación RD39-1997 y RD1627-1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (B.O.E. 25.X.1997)
- RD773-1997-Utilización de Equipos de protección individual
- RD780-1998 Modificación RD39-97 Reglamento de los Servicios de Prevención
- RD1109-2007-Desarrollo Ley 32-2006 de Subcontratación



- RD1407-1992-Comercialización de Equipos de protección individual
- RD1627-1997-Obras de construcción
- RD1801-2003-Seguridad general de los productos

### *Descripción general del local*

El local comercial objeto de la intervención pertenece al edificio de viviendas situado en Camino Nuevo de Picaña, 5.

La entrada a dicho local se realiza a través de acceso situado colindante al zaguán de dicho edificio.

Dispone de una superficie útil de 188.26 m<sup>2</sup>, y está destinado a la actividad de gestoría. Está formado, desde el acceso, por una gran sala con diversos puestos de trabajo y atención al público y hacia el interior por una zona más privada compuesta por sala de reuniones, despacho, cuarto de limpieza y aseos.

### *Descripción de la zona de actuación*

La actuación se localiza en los diversos pilares que componen la estructura tal y como se indica en los planos con los sistemas que a continuación describiremos en la memoria constructiva y estructural, y a lo largo del recorrido de la red de saneamiento para proceder a la reparación de las arquetas y la sustitución de la red.

Para ello será necesario el levantamiento del pavimento en las zonas afectadas y, en el caso de algunos de los pilares, la excavación hasta el nivel donde se encuentra la cimentación para poder reforzarlo.

## Superficie

El local comercial cuenta con una superficie de  $188.26 \text{ m}^2$ . La zona de intervención comprende una zona del local que cuenta con una superficie aproximada de  $77.86 \text{ m}^2$ .

## Ensayos realizados

Según el mapeo realizado, se distinguen 18 pilares, cada uno con un nivel de afección de patología. Se realiza únicamente ensayo con esclerómetro SCHMIDT, recogiendo los índices de rebote que se obtienen.

Se organizan las mediciones por altura (0'2 m; 0'5 m; 1m; 1'5 m; 2 m) y por caras del pilar (grafadas en el mapeo).

En cada medición se realizan 9 mediciones distribuidas según la cuadrícula desarrollada en el capítulo de ensayos no destructivos.

Como se ha desarrollado anteriormente, se desechan aquellas mediciones en las que más del 20% de los valores difieran de la mediana en  $\pm 6$ .

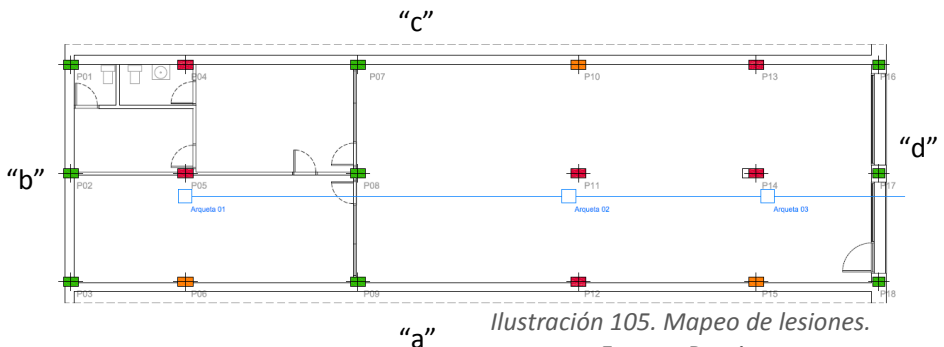




Tabla 3. Datos esclerómetro del pilar 1.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
1	0,2 m	a	30	31	31	33	37	40	41	42	42	37	1	11,1	
1	0,2 m	b	28	29	30	31	33	34	38	38	41	33	1	11,1	
1	0,2 m	c	30	30	31	33	34	39	40	40	42	34	1	11,1	
1	0,2 m	d	28	29	30	31	35	37	40	39	35	35	1	11,1	
1	0,5 m	a	28	30	32	33	34	36	38	41	40	34	1	11,1	
1	0,5 m	b	34	33	30	37	32	35	38	36	42	35	1	11,1	
1	0,5 m	c	35	33	30	35	32	39	39	38	42	35	1	11,1	
1	0,5 m	d	33	29	36	36	38	39	39	42	44	38	1	11,1	
1	1 m	a	33	36	30	31	32	35	41	41	43	35	1	11,1	
1	1 m	b	29	34	31	32	36	37	40	42	39	36	1	11,1	
1	1 m	c	33	30	31	31	34	38	38	39	41	34	1	11,1	
1	1 m	d	35	37	33	33	36	38	42	44	42	37	1	11,1	
1	1,5 m	a	33	33	38	38	39	39	39	40	44	39	0	-	
1	1,5 m	b	30	31	33	33	36	36	37	40	45	36	1	11,1	
1	1,5 m	c	27	28	30	33	33	37	38	40	45	33	2	22,2	
1	1,5 m	d	34	34	35	37	38	42	42	43	45	38	1	11,1	
1	2 m	a	36	32	34	34	35	36	38	43	41	36	1	11,1	
1	2 m	b	35	31	38	40	41	44	44	45	45	41	1	11,1	
1	2 m	c	27	28	29	30	31	31	35	36	44	31	1	11,1	
1	2 m	d	34	32	35	37	39	40	40	40	42	39	1	11,1	



Tabla 4. Datos esclerómetro del pilar 2.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
			36	30	35	31	33	30	39	41	43				
2	0,2 m	a	36	30	35	31	33	30	39	41	43	35	1	11,1	
2	0,2 m	b	31	34	34	36	38	39	42	44	43	38	1	11,1	
2	0,2 m	c	32	33	34	38	39	41	44	45	45	39	1	11,1	
2	0,2 m	d	28	29	30	34	34	34	37	40	45	34	1	11,1	
2	0,5 m	a	33	29	33	33	37	37	41	43	43	37	1	11,1	
2	0,5 m	b	27	36	38	39	39	40	42	43	44	39	1	11,1	
2	0,5 m	c	35	32	33	31	35	38	40	42	41	35	1	11,1	
2	0,5 m	d	33	35	37	30	34	41	42	43	40	37	1	11,1	
2	1 m	a	27	30	31	32	32	35	40	41	42	32	3	33,3	
2	1 m	b	29	30	33	34	34	35	36	37	42	34	1	11,1	
2	1 m	c	27	33	36	36	36	37	42	40	42	36	1	11,1	
2	1 m	d	28	36	30	31	31	38	38	40	40	36	1	11,1	
2	1,5 m	a	27	29	31	32	33	37	38	39	40	33	1	11,1	
2	1,5 m	b	29	29	30	31	34	37	40	43	40	34	1	11,1	
2	1,5 m	c	37	30	34	34	36	36	37	41	43	36	1	11,1	
2	1,5 m	d	29	38	37	43	43	44	44	45	45	43	1	11,1	
2	2 m	a	29	30	31	33	35	35	38	39	42	35	1	11,1	
2	2 m	b	30	32	32	33	33	38	39	39	43	33	1	11,1	
2	2 m	c	32	33	35	37	38	39	41	41	41	38	0	-	
2	2 m	d	30	30	36	36	36	39	41	41	45	36	1	11,1	



Tabla 5. Datos esclerómetro del pilar 3.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
3	0,2 m	a	40	38	39	33	30	33	35	30	29	33	1	11,1
3	0,2 m	b	29	38	42	29	36	32	41	37	40	37	0	0,0
3	0,2 m	c	40	36	30	39	34	42	37	34	36	36	0	0,0
3	0,2 m	d	29	37	39	37	37	42	41	43	39	39	1	11,1
3	0,5 m	a	34	35	43	35	41	32	35	43	37	35	2	22,2
3	0,5 m	b	41	43	39	42	43	34	37	32	35	39	1	11,1
3	0,5 m	c	39	38	38	32	32	40	38	29	37	38	1	11,1
3	0,5 m	d	35	39	31	43	29	37	39	31	43	37	1	11,1
3	1 m	a	42	43	43	37	38	30	37	43	41	41	1	11,1
3	1 m	b	35	34	36	30	39	40	34	32	39	35	0	0,0
3	1 m	c	34	43	42	42	29	38	36	40	39	39	1	11,1
3	1 m	d	32	39	33	41	37	40	31	33	35	35	0	0,0
3	1,5 m	a	36	42	36	41	38	31	33	41	38	38	1	11,1
3	1,5 m	b	42	37	42	33	42	39	29	39	38	39	1	11,1
3	1,5 m	c	35	43	29	35	31	32	30	35	40	35	1	11,1
3	1,5 m	d	36	33	32	33	37	30	38	40	33	33	1	11,1
3	2 m	a	43	42	38	37	36	29	39	32	31	37	1	11,1
3	2 m	b	29	43	40	39	39	36	37	36	41	39	1	11,1
3	2 m	c	39	29	42	40	35	41	42	36	34	39	1	11,1
3	2 m	d	33	35	30	39	40	37	29	31	42	35	1	11,1



Tabla 6. Datos esclerómetro del pilar 4.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
			24	20	19	23	24	22	26	21	26	21			
4	0,2 m	a	24	20	19	23	24	22	26	21	26	23	0	0,0	
4	0,2 m	b	19	24	19	19	24	25	24	20	20	20	0	0,0	
4	0,2 m	c	24	21	23	25	19	24	22	21	22	22	0	0,0	
4	0,2 m	d	26	18	21	16	21	19	25	20	21	21	0	0,0	
4	0,5 m	a	21	22	22	24	22	18	17	25	24	22	0	0,0	
4	0,5 m	b	21	26	22	18	26	18	20	24	17	21	0	0,0	
4	0,5 m	c	24	16	26	18	20	17	21	25	18	20	0	0,0	
4	0,5 m	d	25	17	20	19	22	18	20	17	21	20	0	0,0	
4	1 m	a	19	26	25	26	25	26	19	24	26	25	0	0,0	
4	1 m	b	23	24	26	22	23	20	19	23	20	23	0	0,0	
4	1 m	c	16	23	22	23	18	17	17	26	21	21	0	0,0	
4	1 m	d	26	22	24	22	21	24	25	24	22	24	0	0,0	
4	1,5 m	a	22	20	19	16	23	25	17	20	18	20	0	0,0	
4	1,5 m	b	24	26	19	26	17	25	20	19	23	23	0	0,0	
4	1,5 m	c	18	16	25	26	18	22	23	16	21	21	0	0,0	
4	1,5 m	d	17	19	19	23	16	20	16	21	18	19	0	0,0	
4	2 m	a	18	21	19	18	19	22	23	22	23	21	0	0,0	
4	2 m	b	25	22	24	23	17	19	17	16	20	20	0	0,0	
4	2 m	c	26	24	22	20	26	24	19	22	16	22	0	0,0	
4	2 m	d	24	25	22	26	19	21	24	19	16	22	0	0,0	



Tabla 7. Datos esclerómetro del pilar 5.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
5	0,2 m	a	19	17	19	21	20	26	26	20	23	20	0	0,0
5	0,2 m	b	19	21	16	25	19	18	18	24	24	19	0	0,0
5	0,2 m	c	22	17	21	17	22	23	16	26	25	22	0	0,0
5	0,2 m	d	25	16	24	23	16	19	19	18	20	19	0	0,0
5	0,5 m	a	21	26	18	16	18	26	17	26	20	20	0	0,0
5	0,5 m	b	18	24	19	16	16	22	25	25	16	19	0	0,0
5	0,5 m	c	23	24	19	19	20	19	23	20	26	20	0	0,0
5	0,5 m	d	20	17	26	26	26	23	17	25	23	23	0	0,0
5	1 m	a	24	19	16	26	25	19	18	19	16	19	1	11,1
5	1 m	b	20	22	19	16	25	18	17	18	18	18	1	11,1
5	1 m	c	25	26	24	17	26	21	16	19	16	21	0	0,0
5	1 m	d	24	26	25	16	20	19	26	19	16	20	0	0,0
5	1,5 m	a	17	24	23	18	18	26	19	22	16	19	1	11,1
5	1,5 m	b	20	19	17	21	18	16	19	21	24	19	0	0,0
5	1,5 m	c	16	22	26	17	18	25	25	21	26	22	0	0,0
5	1,5 m	d	21	19	21	26	24	26	19	24	22	22	0	0,0
5	2 m	a	17	20	19	18	24	22	22	19	21	20	0	0,0
5	2 m	b	17	21	21	25	21	18	22	20	18	21	0	0,0
5	2 m	c	16	25	16	21	24	17	18	16	21	18	1	11,1
5	2 m	d	26	22	16	23	25	23	19	25	18	23	1	11,1





Tabla 8. Datos esclerómetro del pilar 6.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
6	0,2 m	a	34	34	30	33	38	31	30	35	35	34	0	0,0	
6	0,2 m	b	39	33	38	40	30	34	38	35	33	35	0	0,0	
6	0,2 m	c	40	34	36	31	33	32	30	35	34	34	0	0,0	
6	0,2 m	d	32	40	34	32	35	34	35	35	32	34	0	0,0	
6	0,5 m	a	40	40	39	40	34	39	41	38	33	39	0	0,0	
6	0,5 m	b	40	35	41	33	34	33	39	41	38	38	0	0,0	
6	0,5 m	c	37	38	39	38	40	39	41	35	36	38	0	0,0	
6	0,5 m	d	36	36	40	41	38	37	37	38	40	38	0	0,0	
6	1 m	a	40	34	38	39	38	41	36	35	40	38	0	0,0	
6	1 m	b	36	35	35	38	36	36	38	33	37	36	0	0,0	
6	1 m	c	35	35	36	37	35	36	36	40	35	36	0	0,0	
6	1 m	d	33	33	40	36	36	41	33	36	37	36	0	0,0	
6	1,5 m	a	37	40	36	33	33	39	41	33	33	36	0	0,0	
6	1,5 m	b	37	40	34	40	39	35	38	37	37	37	0	0,0	
6	1,5 m	c	33	33	38	33	37	33	34	38	38	34	0	0,0	
6	1,5 m	d	33	39	36	40	37	38	36	35	36	36	0	0,0	
6	2 m	a	40	34	34	36	34	38	41	33	37	36	0	0,0	
6	2 m	b	34	34	40	40	36	33	34	38	33	34	0	0,0	
6	2 m	c	41	40	39	35	39	39	33	36	34	39	0	0,0	
6	2 m	d	36	33	38	35	33	37	38	35	35	35	0	0,0	



Tabla 9..Datos esclerómetro del pilar 7.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
7	0,2 m	a	42	37	35	43	33	43	39	31	43	39	1	11,1	
7	0,2 m	b	39	30	36	33	38	30	37	30	39	36	0	0,0	
7	0,2 m	c	29	36	40	35	39	42	36	34	30	36	1	11,1	
7	0,2 m	d	37	41	29	35	35	32	34	35	41	35	0	0,0	
7	0,5 m	a	36	42	34	36	34	30	42	40	43	36	1	11,1	
7	0,5 m	b	43	37	38	42	34	34	37	30	35	37	1	11,1	
7	0,5 m	c	29	37	30	31	33	38	30	39	43	33	1	11,1	
7	0,5 m	d	32	38	32	32	33	38	37	31	29	32	0	0,0	
7	1 m	a	35	42	43	34	36	31	42	32	38	36	1	11,1	
7	1 m	b	41	41	35	41	37	43	39	39	39	39	0	0,0	
7	1 m	c	31	42	33	31	29	34	31	29	35	31	1	11,1	
7	1 m	d	37	32	39	39	43	32	30	42	31	37	1	11,1	
7	1,5 m	a	30	34	35	38	37	38	43	31	37	37	1	11,1	
7	1,5 m	b	31	34	43	36	42	39	42	32	38	38	1	11,1	
7	1,5 m	c	39	37	29	36	40	31	30	30	33	33	1	11,1	
7	1,5 m	d	33	31	41	32	42	29	36	40	42	36	1	11,1	
7	2 m	a	40	35	35	40	32	40	32	32	37	35	0	0,0	
7	2 m	b	36	43	30	37	30	31	30	34	34	34	1	11,1	
7	2 m	c	29	32	40	29	35	38	32	31	30	32	1	11,1	
7	2 m	d	38	31	30	36	33	40	37	42	41	37	1	11,1	



Tabla 10. Datos esclerómetro del pilar 8.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
8	0,2 m	a	42	35	30	36	38	41	30	29	42	36	1	11,1	
8	0,2 m	b	38	35	33	40	32	30	39	32	30	33	1	11,1	
8	0,2 m	c	43	34	37	29	32	31	34	36	40	34	1	11,1	
8	0,2 m	d	35	37	42	34	30	40	40	41	40	40	1	11,1	
8	0,5 m	a	33	42	39	42	37	40	39	32	40	39	1	11,1	
8	0,5 m	b	39	41	38	34	36	29	39	33	39	38	1	11,1	
8	0,5 m	c	36	41	34	42	41	32	33	42	34	36	0	0,0	
8	0,5 m	d	32	30	34	41	40	30	36	40	31	34	1	11,1	
8	1 m	a	31	40	31	37	33	35	43	29	34	34	1	11,1	
8	1 m	b	40	30	29	38	38	36	34	34	38	36	1	11,1	
8	1 m	c	31	42	31	31	37	34	39	36	40	36	0	0,0	
8	1 m	d	30	30	29	38	38	32	39	31	35	32	1	11,1	
8	1,5 m	a	41	33	38	34	30	33	31	40	40	34	1	11,1	
8	1,5 m	b	37	38	41	29	41	42	42	43	39	41	1	11,1	
8	1,5 m	c	42	38	43	37	36	34	36	35	36	36	1	11,1	
8	1,5 m	d	32	35	38	33	43	41	38	38	30	38	1	11,1	
8	2 m	a	36	33	41	34	40	34	38	30	33	34	1	11,1	
8	2 m	b	37	41	43	40	39	40	29	36	42	40	1	11,1	
8	2 m	c	35	40	41	37	40	38	29	42	32	38	1	11,1	
8	2 m	d	38	29	34	35	39	40	34	42	30	35	1	11,1	



Tabla 11. Datos esclerómetro del pilar 9.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
9	0,2 m	a	34	34	37	30	29	39	32	31	30	32	1	11,1	
9	0,2 m	b	36	41	37	35	39	38	40	36	42	38	0	0,0	
9	0,2 m	c	35	33	33	36	41	29	42	38	32	35	1	11,1	
9	0,2 m	d	30	32	34	30	34	29	41	33	34	33	1	11,1	
9	0,5 m	a	29	34	37	38	33	43	35	39	38	37	1	11,1	
9	0,5 m	b	31	36	39	39	36	33	34	33	41	36	0	0,0	
9	0,5 m	c	37	38	40	29	35	43	39	35	32	37	1	11,1	
9	0,5 m	d	36	39	35	41	41	34	40	39	32	39	1	11,1	
9	1 m	a	32	36	34	41	35	34	43	31	36	35	1	11,1	
9	1 m	b	38	37	32	35	38	37	32	30	36	36	0	0,0	
9	1 m	c	34	32	38	38	29	33	30	38	31	33	0	0,0	
9	1 m	d	35	35	42	31	37	31	41	40	42	37	0	0,0	
9	1,5 m	a	38	37	43	38	41	37	32	43	31	38	1	11,1	
9	1,5 m	b	40	36	31	43	30	40	35	36	32	36	1	11,1	
9	1,5 m	c	42	36	35	42	33	34	40	40	41	40	1	11,1	
9	1,5 m	d	30	31	30	34	36	34	31	38	41	34	1	11,1	
9	2 m	a	32	36	30	32	32	37	43	41	35	35	1	11,1	
9	2 m	b	38	35	29	36	31	30	39	39	30	35	0	0,0	
9	2 m	c	37	31	43	39	40	29	42	32	31	37	1	11,1	
9	2 m	d	35	42	34	37	41	43	35	42	43	41	1	11,1	



Tabla 12. Datos esclerómetro del pilar 10.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
10	0,2 m	a	35	39	34	39	33	40	34	34	41	35	0	0,0
10	0,2 m	b	40	35	39	34	40	33	40	35	37	37	0	0,0
10	0,2 m	c	36	38	38	40	39	34	34	39	34	38	0	0,0
10	0,2 m	d	37	34	39	41	34	36	40	37	39	37	0	0,0
10	0,5 m	a	38	41	38	33	39	39	39	40	41	39	0	0,0
10	0,5 m	b	39	36	35	33	35	35	33	34	39	35	0	0,0
10	0,5 m	c	41	37	37	34	41	41	36	38	35	37	0	0,0
10	0,5 m	d	34	33	37	37	36	33	39	36	37	36	0	0,0
10	1 m	a	37	36	40	39	41	33	36	40	36	37	0	0,0
10	1 m	b	34	40	33	39	36	41	40	41	38	39	0	0,0
10	1 m	c	33	38	39	36	41	41	33	35	33	36	0	0,0
10	1 m	d	41	34	33	34	38	35	41	34	38	35	0	0,0
10	1,5 m	a	35	41	39	35	39	41	33	40	41	39	0	0,0
10	1,5 m	b	41	37	33	35	36	41	33	41	41	37	0	0,0
10	1,5 m	c	40	40	39	33	40	36	41	37	40	40	1	11,1
10	1,5 m	d	38	39	34	36	40	34	34	37	36	36	0	0,0
10	2 m	a	34	37	39	36	41	39	35	35	41	37	0	0,0
10	2 m	b	40	35	41	36	39	37	39	39	34	39	0	0,0
10	2 m	c	37	35	38	33	38	36	39	33	36	36	0	0,0
10	2 m	d	34	33	38	40	40	40	40	34	37	38	0	0,0



Tabla 13. Datos esclerómetro del pilar 11.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
			18	22	19	24	25	24	22	26	17			
11	0,2 m	a	18	22	19	24	25	24	22	26	17	22	0	0,0
11	0,2 m	b	20	19	24	23	26	17	26	26	25	24	1	11,1
11	0,2 m	c	22	25	16	23	21	19	16	21	24	21	0	0,0
11	0,2 m	d	23	22	18	21	17	16	16	26	18	18	1	11,1
11	0,5 m	a	20	20	17	25	18	17	25	22	25	20	0	0,0
11	0,5 m	b	23	25	26	16	19	25	22	17	18	22	0	0,0
11	0,5 m	c	26	20	23	18	19	21	17	19	17	19	1	11,1
11	0,5 m	d	21	24	22	21	22	16	17	23	19	21	0	0,0
11	1 m	a	18	25	21	17	23	24	25	18	26	23	0	0,0
11	1 m	b	19	19	24	18	25	26	26	19	22	22	0	0,0
11	1 m	c	19	26	25	26	19	21	25	21	18	21	0	0,0
11	1 m	d	26	20	19	23	17	16	20	18	19	19	1	11,1
11	1,5 m	a	16	19	16	23	25	23	22	19	18	19	0	0,0
11	1,5 m	b	20	23	24	18	25	16	23	25	19	23	1	11,1
11	1,5 m	c	24	23	26	19	24	20	16	17	16	20	0	0,0
11	1,5 m	d	18	20	24	17	18	17	16	22	24	18	0	0,0
11	2 m	a	21	24	21	18	18	16	23	16	19	19	0	0,0
11	2 m	b	26	19	17	20	17	19	25	17	17	19	1	11,1
11	2 m	c	19	17	20	21	26	20	25	19	23	20	0	0,0
11	2 m	d	19	23	20	18	22	17	20	19	18	19	0	0,0



Tabla 14. Datos esclerómetro del pilar 12.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
			18	16	23	20	17	16	26	24	21	21			
12	0,2 m	a	18	16	23	20	17	16	26	24	21	20	0	0,0	
12	0,2 m	b	25	18	19	17	26	16	22	26	23	22	0	0,0	
12	0,2 m	c	19	19	17	22	21	21	23	24	19	21	0	0,0	
12	0,2 m	d	16	18	21	18	18	18	25	21	24	18	1	11,1	
12	0,5 m	a	24	24	23	22	22	26	16	19	22	22	0	0,0	
12	0,5 m	b	23	20	16	17	25	18	24	25	23	23	1	11,1	
12	0,5 m	c	25	26	16	25	22	22	22	26	27	25	1	11,1	
12	0,5 m	d	22	25	23	26	16	18	23	18	22	22	0	0,0	
12	1 m	a	20	25	21	20	21	20	21	20	16	20	0	0,0	
12	1 m	b	24	25	25	22	20	26	20	16	19	22	0	0,0	
12	1 m	c	23	21	19	24	18	22	18	20	26	21	0	0,0	
12	1 m	d	24	23	25	23	19	21	18	25	21	23	0	0,0	
12	1,5 m	a	23	21	16	18	26	21	18	20	16	20	0	0,0	
12	1,5 m	b	20	18	23	18	18	21	19	23	20	20	0	0,0	
12	1,5 m	c	22	23	25	17	19	22	26	22	20	22	0	0,0	
12	1,5 m	d	26	24	24	25	19	21	23	22	22	23	0	0,0	
12	2 m	a	18	16	17	25	26	20	25	17	26	20	0	0,0	
12	2 m	b	20	18	22	16	21	24	18	23	22	21	0	0,0	
12	2 m	c	25	22	21	24	22	16	18	25	22	22	0	0,0	
12	2 m	d	24	16	19	22	18	20	26	26	24	22	0	0,0	



Tabla 15. Datos esclerómetro del pilar 13.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
13	0,2 m	a	17	16	24	20	20	23	18	17	22	20	0	0,0
13	0,2 m	b	18	23	22	19	23	22	16	24	22	22	0	0,0
13	0,2 m	c	18	16	26	18	24	22	17	20	20	20	0	0,0
13	0,2 m	d	18	24	26	21	26	24	21	17	17	21	0	0,0
13	0,5 m	a	18	18	21	20	24	20	24	25	19	20	0	0,0
13	0,5 m	b	23	17	24	18	26	24	19	16	19	19	1	11,1
13	0,5 m	c	17	19	20	24	21	17	26	21	24	21	0	0,0
13	0,5 m	d	25	18	19	25	19	21	23	25	19	21	0	0,0
13	1 m	a	16	18	16	22	17	24	20	23	18	18	0	0,0
13	1 m	b	23	24	20	26	26	24	20	16	21	23	1	11,1
13	1 m	c	22	23	26	16	18	20	21	18	21	21	0	0,0
13	1 m	d	24	22	17	24	19	23	22	23	22	22	0	0,0
13	1,5 m	a	19	24	22	23	23	21	16	20	23	22	0	0,0
13	1,5 m	b	26	22	25	25	24	16	19	22	25	24	1	11,1
13	1,5 m	c	18	21	21	20	26	20	19	19	21	20	0	0,0
13	1,5 m	d	20	16	19	24	17	24	20	18	24	20	0	0,0
13	2 m	a	20	24	24	17	18	16	26	22	24	22	0	0,0
13	2 m	b	19	25	25	22	26	26	16	23	24	24	1	11,1
13	2 m	c	25	20	22	19	25	20	21	19	24	21	0	0,0
13	2 m	d	23	21	16	19	17	24	23	23	26	23	1	11,1





Tabla 16. Datos esclerómetro del pilar 14.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
			22	26	21	26	18	18	21	21	21	16			
14	0,2 m	a	22	26	21	26	18	18	21	21	21	16	21	0	0,0
14	0,2 m	b	24	19	23	17	18	21	16	22	20	20	20	0	0,0
14	0,2 m	c	20	21	20	16	22	26	26	17	16	20	20	0	0,0
14	0,2 m	d	21	19	22	18	21	17	16	25	20	20	20	0	0,0
14	0,5 m	a	24	16	17	16	18	18	16	18	26	18	18	1	11,1
14	0,5 m	b	16	21	23	25	24	22	17	16	23	22	22	0	0,0
14	0,5 m	c	18	19	21	16	24	21	21	26	18	21	21	0	0,0
14	0,5 m	d	24	21	16	19	21	25	26	25	26	24	24	1	11,1
14	1 m	a	17	16	25	18	18	20	21	25	19	19	19	0	0,0
14	1 m	b	19	19	22	17	20	21	20	24	22	20	20	0	0,0
14	1 m	c	19	17	25	22	20	17	24	21	21	21	21	0	0,0
14	1 m	d	17	26	16	26	20	23	20	26	18	20	20	0	0,0
14	1,5 m	a	26	19	24	22	26	17	20	24	24	24	24	1	11,1
14	1,5 m	b	21	18	26	26	16	23	26	19	26	23	23	1	11,1
14	1,5 m	c	23	22	19	23	20	25	24	20	22	22	22	0	0,0
14	1,5 m	d	23	24	23	20	22	19	19	25	20	22	22	0	0,0
14	2 m	a	18	16	19	19	23	22	26	18	22	19	19	1	11,1
14	2 m	b	20	23	21	16	18	26	17	20	20	20	20	0	0,0
14	2 m	c	24	20	22	26	18	17	24	21	26	22	22	0	0,0
14	2 m	d	19	18	25	20	23	24	23	18	19	20	20	0	0,0



Tabla 17. Datos esclerómetro del pilar 15.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos									Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal										Valores X	%
15	0,2 m	a	33	40	39	38	38	33	36	40	33	38	0	0,0
15	0,2 m	b	41	40	38	33	39	33	40	33	36	38	0	0,0
15	0,2 m	c	40	40	37	38	38	36	40	40	36	38	0	0,0
15	0,2 m	d	33	39	40	41	38	41	41	33	39	39	0	0,0
15	0,5 m	a	39	41	33	41	34	35	36	41	33	36	0	0,0
15	0,5 m	b	41	39	37	34	39	41	38	33	35	38	0	0,0
15	0,5 m	c	39	41	35	37	36	36	36	34	36	36	0	0,0
15	0,5 m	d	39	37	38	40	36	39	35	37	41	38	0	0,0
15	1 m	a	34	40	33	34	37	34	35	34	37	34	0	0,0
15	1 m	b	40	35	38	35	34	36	35	34	37	35	0	0,0
15	1 m	c	39	34	38	38	39	36	34	41	33	38	0	0,0
15	1 m	d	35	35	40	33	38	39	36	41	37	37	0	0,0
15	1,5 m	a	40	41	33	39	35	39	33	38	38	38	0	0,0
15	1,5 m	b	34	38	37	40	35	41	41	33	35	37	0	0,0
15	1,5 m	c	36	35	37	38	37	36	35	36	40	36	0	0,0
15	1,5 m	d	37	40	37	41	36	41	37	35	37	37	0	0,0
15	2 m	a	37	33	40	38	40	40	35	38	35	38	0	0,0
15	2 m	b	36	38	40	34	37	40	39	41	40	39	0	0,0
15	2 m	c	40	35	35	40	37	38	41	38	36	38	0	0,0
15	2 m	d	34	39	35	39	37	33	36	38	37	37	0	0,0



Tabla 18. Datos esclerómetro del pilar 16.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
16	0,2 m	a	39	43	40	43	35	33	43	29	39	39	1	11,1	
16	0,2 m	b	31	42	30	32	35	31	34	38	37	34	1	11,1	
16	0,2 m	c	32	34	40	29	36	40	42	37	32	36	1	11,1	
16	0,2 m	d	36	32	30	42	40	33	34	38	31	34	1	11,1	
16	0,5 m	a	35	41	35	40	31	34	29	33	30	34	1	11,1	
16	0,5 m	b	40	35	36	32	29	36	42	34	32	35	1	11,1	
16	0,5 m	c	36	37	29	33	34	38	31	36	35	35	0	0,0	
16	0,5 m	d	37	35	30	43	41	39	40	41	37	39	1	11,1	
16	1 m	a	42	41	43	40	39	39	39	29	41	40	1	11,1	
16	1 m	b	35	35	42	33	36	30	43	40	42	36	1	11,1	
16	1 m	c	41	34	35	41	30	36	39	30	33	35	1	11,1	
16	1 m	d	41	38	37	39	42	43	43	40	41	41	1	11,1	
16	1,5 m	a	41	34	33	33	36	40	43	38	38	38	1	11,1	
16	1,5 m	b	40	38	34	43	32	40	36	39	36	38	1	11,1	
16	1,5 m	c	40	37	35	39	43	41	43	40	35	40	1	11,1	
16	1,5 m	d	33	34	31	41	40	35	39	39	34	35	1	11,1	
16	2 m	a	35	37	35	29	33	29	43	37	35	35	1	11,1	
16	2 m	b	37	33	35	43	42	40	43	34	39	39	1	11,1	
16	2 m	c	32	33	42	42	36	41	42	33	35	36	1	11,1	
16	2 m	d	37	42	33	35	38	34	43	41	40	38	1	11,1	



Tabla 19. Datos esclerómetro del pilar 17.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
17	0,2 m	a	39	33	32	32	34	40	30	41	37	34	1	11,1	
17	0,2 m	b	43	34	41	38	39	43	42	41	36	41	1	11,1	
17	0,2 m	c	43	39	37	37	37	30	32	31	38	37	1	11,1	
17	0,2 m	d	36	34	43	38	40	42	36	31	34	36	1	11,1	
17	0,5 m	a	35	41	39	36	40	39	43	35	32	39	1	11,1	
17	0,5 m	b	30	33	41	36	33	36	30	37	37	36	0	0,0	
17	0,5 m	c	34	38	40	43	40	34	40	35	41	40	0	0,0	
17	0,5 m	d	37	33	34	40	35	40	32	29	35	35	0	0,0	
17	1 m	a	31	30	37	35	31	38	43	32	37	35	1	11,1	
17	1 m	b	32	34	43	31	42	33	36	37	38	36	1	11,1	
17	1 m	c	40	31	41	31	36	40	35	38	30	36	0	0,0	
17	1 m	d	29	37	34	39	41	36	39	38	31	37	1	11,1	
17	1,5 m	a	32	40	31	30	36	34	39	36	31	34	0	0,0	
17	1,5 m	b	31	30	40	30	34	32	39	37	33	33	1	11,1	
17	1,5 m	c	36	31	36	39	37	33	29	33	37	36	1	11,1	
17	1,5 m	d	40	32	40	31	34	38	35	31	33	34	0	0,0	
17	2 m	a	30	31	33	33	32	39	42	33	32	33	1	11,1	
17	2 m	b	35	32	42	37	42	39	33	43	42	39	1	11,1	
17	2 m	c	41	40	40	31	35	42	41	36	35	40	1	11,1	
17	2 m	d	35	42	29	41	43	36	39	37	41	39	1	11,1	



Tabla 20. Datos esclerómetro del pilar 18.

Pilar	Altura	Cara	Valor de los impactos										Mediana X	Valores fuera de rango	
			Dirección horizontal											Valores X	%
18	0,2 m	a	38	43	30	34	35	42	36	34	41	36	1	11,1	
18	0,2 m	b	40	35	34	43	42	30	42	35	40	40	1	11,1	
18	0,2 m	c	33	40	37	30	38	33	40	37	39	37	1	11,1	
18	0,2 m	d	36	29	36	41	39	34	38	31	37	36	1	11,1	
18	0,5 m	a	35	29	41	35	32	37	31	38	33	35	0	0,0	
18	0,5 m	b	38	43	36	35	31	37	32	36	29	36	2	22,2	
18	0,5 m	c	35	32	43	41	34	35	29	31	40	35	1	11,1	
18	0,5 m	d	43	38	43	41	36	31	43	34	36	38	1	11,1	
18	1 m	a	40	39	33	42	40	40	42	41	35	40	1	11,1	
18	1 m	b	40	39	34	37	36	29	32	34	37	36	1	11,1	
18	1 m	c	42	36	42	40	34	41	42	37	32	40	1	11,1	
18	1 m	d	35	34	39	31	37	38	41	29	37	37	1	11,1	
18	1,5 m	a	36	32	42	40	40	43	37	33	39	39	1	11,1	
18	1,5 m	b	32	35	30	31	39	34	40	36	29	34	0	0,0	
18	1,5 m	c	30	32	43	41	39	31	35	40	35	35	1	11,1	
18	1,5 m	d	41	37	37	31	32	41	38	42	29	37	1	11,1	
18	2 m	a	41	43	32	32	43	33	43	37	33	37	0	0,0	
18	2 m	b	32	37	36	34	41	35	29	41	35	35	0	0,0	
18	2 m	c	29	41	35	43	39	32	29	31	36	35	1	11,1	
18	2 m	d	35	38	42	32	35	34	39	36	29	35	1	11,1	



De estos resultados se seleccionan los más bajos, los más altos y valores medios, para realizar la extracción en esos puntos y poder hacer el tratamiento estadístico para la construcción de la recta de regresión. Estos valores son los siguientes:

*Tabla 21. Índices de rebote de los puntos seleccionados.*

Pilar	Índice de rebote
2-d-1,5m	43
1-b-2m	41
7-d-1,5m	36
1-c-2m	31
7-c-1m	31
5-c-1,5m	22
13-a-1m	18
14-a-0,5m	18

Se extrae una probeta cilíndrica con relación de esbeltez 2, de cada uno de estos puntos, y se ensayan a compresión en laboratorio certificado. Los resultados obtenidos son:



Tabla 22. Índices de rebote-Resistencia a compresión de los puntos seleccionados.

Pilar	Índice de rebote	Res.compresión(N/mm <sup>2</sup> )
2-d-1,5m	43	30
1-b-2m	41	29
7-d-1,5m	36	26,5
1-c-2m	31	24
7-c-1m	31	23
5-c-1,5m	22	20
13-a-1m	18	17,5
14-a-0,5m	18	16

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{x})^2} = \sqrt{\frac{(43^2 \cdot 1) + (41^2 \cdot 1) + (36^2 \cdot 1) + (31^2 \cdot 2) + (22^2 \cdot 1) + (18^2 \cdot 1)}{8} - 30^2}$$

$$S_x = 9,22$$

$$S_x^2 = 85$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i} - (\bar{y})^2} = \sqrt{\frac{(30^2 \cdot 1) + (29^2 \cdot 1) + (26,5^2 \cdot 1) + (24^2 \cdot 1) + (23^2 \cdot 1) + (20^2 \cdot 1) + (17,5^2 \cdot 1) + (16^2 \cdot 1)}{8} - 22,69^2}$$

$$S_y = 5,42$$

$$S_y^2 = 29,32$$



$$S_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sum f_i} - (\bar{x} \cdot \bar{y}) = \frac{(43 \cdot 30) + (41 \cdot 29) + (36 \cdot 26,5) + (31 \cdot 24) + (31 \cdot 23) + (22 \cdot 18) + (18 \cdot 16) + (18 \cdot 15)}{8} - (30 \cdot 22,69)$$

$$S_{xy} = 49,8$$

$$m_{yx} = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = \frac{49,8}{85} = 0,586$$

$$y - y_0 = m \cdot (x - x_0) \quad \text{Donde } x_0 = \bar{x} \text{ e } y_0 = \bar{y}$$

$$y - 22,69 = 0,586 \cdot (x - 30) \rightarrow y = 0,586 \cdot x + 22,69 - 17,58$$

$$y = 0,586 \cdot x + 5,11$$

$$R = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} = \frac{49,8}{9,22 \cdot 5,42} = 0,996$$

$$R^2 = 0,993$$



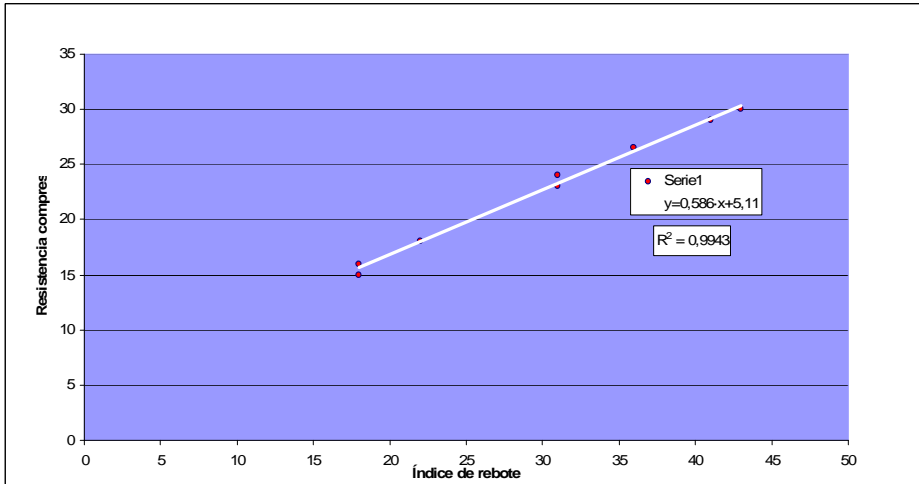


Ilustración 106. Gráfico de la recta de regresión.

Una vez hallada la recta de regresión, es posible obtener resistencias del hormigón con las lecturas del esclerómetro con una fiabilidad elevada debido al valor obtenido de  $R^2$ .

Ya que se ha realizado un análisis previo a simple vista de los pilares que se encuentran más afectados, y su afección se localiza fundamentalmente en las zonas bajas de dichos pilares debido a la red de saneamiento cercana, se cogerán los valores de 0'2 metros y de 0'5 metros de los pilares afectados.

Se puede prever que los valores de resistencia de estos pilares van a ser inferiores a su resistencia de proyecto, **25 N/mm<sup>2</sup>**. Con lo cual, será necesario intervenir en dichos pilares para reforzarlos estructuralmente. Los valores de los pilares afectado en menor medida, serán mayores de 25 N/mm<sup>2</sup>, pero al verse afectados tendrán que tratarse, siendo su tratamiento distinto al de los pilares que no cumplen la resistencia dicha.

*Tabla 23. Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión.*

Pilar	Índice de rebote	Resistencia a compresión N/mm <sup>2</sup>
4-a-0,2m	23	18,6
4-b-0,2m	20	16,85
4-c-0,2m	22	18
4-d-0,2m	21	17,45
4-a-0,5m	22	18
4-b-0,5m	21	17,45
4-c-0,5m	20	16,85
4-d-0,5m	20	16,85
5-a-0,2m	20	16,85
5-b-0,2m	19	16,25
5-c-0,2m	22	18
5-d-0,2m	19	16,25
5-a-0,5m	20	16,85
5-b-0,5m	19	16,25
5-c-0,5m	20	16,85
5-d-0,5m	23	18,6
6-a-0,2m	34	25
6-b-0,2m	35	25,6
6-c-0,2m	34	25
6-d-0,2m	39	28
6-a-0,5m	38	27,4
6-b-0,5m	38	27,4
6-c-0,5m	38	27,4
6-d-0,5m	38	27,4



Tabla 24. Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión.

Pilar	Índice de rebote	Resistencia a compresión N/mm <sup>2</sup>
10-a-0,2m	35	25,6
10-b-0,2m	37	26,8
10-c-0,2m	38	27,4
10-d-0,2m	37	26,8
10-a-0,5m	39	28
10-b-0,5m	35	25,6
10-c-0,5m	37	26,8
10-d-0,5m	36	26,2
11-a-0,2m	22	18
11-b-0,2m	24	19,2
11-c-0,2m	21	17,45
11-d-0,2m	18	15,65
11-a-0,5m	20	16,85
11-b-0,5m	22	18
11-c-0,5m	19	16,25
11-d-0,5m	21	17,45
12-a-0,2m	20	16,85
12-b-0,2m	22	18
12-c-0,2m	21	17,45
12-d-0,2m	18	15,65
12-a-0,5m	22	18
12-b-0,5m	23	18,6
12-c-0,5m	25	19,75
12-d-0,5m	22	18



Tabla 25. Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión.

Pilar	Índice de rebote	Resistencia a compresión N/mm <sup>2</sup>
13-a-0,2m	20	16,85
13-b-0,2m	22	18
13-c-0,2m	20	16,85
13-d-0,2m	21	17,45
13-a-0,5m	20	16,85
13-b-0,5m	19	16,25
13-c-0,5m	21	17,45
13-d-0,5m	21	17,45
14-a-0,2m	21	17,45
14-b-0,2m	20	16,85
14-c-0,2m	20	16,85
14-d-0,2m	20	16,85
14-a-0,5m	18	15,65
14-b-0,5m	22	18
14-c-0,5m	21	17,45
14-d-0,5m	24	19,2
15-a-0,2m	38	27,4
15-b-0,2m	38	27,4
15-c-0,2m	38	27,4
15-d-0,2m	39	28
15-a-0,5m	36	26,2
15-b-0,5m	38	27,4
15-c-0,5m	36	26,2
15-d-0,5m	38	27,4



## Memoria constructiva

Al tratarse de un proyecto de reparación parcial de un edificio los puntos que trataremos en esta memoria constructiva serán los específicos para este tipo de actuación.

Las obras que se proyectan tienen por objeto reparar los elementos estructurales dañados para devolver al edificio la seguridad estructural de la zona situada alrededor de la red de saneamiento enterrada.

También se proyecta la sustitución de dicha red de saneamiento enterrada con el fin de evitar lo máximo posible la filtración de aguas residuales a través de la estructura que ocasionen daños posteriores.

Para reparar estos elementos estructurales verticales hay que picar el hormigón y reforzar las armaduras en la parte inferior del pilar puesto que éstas, según en qué pilares, se encuentran más o menos deterioradas. Para el refuerzo de los distintos pilares se utilizan los siguientes sistemas:

- Para los pilares que se encuentran más deteriorados se realizará un empesillado por medio de angulares metálicos L 120x12 mm desde la cimentación hasta las vigas que apoyan en el pilar, en toda su longitud, en cada esquina. La unión de estos angulares se realizará mediante presillas de 470x80x10 mm soldadas cada 400 mm con un espesor mínimo de soldadura de 9 mm.



Para su realización se ejecutarán los siguientes trabajos:

1. Apuntalado de las vigas que acometen al pilar y de la cabeza de este para descargarlo.
2. Picado del recubrimiento de la armadura del pilar en todas las zonas en las que presente fisuración, aspecto deficiente o falta de la correcta adherencia.
3. Cepillado de las armaduras mediante cepillo de púas metálicas hasta eliminar todo el material de óxido. Es importante su total eliminación ya que reduce la adherencia de los materiales de reparación.
4. Limpieza del soporte. Éste debe estar exento de grasas, aceites, lechadas de cemento, partículas sueltas o mal adheridas.
5. Aplicación de producto SIKA Monotop 610 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos.
6. Una vez respetados los tiempos de secado se aplicará producto SIKA Monotop 612 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos hasta alcanzar la geometría inicial del pilar y la planeidad de sus caras.
7. Zunchado del pilar mediante angulares metálicos empresillados, llegando desde la cabeza del pilar en la que se sitúan las ménsulas hasta la zapata de cimentación. Solución constructiva en **Anexo IV “Planos de proyecto**
8. Protección del conjunto frente al fuego, según normativa mediante tabique de LH-7 guarnecido por la cara expuesta.



- Para los pilares que se encuentran más alejado de la red de saneamiento y están menos deteriorados será suficiente los trabajos a realizar serán los siguientes:
  1. Picado del recubrimiento de la armadura del pilar en todas las zonas en las que presente fisuración, aspecto deficiente o falta de la correcta adherencia.
  2. Cepillado de las armaduras mediante cepillo de púas metálicas hasta eliminar todo el material de óxido. Es importante su total eliminación ya que reduce la adherencia de los materiales de reparación.
  3. Limpieza del soporte. Éste debe estar exento de grasas, aceites, lechadas de cemento, partículas sueltas o mal adheridas.
  4. Aplicación de producto SIKA Monotop 610 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos.
  5. Una vez respetados los tiempos de secado se aplicará producto SIKA Monotop 612 según indicaciones recogidas en cuadros técnicos adjuntos hasta alcanzar la geometría inicial del pilar y la planeidad de sus caras.

En cuanto a la red de saneamiento enterrada, se sustituirá por otra nueva, colocando nuevos colectores enterrados de PVC de igual sección que los existentes hasta la acometida del edificio con el colector general y sustituyendo las arquetas existentes por otras de dimensiones interiores iguales a las existentes formadas por fábrica de ladrillo macizo.



Una vez realizado el cambio de la red de saneamiento enterrada y comprobando su correcto funcionamiento se ejecutará el pavimento según planos de intervención.

Cumplimiento del CTE

## *Seguridad contra incendios*

### *(SI 6. Resistencia al fuego de la estructura)*

#### **Generalidades**

Tal y como se expone en el punto 1 de la sección SI 6 del DB SI:

1. La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.
2. En este Documento se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anexos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura.





3. Pueden adoptarse otros modelos de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas curvas paramétricas o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de fuegos localizados o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE-EN 1991-1-2:2004.

En dicha norma se recogen, asimismo, también otras curvas nominales para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del sector de incendio y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.

4. En las normas UNE-EN 1992-1-2:1996, UNE-EN 1993-1-2:1996, UNE-EN 1994-1-2:1996, UNE-EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.

5. Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.

6. En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.



7. Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

### **Resistencia al fuego de la estructura**

De igual manera y como se expone en el punto 2 de la sección SI 6 del DB SI:

1. Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo.
2. En el caso de sectores de riesgo mínimo y en aquellos sectores de incendio en los que, por su tamaño y por la distribución de la carga de fuego, no sea previsible la existencia de fuegos totalmente desarrollados, la comprobación de la resistencia al fuego puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de fuegos localizados, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la carga de fuego en la posición previsible más desfavorable.
3. En este Documento no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.



## Elementos estructurales principales

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

a) Alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o

b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anexo B.

La resistencia al fuego de los sectores considerados es la siguiente:

### Nombre del Sector: ADMINISTRATIVO COMERCIAL

Uso: Administrativo comercial

Situación: Planta sobre rasante con altura de evacuación  $h \leq 15$  m

Resistencia al fuego: R60

## Elementos estructurales secundarios

Cumpliendo los requisitos exigidos a los elementos estructurales secundarios (punto 4 de la sección SI6 del BD-SI) Los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, tienen la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la



compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

### **Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio**

1. Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio.
2. Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB - SE.
3. Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB - SE, apartados 3.4.2 y 3.5.2.4.
4. Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la resistencia al fuego estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.
5. Como simplificación para el cálculo se puede estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:  $E_{fi,d} = \zeta_{fi} E_d$  siendo:

$E_d$ : efecto de las acciones de cálculo en situación persistente (temperatura normal).

$\zeta_{fi}$ : factor de reducción, donde el factor  $\zeta_{fi}$  se puede obtener como:



$$\eta_{fi} = \frac{G_K + \psi_{1,1}Q_{K,1}}{\gamma_G G_K + \gamma_{Q,1}Q_{K,1}}$$

donde el subíndice 1 es la acción variable dominante considerada en la situación persistente.

### **Determinación de la resistencia al fuego**

1. La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

a) Comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas, según el material, dadas en los anexos C a F, para las distintas resistencias al fuego.

b) Obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anexos.

c) Mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

2. En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del elemento durante el tiempo de exposición al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.



3. Cualquier modo de fallo no tenido en cuenta explícitamente en el análisis de esfuerzos o en la respuesta estructural deberá evitarse mediante detalles constructivos apropiados.

4. Si el anexo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad:  $\gamma_{M,fi} = 1$

5. En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado  $\mu_{fi}$ , definido como:

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

siendo:

$R_{fi,d,0}$  resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial  $t=0$ , a temperatura normal.



## RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (DB-SI-6)

SOPORTES Y MUROS	Descripción	Resistencia del Elemento	Resistencia Necesaria	Cumple
SOPORTES H.A. Reforzados con angulares	Soportes de hormigón armado expuesto a 3 caras			
	Según CTE-DB-SI Anejo C:			
	Soporte mínimo de 30x30	R-90 Rec >30mm	R-60	SÍ

*Al realizarse el refuerzo de los elementos estructurales con perfilería metálica, revestir éstos para que cumplan la resistencia mínima al fuego mediante tabique de LH-7 guarnecido por la cara expuesta según tabla F.1*

Tabla 26 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico.

Fuente: CTE.

Tipo de revestimiento	Espesor e de de la fábrica en mm							
	Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada		
	40 ≤ e < 80	80 ≤ e < 110	e ≥ 110	110 ≤ e < 200	e ≥ 200	140 ≤ e < 240	e ≥ 240	
Sin revestir	(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)	
Enfoscado	Por la cara expuesta	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180	EI-240	
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180	REI-240
	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240	EI-240
Guarnecido	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	EI-240	REI-180

(1) No es usual



## Seguridad estructural

### *(DB SE. Exigencias básicas de seguridad estructural)*

Descripción de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE:

Son requisitos básicos, conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación, los relativos a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad. En este caso tan solo nos conciernen los específicos de seguridad.

Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

#### **Requisitos básicos relativos a la seguridad:**

**Seguridad estructural**, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar las medidas correctoras para la edificación que nos ocupa son principalmente: resistencia mecánica y estabilidad, seguridad, durabilidad, economía, facilidad constructiva así como una sencilla métrica de todo el sistema.





**Seguridad en caso de incendio**, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo superior al sector de incendio de mayor resistencia.

**Seguridad de utilización**, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

La configuración de los espacios, los elementos fijos y móviles que se instalen en el edificio, se proyectarán de tal manera que puedan ser usados para los fines previstos dentro de las limitaciones de uso del edificio que se describen más adelante sin que suponga riesgo de accidentes para los usuarios del mismo.

La justificación de bases de cálculo, acciones y métodos de cálculo se encuentra recogida en la previa memoria estructural.

Salubridad

### *(HS 5. Evacuación de aguas)*

Esta Sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.



## **Caracterización y cuantificación de las exigencias**

1. Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
2. Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
3. Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsible en condiciones seguras.
4. Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables.

En caso contrario deben contar con arquetas o registros.

5. Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
6. La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales

## **Diseño**

### **- Condiciones generales de la evacuación**

Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de



conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

### **- Configuraciones de los sistemas de evacuación**

Cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

### **Colectores enterrados**

1. Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, situados por debajo de la red de distribución de agua potable.
2. Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.
3. La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.
4. Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

### **Elementos de conexión**

En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable.

Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90º



## Presupuesto

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>ACTUACIONES DE REFUERZO ESTRUCTURAL Y SUSTITUCIÓN RED DE SANEAMIENTO</b>									
Actuaciones de refuerzo de estructura y cambio de la red de saneamiento en edificio de Camino Nuevo de Picaña, 5 en Valencia.									
<b>01</b>	<b>ACTUACIONES PREVIAS</b>								
01.01	m2 Picado elementos hormigón Picado de elementos de hormigón (vigas, pilares) hasta una altura de 1,0-1,5 metros, dependiendo del estado del pilar, incluso limpieza de las armaduras, retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.								
	Pilares 4 al 15	12	1,20	1,50		21,60			
	<b>Total partida 01.01</b>						21,60	12,89	278,42
01.02	m3 Crg man resid H en conte Carga manual, considerando 2 peones, de residuos de hormigón separados anteriormente al depósito en el camión por el poseedor de éstos, sobre contenedor (incluido el alquiler de éste y retirada a vertedero autorizado), incluso humedecido de la carga.								
		1	21,60	0,10		2,16			
	<b>Total partida 01.02</b>						2,16	31,98	69,08
	<b>Total capítulo 01</b>								<b>347,50</b>
<b>02</b>	<b>REFUERZO DE PILARES</b>								
02.01	m2 Cepillado de armaduras y hormigón Cepillado de la superficie de hormigón y barras de acero, de todas las caras de pilares (ya picadas), hasta eliminar todos los restos sueltos u oxidados.								
	Pilares del 4 al 15	12				12,00			
	<b>Total partida 02.01</b>						12,00	39,33	471,96



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
02.02	u Reparación con mortero Sika monotop 610 y 612 Reparación de pilares mediante pasivado de las armaduras mediante Sika monotop 610, y relleno y acabado con mortero Sika monotop 612 tixotrópico monocomponente a base de cemento, resinas sintéticas, humo de silice y reforzado con fibras de poliamida según prescripciones de fabricante incluyendo el propio material y los trabajos de acabado y terminación de la superficie.								
	Pilares del 4 al 15	12				12,00			
	Total partida 02.02						12,00	77,11	925,32
02.03	u Recibido de collar cimentación Suministro y recibido de collar de apoyo de pilar empresillado metálico mediante capa de mortero sin retracción de 1,5 cm de espesor para regularización de la superficie. Incluido picado hasta cimentación y preparación hasta la superficie de apoyo.								
	Pilares P04,P05,P11,P12,P13,14	6				6,00			
	Total partida 02.03						6,00	75,21	451,26
02.04	u Sop met 3.50 50x30 Refuerzo de pilar de hormigón, mediante soporte metálico de 3,50 m aprox. de altura y de sección según planos, realizado con empresillado metálico, dispuestos con cuatro angulares L 120x12 y presillas de 470x80x10 mm cada 40 cm, con collar de base (apoyo) y cabeza formado con L120x12, y todas la soldaduras con espesor mínimo de 9 mm, todo según se define en planos del proyecto.								
	Pilares P04,P05,P11,P12,P13,14	6				6,00			
	Total partida 02.04						6,00	911,30	5.467,80
	<b>Total capítulo 02</b>								<b>7.316,34</b>



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>03</b>	<b>SUSTITUCIÓN RED DE SANEAMIENTO</b>								
03.01	m2 Demol pavimento bald c man Demolición de pavimento de baldosa cerámica, realizada a mano, retirada de escombros y carga, incluido transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.								
	Linea de red de saneamiento	1	23,50	1,00		23,50			
	Total partida 03.01						23,50	13,01	305,74
03.02	m2 Demol solera H-masa manual Demolición de solera de hormigón armado con mallazo, a mano, con retirada de escombros y carga, e incluido transporte a vertedero, según NTE/ADD-19.								
	Linea de red de saneamiento	1	23,50	1,00		23,50			
	Total partida 03.02						23,50	64,47	1.515,05
03.03	m3 Crg man resid H en conte Carga manual, considerando 2 peones, de residuos de hormigón separados anteriormente al depósito en el camión por el poseedor de éstos, sobre contenedor (incluido el alquiler de éste y retirada a vertedero autorizado), incluso humedecido de la carga.								
			23,5	0,50		11,75			
	Total partida 03.03						11,75	31,98	375,77
03.04	m3 Excv zanja medios man<1.5 Excavación para la formación de zanja, en terrenos medios, con medios manuales para una profundidad menor o igual a 1.5m, con extracción a los bordes, sin incluir carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.								
	Linea de red de saneamiento	1	23,50	1,00	1,00	23,50			
	Total partida 03.04						23,50	42,79	1.005,57
03.05	m Levantado colectores hrz Levantado de colectores horizontales, incluso retirada y carga, y transporte a vertedero autorizado								
	Linea de red de saneamiento	1	23,50	1,00		23,50			
	Total partida 03.05						23,50	9,21	216,44



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud d	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
03.06	u Demolición de arquetas existentes  Demolición de arquetas existentes en la red de saneamiento, y retirada de escombros hasta contenedor, incluido gestión a vertedero autorizado.								
	Arquetas	3				3,00			
	Total partida 03.06						3,00	121,15	363,45
03.07	u Arqueta dimensiones de las existentes  Arqueta de paso de dimensiones interiores iguales a las existentes., formada por fábrica de ladrillo macizo de 24x11.5x5 cm., con juntas de mortero de cemento de 1 cm. de espesor, sobre solera de hormigón en masa HM 10, enfoscada y brutada con mortero de cemento M-40a (1:6), cerco de perfil laminado L 50.5 mm. y tapa mataica para recibido de pavimento, incluso vertido y apisonado del hormigón, corte y preparado del cerco y recibido de cercos y tubos, según NTE-ISS.								
		3				3,00			
	Total partida 03.07						3,00	182,62	547,86
03.08	m3 Hormigón de limpieza fck 15 N/mm2  Hormigón de limpieza fck 15 N/mm2, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de la nueva red de saneamiento, vertido por medios manuales, vibrado y colocado.								
		23,5	0,10			2,35			
	Total partida 03.08						2,35	74,85	175,90
03.09	m Colec ente PVC 315mm peg 30%acc  Colector enterrado realizado con un tubo liso de PVC para saneamiento, de diámetro 315mm (o de dimensiones iguales al existente), unión pegada y espesor según la norma UNE EN 1401-I, con incremento del precio del tubo del 30% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, colocado en zanja de ancho 500+250mm, sobre lecho de arena / grava de espesor 100+250/100mm, sin incluir excavación, relleno de la zanja ni compactación final.								
	Línea de red de saneamiento	1	23,50	1,00		23,50			
	Total partida 03.09						23,50	68,65	1.613,28



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
03.10	m3 Rell zanj arena pisón Relleno de zanjas con medios manuales, con arena, y compactado con pisón manual según NTE/ADZ-12.								
	Línea de red de saneamiento	1	23,50	1,00	0,80	18,80			
	<b>Total partida 03.10</b>						18,80	29,85	561,18
03.11	m2 Solera HA 15 e 15 c/ME Solera realizada con hormigón HA 15/B/20/1/a con un espesor de 15cm reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 4-4 B 500 S colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.								
	Línea de red de saneamiento	1	23,50	1,00		23,50			
	<b>Total partida 03.11</b>						23,50	21,32	501,02
	<b>Total capítulo 03</b>								<b>7.181,26</b>





Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>								
04.01	m2 Gres 35x35 C2 jnt min L Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3mm) realizado con baldosa de gres esmaltado monocolor de 35x35cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso mejorado (C2) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).								
	Local	1	188,26			188,26			
		-1	5,25			-5,25			
	<b>Total partida 04.01</b>						183,01	25,71	4.705,19
04.02	m2 Demol rodapie bald c man Demolición de rodapie de baldosa cerámica, realizada a mano, retirada de escombros y carga, incluido transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.								
		1	22,45			22,45			
		1	7,15			7,15			
		1	26,40			26,40			
		2	9,25			18,50			
		1	3,95			3,95			
		2	2,00			4,00			
		1	3,50			3,50			
	<b>Total partida 04.02</b>						85,95	3,72	319,73
04.03	m Rod gres 8x35 C2 L Rodapié de gres esmaltado monocolor con junta mínima (1.5 - 3mm) de 8x35cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso mejorado (C2) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).								
		1	22,45			22,45			
		1	7,15			7,15			
		1	26,40			26,40			
		2	9,25			18,50			
		1	3,95			3,95			
		2	2,00			4,00			
		1	3,50			3,50			
	<b>Total partida 04.03</b>						85,95	7,21	619,70
	<b>Total capítulo 04</b>								<b>5.644,62</b>



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
<b>05</b>	<b>ALBAÑILERIA Y REVESTIMIENTOS</b>								
05.01	m2 Tabicón de LCH 33x16x7 c/mcto Tabicón de 7 cm. de espesor para forrado de pilares reforzados, realizado con ladrillos cerámicos huecos de 33x16x7 cm., aparejados y recibidos con mortero de cemento confeccionado en obra, con juntas de 1 cm. de espesor, incluso replanteo, colocación de cercos, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según NBE-FL-90 y NTE-PTL.								
	Pilares reforzados	6	1,20	3,05		21,96			
	Total partida 05.01						21,96	17,54	385,18
05.02	m2 Guarn-enl y YG/L maes vert Guarnecido maestreado, y enlucido, realizado con pasta de yeso YG/L sobre paramentos verticales (tabicón de ladrillo para forrado de pilares), acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, según NTE/RPG10.								
	Pilares reforzados	6	1,20	3,05		21,96			
	Total partida 05.02						21,96	15,42	338,62
	<b>Total capítulo 05</b>								<b>723,80</b>
	<b>Total presupuesto</b>								<b>21.213,52</b>

Código	Descripción de los capítulos	Importe
01	ACTUACIONES PREVIAS	347,50
02	REFUERZO DE PILARES	7.316,34
03	SUSTITUCIÓN RED DE SANEAMIENTO	7.181,26
04	PAVIMENTOS	5.644,62
05	ALBAÑILERIA Y REVESTIMIENTOS	723,80

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ..... 21.213,52**

Suma el presente presupuesto la cantidad de:  
VEINTIUN MIL DOSCIENTOS TRECE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS



## 7. Conclusiones

Este TFG se centra en el refuerzo estructural de estructuras de hormigón armado. Se ha desarrollado que tipo de patologías puede sufrir una estructura, elemento por elemento, siendo posible que existan algunas otras. También se ha hablado de los tipos de refuerzo se pueden aplicar a dichas estructuras, de ensayos destructivos y no destructivos, de tratamiento estadístico de datos, de normativa que regula la evaluación o análisis de la estructura o el propio edificio, y por último de una aplicación con un caso práctico. De todo esto se puede extraer:

- La continua evolución en temas de investigación para el desarrollo tanto de materiales novedosos y más resistentes, como en temas de ensayos para la valoración de dichos materiales. A pesar de la incapacidad de poder desarrollar métodos de Ensayos No Destructivos por falta de información, he podido vislumbrar técnicas e investigaciones que garantizan una mejora importantísima en un futuro no demasiado lejano, para el análisis de estructuras de hormigón armado.
- La mejora que proporciona evaluar resistencias de una estructura sin la necesidad de realizar ensayos destructivos en todos aquellos puntos que requieran de información. Si se interviene en una estructura de hormigón dañada gravemente, y para extraer información disminuimos la sección de dicha estructura extrayendo probetas, es previsible que la



estructura sufra y por lo tanto pueda causar más problemas de los que se han ido a solucionar.

- La pequeña introducción al campo de la estadística, que una vez más demuestra sus importantes aplicaciones en diversos campos. Es interesante ver como da soporte a todo aquello que lo necesita, sea el tema que sea.

- El desarrollo de una de las posibles salidas profesionales de un Arquitecto Técnico, la elaboración de un IEE que combina: el estudio del estado de conservación de las edificaciones, la elaboración de un certificado de eficiencia energética y el estudio de las necesidades de accesibilidad. La paralización de la construcción masiva de nuevas edificaciones ha provocado la disminución de trabajo para nuestro sector, complicando mucho ejercer profesionalmente y conseguir así una experiencia basada en la resolución de casos diversos y variados. Por ello, es conveniente que nuestro sector se centre en la actuación sobre edificaciones existentes, ya que en adelante el mundo de las patologías y el refuerzo estructural será uno de los trabajos más demandados.

- Otros dos ámbitos que en el futuro, e incluso hoy en día ya están siendo demandados son la eficiencia energética y la accesibilidad. A pesar de que en este TFG únicamente se han mencionado, es importante la concienciación ya que son dos temas de gran importancia social. La eficiencia energética por un lado, intenta poner solución a la



escasez de recursos energéticos en los que la sociedad se ve sumida por el consumo desmedido de los mismos. Además del calado social que tiene la contaminación, la cual la eficiencia energética también pretende poner solución. Por otro lado, el tema de la accesibilidad toca directamente a las personas. Intentar posibilitar el acceso a todo el mundo a cualquier lugar es un gran paso, y poco a poco se van eliminando barreras. La eficiencia energética y la accesibilidad van integrándose para convertirse en una parte indispensable e indiscutible de proyectos e intervenciones.

· La experiencia y la profundización en conocimientos en estos ámbitos que me ha reportado este TFG es altamente gratificante, ya que he podido tocar muchos campos, y plasmar conocimientos adquiridos durante mi formación como técnico. Me ha dado la posibilidad de profundizar en diversos temas interesantes como el refuerzo estructural, o el tratamiento estadístico de datos, además de obligarme a familiarizarme con normas, reglamentos, y revistas/ponencias relacionadas con la investigación de nuevas técnicas, aspecto muy importante para la vida laboral.

Con todo esto, la conclusión final es que el TFG es una buena herramienta para que el alumno englobe todos los conocimientos adquiridos aplicándolos a un caso práctico que permite enfrentarse a una primera experiencia profesional como técnico habiendo sido, como se ha comentado anteriormente, muy importante haber trabajado en temas de actuaciones sobre edificaciones existentes con vistas a una entrada en el mercado laboral, que según lo visto, presenta un futuro



inmediato más claro en este tipo de trabajos y proyectos que en las nuevas edificaciones.



## 8. Bibliografía

·MUÑOZ HIDALGO, Manuel. Manual de patología de la edificación (detección, diagnosis y soluciones)[*Libro*]. Sevilla : El autor ,2012 . 825 p. ISBN 9788461562169.

·SERRANO ALCUDIA, Francisco. Patología de la edificación: el lenguaje de las grietas.[*Libro*]. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación, 2002. 521 p. ISBN 8486957753.

·FERNÁNDEZ GÓMEZ, J. ; GONZÁLEZ ISABEL, G. ; HOSTALET ALBA, F. ; IZQUIERDO, J.M. ; DE QUIRÓS, B. ; LEY URZAIZ, J. Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón. [*Libro*]. Madrid: INTEMAC, 2001. 246 p. ISBN 848876412X.

·INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN. Guía de intervención en estructuras de hormigón en edificios existentes. [*Libro*]. Valencia: Instituto Valenciano de la Edificación, 2008. 259 p. ISBN 9788448250379.

·KEANE, Brian F. Guía de reparación de grietas estructurales por inyección de resinas epóxicas. [*Manual*].



·VALLADARES LÓPEZ, Javier. Ponencia; Encuentro anual sobre reparación refuerzo y protección del hormigón. *[Pdf]*. 15 Noviembre 2012.

·MONJO CARRIÓ, Juan; MALDONADO RAMOS, Luis. Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. *[Libro]*. Madrid: Editorial Munilla –Lería, 2001. 302 p. *ISBN 8489150478*.

·REBOLLEDO RAMOS, Nuria. Tesis Master; Aplicación de Técnicas No Destructivas al estudio del hormigón fresco. *[Pdf]*. Madrid, Septiembre de 2010. 91 p.

·ALCAÑIZ MARTINEZ, Jesús Herminio. Tesis Doctoral; Chequeo de estructuras de hormigón armado: análisis de la relación de resultados de probetas testigo y ultrasonidos. *[Pdf]*. Alicante, Junio de 2011. 234 p.

· MARISCOTTI, Mario A. J. Artículo; Una mirada a la tomografía del hormigón armado. *[Pdf]*. Buenos Aires, 2010.

·SEGOVIA, Maximiliano D.; CARRASCO, María F.; MIRETTI, Romeo E.; ULIBARRIE, Néstor ; DEFAGOT, Carlos ; PUGA, Raúl. Aplicación de ensayos no destructivos en la evaluación de estructuras de hormigón armado afectadas por corrosión. *[Pdf]*. Buenos Aires, Octubre de 2007.





·DE SANTIAGO, Eduardo. Ponencia sobre el Informe de Evaluación de los Edificios (IEE).*[Pdf]*.Málaga, 12 Febrero 2014.

· ROMANA, Manuel G.; CORTÉS, José Carlos. Metodología de inspección técnica de edificios. *[Pdf]*.

·Páginas web consultadas:

- <http://www.icevalencia.com/>
- <http://www.miradatecnica.com/index.php/informes/ice-conservacion-edificacion>
- <http://www.enriquealario.com/tecnicas-no-destructivas-para-diagnostico-de-elementos-constructivos-y-ii/>
- <http://www.eurocontrol.es/contacto.htm>

## Índice de figuras y tablas

Ilustración 1.Sección esclerómetro. Fuente: Internet.....	10
Ilustración 2. Aparato ultrasonidos. Fuente: Internet.....	11
Ilustración 3.Aparato de medición de resistividad eléctrica. Fuente: Internet.....	13



Ilustración 4. Perspectiva recalce. Fuente: Internet.....16

Ilustración 5. Sección recalce. Fuente: Internet. ....16

Ilustración 6. Sección perfil metálico "L". Fuente: Propia. ....17

Ilustración 7. Perfil metálico "L". Fuente: Internet.....17

Ilustración 8. Pilar empesillado. Fuente: Propia. ....17

Ilustración 9. Dibujo presilla. Fuente: Propia. ....17

Ilustración 10. Fragmento de presilla. Fuente: Propia. ....17

Ilustración 11. Encamisado. Fuente: Internet. ....18

Ilustración 12. Sección encamisado. Fuente: Propia.....18

Ilustración 13. Refuerzo de fibra de carbono en forjado. Fuente: Internet.....20

Ilustración 14. Cruce de vigas y pilar reforzado con fibra de carbono. Fuente: Internet.....20

Ilustración 15. Refuerzo de fibra de carbono en viga. Fuente: Internet.20

Ilustración 16. Inyección de resinas. Fuente: Internet. ....22

Ilustración 17. Esquema inyección de resinas. Fuente: Internet.....22

Ilustración 18. Asiento de zapatas medianeras. Fuente: Propia. ....26

Ilustración 19. Inclinación de edificios. Fuente: Propia. ....27

Ilustración 20. Desgarramiento en juntas de dilatación de zapatas. Fuente: Propia. ....27



Ilustración 21. Punzonamiento en zapata o losa. Fuente: Propia.....	28
Ilustración 22. Elevación de una zapata. Fuente: Propia.....	28
Ilustración 23. Asiento de una zapata. Fuente: Propia.....	29
Ilustración 24. Elevación de dos zapatas. Fuente: Propia. ....	29
Ilustración 25. Asiento de dos zapatas. Fuente: Propia. ....	30
Ilustración 26. Asiento y giro de una esquina de una cimentación. Fuente: Propia. ....	30
Ilustración 27. Asiento largo en un cimiento. Fuente: Propia.....	31
Ilustración 28. Giro en cimiento. Fuente: Propia.....	31
Ilustración 29. Asiento por abertura de hueco. Fuente: Propia. ....	32
Ilustración 30. Aplastamiento del hormigón. Fuente: Propia. ....	32
Ilustración 31. Desagregación del hormigón. Fuente: Propia. ....	33
Ilustración 32. Cortante. Fuente: Propia. ....	33
Ilustración 33. Tracción. Fuente: Propia.....	34
Ilustración 34. Pandeo. Fuente: Propia. ....	34
Ilustración 35. Corrosión en armadura. Fuente: Propia.....	35
Ilustración 36. Rotura de una esquina. Fuente: Propia.....	35
Ilustración 37. Caída de estribos. Fuente: Propia.....	36
Ilustración 38. Corrosión en armadura. Fuente: Propia.....	36



Ilustración 39. Retracción hidráulica. Fuente: Propia. ....37

Ilustración 40. Retracción plástica en cabeza de pilar. Fuente: Propia. .37

Ilustración 41. Transmisión deficiente de cargas. Fuente: Propia.....38

Ilustración 42. Rotura de esquinas en cabeza de pilar. Fuente: Propia. 38

Ilustración 43. Flexión. Fuente: Propia. ....39

Ilustración 44. Flexión lateral. Fuente: Propia.....39

Ilustración 45. Cortante. Fuente: Propia. ....40

Ilustración 46. Cortante y longitud de anclaje insuficiente. Fuente:  
Propia.....40

Ilustración 47. Aplastamiento del hormigón Fuente: Propia. ....41

Ilustración 48. Torsión. Fuente: Propia. ....41

Ilustración 49. Flexión y cortante. Fuente: Propia. ....42

Ilustración 50. Flexión y torsión. Fuente: Propia.....42

Ilustración 51. Cambio brusco de sección de armadura. Fuente: Propia.  
.....43

Ilustración 52. Escasa longitud de anclaje en negativos. Fuente: Propia.  
.....43

Ilustración 53. Retracción hidráulica en viga. Fuente: Propia. ....44

Ilustración 54. Corrosión en armadura inferior. Fuente: Propia. ....44

Ilustración 55. Retracción térmica. Fuente: Propia. ....45



Ilustración 56. Esquinas de viga partidas. Fuente: Propia.....45

Ilustración 57. Caída de forjados en voladizos. Fuente: Propia.....46

Ilustración 58. Rotura por flexión en cara superior de un forjado reticular. Fuente: Propia.....47

Ilustración 59. Rotura por flexión en cara inferior de un forjado reticular. Fuente: Propia.....47

Ilustración 60. Cortante en nervios que entregan en el ábaco. Fuente: Propia.....48

Ilustración 61. Retracción hidráulica en forjado muy coartado. Fuente: Propia.....48

Ilustración 62. Punzonamiento. Fuente: Propia. ....49

Ilustración 63. Torsión de compatibilidad. Fuente: Propia. ....49

Ilustración 64. Aplastamiento de la base de la bovedilla. Fuente: Propia. ....50

Ilustración 65. Esquema carbonatación. Fuente: Internet.....52

Ilustración 66. Perforadora tubular. Fuente: Propia. ....56

Ilustración 67. Refrentado. Fuente: Propia. ....57

Ilustración 68. Relaciones de esbeltez. Fuente: Propia. ....57

Ilustración 69. Sección máquina de ensayo de penetración de agua. Fuente: Internet.....58



Ilustración 70. Máquina de ensayo penetración de agua. Fuente: Internet.....58

Ilustración 71. Cuadrícula de ensayo esclerómetro. Fuente: Propia.....60

Ilustración 72. Esclerómetro. Fuente: Internet. ....60

Ilustración 73. Esquema máquina ultrasónica. Fuente: Propia.....62

Ilustración 74. Máquina ultrasónica. Fuente: Internet.....62

Ilustración 75. Transmisión semidirecta. Fuente: Propia. ....63

Ilustración 76. Transmisión directa. Fuente: Propia.....63

Ilustración 77. Transmisión superficial. Fuente: Propia. ....63

Ilustración 78. Ensayo esclerómetro. Fuente: Internet.....69

Ilustración 79. Cuadrícula ensayo esclerómetro. Fuente: Propia.....69

Ilustración 80. Transmisión semidirecta. Fuente: Propia. ....69

Ilustración 81. Transmisión directa. Fuente: Propia.....69

Ilustración 82. Transmisión superficial. Fuente: Propia. ....69

Ilustración 83. Perforadora tubular. Fuente: Internet. ....70

Ilustración 84. Dibujo perforadora tubular. Fuente: Propia.....70

Ilustración 85. Máquina ensayo compresión. Fuente: Internet. ....70

Ilustración 86. Gráfica ejemplo recta de regresión. Fuente: Propia. ....72

Ilustración 87. Modelo IEE. Fuente: Internet. ....78



Ilustración 88. Esquema de partes constituyentes de un IEE. Fuente : Propia.....79

Ilustración 89. Plano del lugar de actuación. Fuente: Propia.....82

Ilustración 90. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....83

Ilustración 91. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....83

Ilustración 92. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....84

Ilustración 93. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....84

Ilustración 94. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....85

Ilustración 95. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....85

Ilustración 96. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....86

Ilustración 97. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....86

Ilustración 98. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....87

Ilustración 99. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....87

Ilustración 100. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....88

Ilustración 101. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....88

Ilustración 102. Fotografía pilar. Fuente: Propia.....89

Ilustración 103. Fotografía arqueta no revestida. Fuente: Propia. ....90

Ilustración 104. Fotografía arqueta no revestida. Fuente: Propia. ....90

Ilustración 105. Mapeo de lesiones. Fuente: Propia. ....107



Ilustración 106. Gráfico de la recta de regresión. ....129

Tabla 1. Ejemplo de toma de datos de esclerómetro. Fuente: Propia...61

Tabla 2. Ejemplo de toma de datos de ultrasonidos. Fuente: Propia. ...64

Tabla 3. Datos esclerómetro del pilar 1.....108

Tabla 4.Datos esclerómetro del pilar 2.....109

Tabla 5.Datos esclerómetro del pilar 3.....110

Tabla 6.Datos esclerómetro del pilar 4.....111

Tabla 7.Datos esclerómetro del pilar 5.....112

Tabla 8.Datos esclerómetro del pilar 6.....113

Tabla 9..Datos esclerómetro del pilar 7.....114

Tabla 10.Datos esclerómetro del pilar 8.....115

Tabla 11.Datos esclerómetro del pilar 9.....116

Tabla 12.Datos esclerómetro del pilar 10.....117

Tabla 13.Datos esclerómetro del pilar 11.....118

Tabla 14.Datos esclerómetro del pilar 12.....119

Tabla 15.Datos esclerómetro del pilar 13.....120

Tabla 16.Datos esclerómetro del pilar 14.....121

Tabla 17.Datos esclerómetro del pilar 15.....122





Tabla 18.Datos esclerómetro del pilar 16.....	123
Tabla 19.Datos esclerómetro del pilar 17.....	124
Tabla 20.Datos esclerómetro del pilar 18.....	125
Tabla 21. Índices de rebote de los puntos seleccionados. ....	126
Tabla 22. Indices de rebote-Resistencia a compresión de los puntos seleccionados. ....	127
Tabla 23.Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión. ....	130
Tabla 24.Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión. ....	131
Tabla 25.Tabla de conversión de valores índice rebote-resistencia a compresión. ....	132
Tabla 26 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico. Fuente: CTE. ....	143



## Anexos

1. Anexo I: Normas UNE-EN 12390-3, UNE-EN 12390-4, UNE-EN 12390-8, UNE-EN 12504-1, UNE-EN 12504-2, UNE-EN 12504-4 (ensayos).
2. Anexo II: Norma UNE 197001 (peritaje).
3. Anexo III: Modelo Informe Evaluación de Edificios (IEE).
4. Anexo IV: Planos del proyecto (caso práctico).

Septiembre 2009

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas**

*Testing hardened concrete. Part 3: Compressive strength of test specimens.*

*Essais pour béton durci. Partie 3: Résistance à la compression des éprouvettes.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12390-3:2009.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12390-3:2003.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 39245:2009

© AENOR 2009  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

20 Páginas

**Grupo 14**



Versión en español

**Ensayos de hormigón endurecido**  
**Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas**

Testing hardened concrete.  
Part 3: Compressive strength of test specimens.

Essais pour béton durci.  
Partie 3: Résistance à la compression des éprouvettes.

Prüfung von Festbeton.  
Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2008-12-27.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 FUNDAMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4 APARATOS.....</b>	<b>6</b>
<b>5 PROBETAS DE ENSAYO .....</b>	<b>6</b>
<b>6 PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>7 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>8</b>
<b>8 INFORME DEL ENSAYO.....</b>	<b>8</b>
<b>9 PRECISIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO A (Normativo) AJUSTE DE LAS PROBETAS DE ENSAYO.....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO B (Normativo) PROCEDIMIENTO PARA ENSAYAR PROBETAS CON DIMENSIONES QUE ESTÁN FUERA DE LAS TOLERANCIAS DE LAS DIMENSIONES NORMALIZADAS EN LA NORMA EN 12390-1 .....</b>	<b>17</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>20</b>

## PRÓLOGO

Esta Norma EN 12390-3:2009 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 *Hormigón y productos relacionados*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de agosto de 2009, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de agosto de 2009.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 12390-3:2001.

Es de buena práctica incluir la medida de la densidad antes de determinar la resistencia a compresión.

Los métodos de ajuste de las caras de las probetas, dados en el anexo A, han sido validados en un ensayo interlaboratorio de comparación realizado recientemente, copatrocinado por la CE bajo el programa Medidas y Ensayos, Contrato MATI-CT-94-0043.

Esta norma pertenece a una serie de normas relacionadas con los ensayos del hormigón.

Esta serie EN 12390 incluye las partes siguientes:

Norma EN 12390 *Ensayos de hormigón endurecido*

Parte 1: *Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes*

Parte 2: *Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia*

Parte 3: *Determinación de la resistencia a compresión de probetas*

Parte 4: *Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo*

Parte 5: *Resistencia a flexión de probetas*

Parte 6: *Rotura por tracción indirecta de probetas*

Parte 7: *Densidad del hormigón endurecido*

Parte 8: *Profundidad de penetración de agua bajo presión*

Se han hecho las siguientes modificaciones a la edición de diciembre de 2001 de esta norma:

- revisión editorial
- la resistencia a compresión se expresará con aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>), en vez de 0,5 MPa (N/mm<sup>2</sup>)
- la velocidad de carga se ha cambiado de entre 0,2 MPa/s y 1,0 MPa/s a 0,6 MPa/s ± 0,2 MPa/s
- Se ha aumentado la tolerancia para las probetas que no cumplen con la tolerancia dada en la Norma EN 12390-1.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica un método para la determinación de la resistencia a compresión de probetas de ensayo de hormigón endurecido.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 197-1 *Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.*

EN 12350-1 *Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras.*

EN 12390-1 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.*

EN 12390-2 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.*

EN 12390-4 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 4: Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo.*

EN 12504-1 *Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.*

ISO 3310-1 *Tamices de ensayo, exigencias técnicas y ensayo. Parte 1: Tamices de ensayo de hilo de metal.*

## 3 FUNDAMENTO

Las probetas se comprimen hasta rotura en una máquina de ensayo de compresión conforme a la Norma EN 12390-4. Se registra la máxima carga alcanzada por la probeta y se calcula la resistencia a compresión del hormigón.

## 4 APARATOS

Máquina de ensayo a compresión, conforme a la Norma EN 12390-4.

## 5 PROBETAS DE ENSAYO

### 5.1 Especificaciones

Las probetas deben ser cúbicas, cilíndricas o testigos que cumplan las especificaciones de las Normas EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2, o EN 12504-1. Si las dimensiones de las probetas de ensayo no satisficieran las tolerancias para las dimensiones normalizadas en la Norma EN 12390-1, se podrán ensayar de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo B.

NOTA No deberían ensayarse probetas dañadas o probetas que hayan sido mal compactadas.

### 5.2 Ajuste de las probetas de ensayo

Cuando las dimensiones o forma de las probetas no cumplan con los requisitos dados en la Norma EN 12390-1 porque exceden de sus respectivas tolerancias, deben rechazarse, ajustarse o ensayarse de acuerdo con el anexo B.

Para ajustar las probetas debe usarse uno de los métodos dados en el anexo A.



## 6 PROCEDIMIENTO

### 6.1 Preparación y posicionamiento de las probetas

Se limpian los platos de carga de la máquina, debiendo eliminarse cualquier resto de gravilla u otro material extraño de las superficies de la probeta que han de estar en contacto con los platos.

No se debe usar ningún suplemento distinto de los platos auxiliares o bloques espaciadores (véase la Norma EN 12390-4) entre la probeta y los platos de ensayo de la máquina.

Se seca el exceso de humedad de la superficie de la probeta antes de ponerla en la máquina de ensayos.

Las probetas cúbicas se colocan de tal forma que la carga se aplique perpendicularmente a la dirección de hormigonado.

Las probetas deben centrarse respecto al plato inferior con una aproximación de  $\pm 1\%$  de la dimensión normalizada del lado de la probeta cúbica o del diámetro normalizado de la probeta cilíndrica.

Si se usan platos auxiliares, se alinean con las caras superior e inferior de las probetas.

En las prensas con dos columnas, las probetas cúbicas deberían situarse con la cara fratasada frente a una de ellas.

### 6.2 Carga

Se selecciona una velocidad de carga constante dentro del rango de  $0,6 \pm 0,2$  MPa/s ( $N/mm^2 \cdot s$ ). Se aplica la carga inicial, que no debe exceder de aproximadamente el 30% de la carga de rotura. Después de esto, se aplica la carga a la probeta sin brusquedades y se incrementa continuamente, a la velocidad seleccionada  $\pm 10\%$ , hasta que no se pueda soportar más carga.

Cuando se use una prensa de control manual, cualquier tendencia a disminuir la velocidad de carga cuando la probeta se aproxima al punto de rotura debe ser corregida mediante el ajuste adecuado de los controles.

Se registra la carga máxima indicada en kN.

NOTA En el anexo nacional pueden darse más indicaciones acerca de la velocidad de carga para hormigones de alta y de baja resistencia, por ejemplo, probetas cúbicas de resistencia superior a 80 MPa o inferior a 20 MPa.

### 6.3 Valoración del tipo de rotura

En la figura 1 se dan ejemplos de rotura de probetas mostrando que los ensayos se han realizado satisfactoriamente para probetas cúbicas y en la figura 3 para las cilíndricas.

En la figura 2 se muestran ejemplos de roturas no satisfactorias de probetas cúbicas y en la figura 4 para las probetas cilíndricas.

Si la rotura no es satisfactoria debe hacerse constar con referencia al tipo de rotura más parecido y que está designado por una letra en las figuras 2 ó 4.

NOTA Las roturas no satisfactorias pueden ser causadas por:

- atención insuficiente a los procedimientos de ensayo, especialmente al posicionamiento de la probeta;
- algún fallo de la máquina de ensayo.

Para las probetas cilíndricas, la rotura del refrentado antes de la rotura del hormigón es una rotura no satisfactoria.

## 7 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La resistencia a compresión viene dada por la ecuación:

$$f_c = \frac{F}{A_c}$$

donde

$f_c$  es la resistencia a compresión, en MPa (N/mm<sup>2</sup>);

$F$  es la carga máxima de rotura, en N;

$A_c$  es el área transversal de la probeta sobre la que actúa la fuerza de compresión, calculada a partir de las dimensiones normalizadas de la probeta (véase la Norma EN 12390-1) o de las medidas de la probeta si se ensaya de acuerdo con el anexo B en mm<sup>2</sup>.

La resistencia a compresión debe expresarse con aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>).

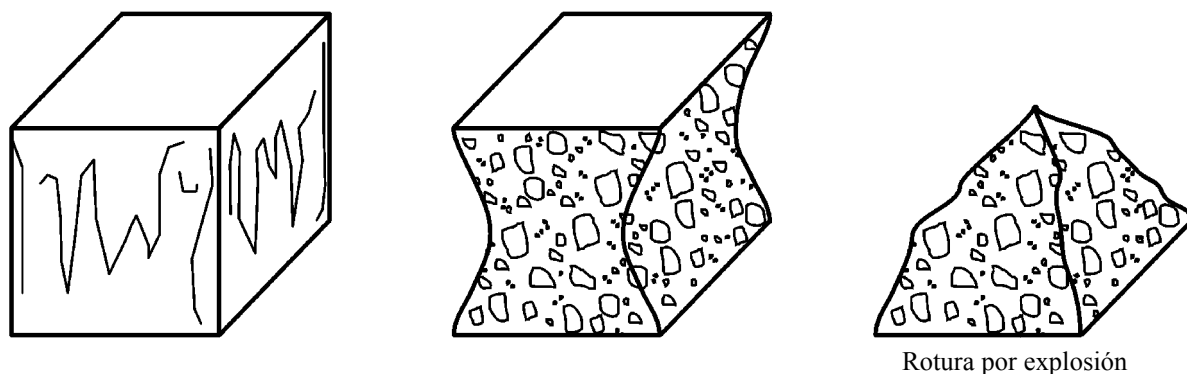
## 8 INFORME DEL ENSAYO

El informe debe incluir:

- a) identificación de la probeta;
- b) dimensiones normalizadas de la probeta o, si se ensaya de acuerdo con el anexo B, dimensiones reales;
- c) detalles del ajuste de las caras por pulido/refrentado (si procede);
- d) fecha del ensayo;
- e) carga máxima de rotura, en kN;
- f) resistencia a compresión de la probeta, con aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>);
- g) rotura no satisfactoria (si procede) y tipo mas cercano de rotura no satisfactoria;
- h) cualquier desviación del método normalizado de ensayo;
- i) una declaración del responsable técnico del ensayo de que el ensayo se ha realizado de acuerdo con esta norma, excepto lo que se haya detallado en h).

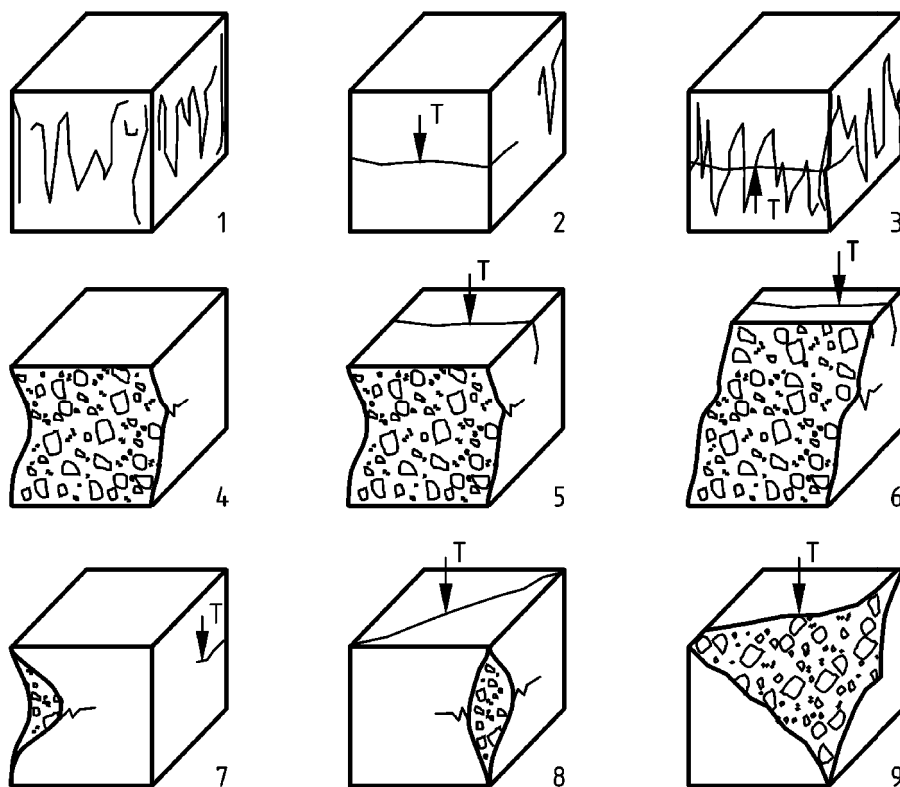
El informe puede también incluir:

- j) masa de la probeta;
- k) densidad aparente de la probeta, redondeada a los 10 kg/m<sup>3</sup> más cercanos;
- l) condiciones de la probeta en la recepción;
- m) condiciones de curado desde la recepción;
- n) hora del ensayo (si procede);
- o) edad de la probeta en el momento del ensayo.



NOTA Las cuatro caras expuestas se rompen aproximadamente igual, generalmente con poco daño en las caras que están en contacto con los platos.

Figura 1 – Roturas satisfactorias en probetas cúbicas



NOTA T = Líneas de rotura.

Figura 2 – Ejemplos de roturas no satisfactorias en probetas cúbicas

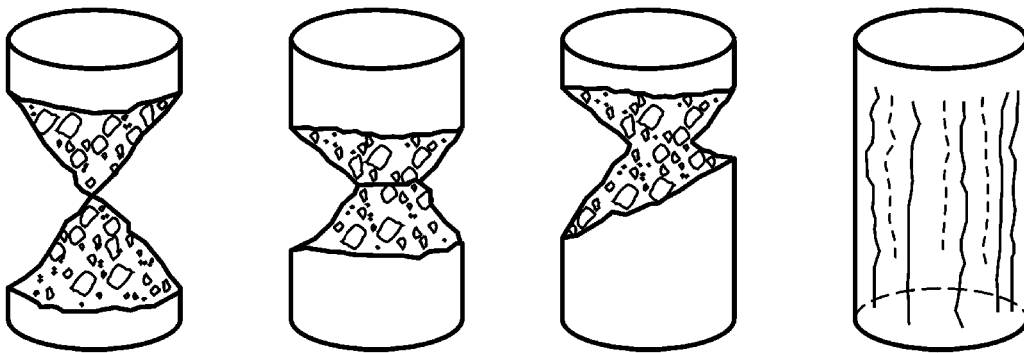


Figura 3 – Roturas satisfactorias en probetas cilíndricas

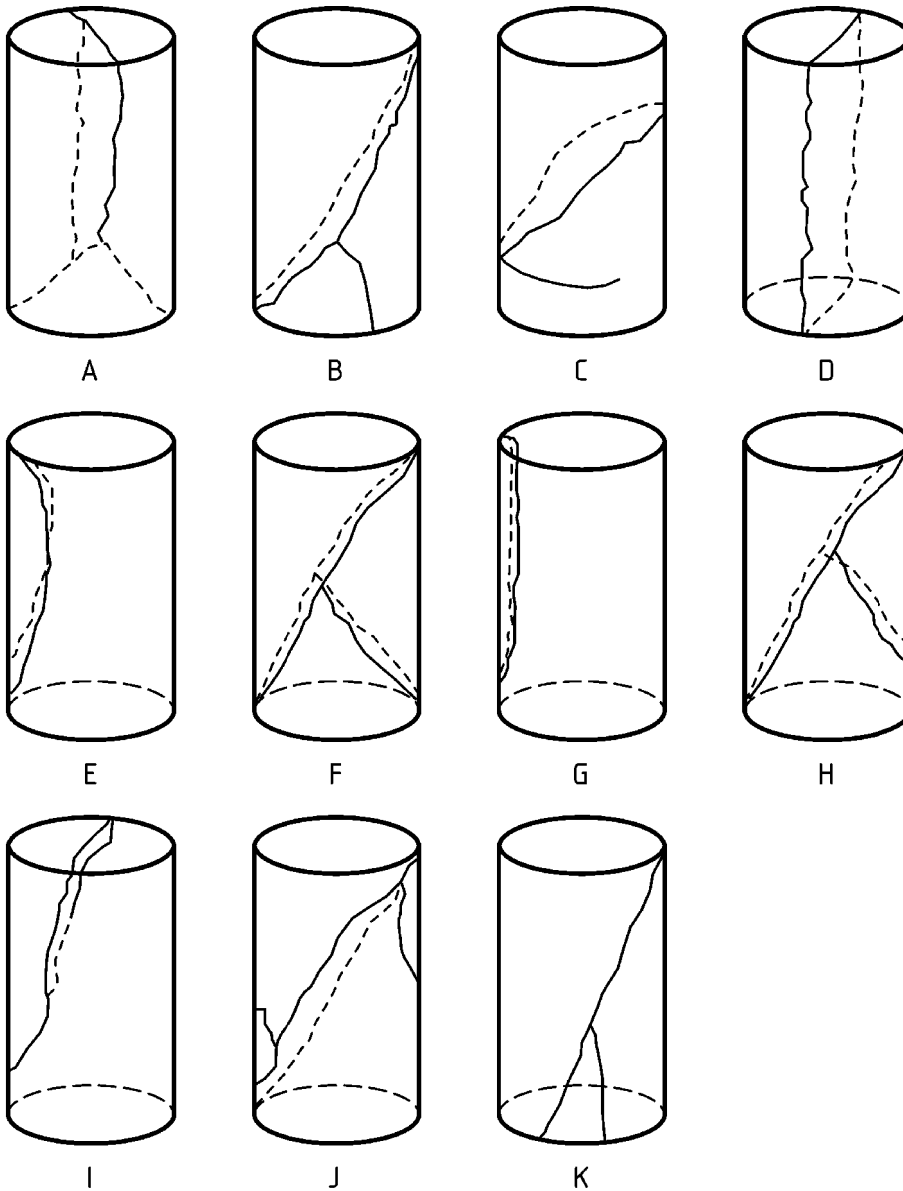


Figura 4 – Ejemplos de roturas no satisfactorias en probetas cilíndricas

## 9 PRECISIÓN

**Tabla 1 – Datos de precisión de los resultados de la medida de la resistencia a compresión del hormigón endurecido, expresada como un porcentaje de la media de las resistencias de dos cubos, cuya diferencia se compara con la repetibilidad ( $r$ ) o la reproducibilidad ( $R$ )**

Método de ensayo	Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
	$s_r$ %	$r$ %	$s_R$ %	$R$ %
Cubos de 100 mm	3,2	9,0	5,4	15,1
Cubos de 150 mm	3,2	9,0	4,7	13,2

NOTA 1 Los datos de precisión se determinaron como parte de un experimento llevado a cabo en 1987, en él se obtuvieron muchos datos de precisión para muchos de los ensayos descritos en la Norma BS 1881. 16 operarios trabajaron el experimento. Los hormigones se hicieron utilizando un cemento Portland ordinario y arena y áridos de 10 mm y 20 mm del valle del Támesis.

NOTA 2 La diferencia entre dos resultados de ensayo de la misma muestra por un operario utilizando los mismos aparatos y en el mínimo espacio de tiempo factible excederá el valor de la repetibilidad  $r$ , por regla general, no más de una vez por cada 20 casos en la normal y correcta operación del método.

NOTA 3 Los resultados de ensayo en la misma muestra, obtenidos en el mínimo espacio de tiempo por dos operarios cada cual utilizando sus propios aparatos, diferirá del valor de la reproducibilidad  $R$ , por regla general, no más de una vez cada 20 casos en una normal y correcta operación del método.

NOTA 4 Para mayor información sobre la precisión y para las definiciones de los términos estadísticos usados en relación con la precisión, véase la Norma ISO 5725-1.

**Tabla 2 – Datos de precisión de los resultados de la medida de la resistencia a compresión del hormigón endurecido, expresada como un porcentaje de la media de las resistencias de tres probetas cilíndricas, cuyas diferencias se comparan con la repetibilidad ( $r$ ) o la reproducibilidad ( $R$ )**

Método de ensayo	Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
	$s_r$ %	$r$ %	$s_R$ %	$R$ %
Cilindros (160 mm de diámetro, 320 mm de altura)	2,9	8,0	3,1	11,7

NOTA 1 Los datos de precisión se determinaron en Francia como parte de un ensayo Round Robin llevado a cabo en 1992. Están basados en los resultados obtenidos por 89 laboratorios que participaron en la prueba.

NOTA 2 Los hormigones se hicieron utilizando cemento CPA55 (CEMI), arena del Sena y árido de 20 mm. El valor medio fue de 38,87 MPa.

NOTA 3 Los datos de precisión solamente incluyen el procedimiento de ensayo para la resistencia a compresión.

## ANEXO A (Normativo)

## AJUSTE DE LAS PROBETAS DE ENSAYO

**A.1 General**

Cuando sea necesario reducir las dimensiones de la probeta, deben rectificarse o serrarse.

Las superficies destinadas a recibir la carga, deben ser preparadas por pulido o por refrentado (véase la tabla A.1).

**Tabla A.1 – Limitaciones en los métodos de ajuste**

Método	Restricción basada en la medida (prevista) de la resistencia
Pulido	ilimitado
Mortero de cemento de aluminato de calcio (aluminoso)	hasta aproximadamente 50 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Mezcla de azufre	hasta aproximadamente 50 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Refrentador (caja de arena)	ilimitado

En caso de disputa, el método de referencia será el del pulido.

NOTA Se pueden emplear otros métodos de ajuste, si son previamente validados contra el método del pulido.

**A.2 Pulido**

Las probetas curadas en agua deben sacarse de la misma para el pulido durante menos de 1 h, y deben volverse a introducir en agua durante al menos una hora antes de volver a pulirlas o a ensayarlas.

**A.3 Refrentado (utilizando cemento de aluminato de calcio)**

Antes de refrentar, se debe comprobar que la superficie de la probeta a refrentar esta húmeda, limpia y que todas las partículas sueltas han sido eliminadas.

El refrentado debe ser tan fino como sea posible y no debe tener más de 5 mm de grosor, aunque pueden permitirse pequeñas desviaciones locales.

El material de refrentar debería consistir en un mortero compuesto de tres partes en peso de cemento de aluminato de calcio y una parte en peso de arena fina (la mayor parte de la cual pase por el tamiz de malla de alambre de 300 µm, ISO 3310-1).

Se pueden usar otros cementos que cumplan con la Norma EN 197-1 si se tiene la certeza de que a la hora del ensayo el mortero tiene al menos la misma resistencia que el hormigón.

Se coloca la probeta con un extremo sobre un plato metálico horizontal. Se sujeta rígidamente al extremo superior de la probeta a refrentar un collarín de acero de dimensiones correctas, que tenga el borde superior mecanizado, de manera que el borde superior sea horizontal y sobrepase la posición más alta de la superficie de hormigón

Se llena el collarín con el material de refrentado hasta que forme una superficie convexa sobre el borde del collarín. Se presiona con un plato de refrentado de cristal, que esté revestido con una fina capa de aceite desmoldante, hacia abajo sobre el material de refrentado con un movimiento rotatorio hasta que haga un completo contacto con el borde del collarín.

Inmediatamente se coloca la probeta con collarín y plato en posición en un ambiente con aire húmedo que tenga  $\geq 95\%$  de humedad relativa y a una temperatura de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . El plato y el collarín deben retirarse cuando el mortero está lo suficientemente endurecido para poder ser manejado sin deteriorarlo.

NOTA En el momento del ensayo, el refrentado debería ser al menos tan resistente como la probeta de hormigón.

#### A.4 Refrentado. Método del mortero de azufre

Antes de refrentar, la superficie de la probeta debe estar seca, limpia y deben retirarse toda clase de partículas sueltas.

El refrentado debe ser tan fino como sea posible y no debería tener más de 5 mm de grosor, aunque pueden permitirse pequeñas desviaciones locales.

Pueden aceptarse mezclas comercializadas de azufre para refrentar que sean adecuadas. Alternativamente, el material de refrentado puede consistir de una mezcla compuesta en partes iguales en peso de azufre y arena silícea fina (la mayor parte que pase por el tamiz de  $250 \mu\text{m}$  y que sea retenida por el tamiz de  $125 \mu\text{m}$  conforme a la Norma ISO 3310-1). Puede añadirse una pequeña proporción de negro de humo, de hasta el 2%.

La mezcla debe calentarse a la temperatura recomendada por el suministrador o a una temperatura tal, que mientras se remueve continuamente, se alcance la consistencia requerida.

La mezcla se remueve continuamente para asegurar su homogeneidad y para impedir que se formen sedimentos en el fondo del recipiente de fundir.

NOTA 1 Si las operaciones de refrentado se llevan a cabo repetidamente, es aconsejable usar dos recipientes para fundir controlados termostáticamente.

NOTA 2 El nivel de mezcla en el recipiente de fundir nunca debería dejarse demasiado bajo, pues con ello se incrementa la producción de vapores sulfurosos y el peligro de ignición.

**ATENCIÓN: Un sistema extractor de humos debería funcionar durante todo el proceso de fundido para asegurar la completa extracción de los vapores de azufre, que son más pesados que el aire. Se debería tener cuidado de que la temperatura de la mezcla se mantiene entre los límites especificados, para reducir los riesgos de polución.**

Se baja un extremo de la probeta, mantenida verticalmente, hasta apoyar en el plato horizontal que contenga la mezcla de azufre fundida. Se deja que la mezcla se endurezca antes de repetir el procedimiento con el otro extremo. Se utiliza un equipo de refrentado que asegure que las dos caras refrentadas estén paralelas y se utiliza aceite mineral como desmoldante de los platos

NOTA 3 Puede ser necesario recortar el material de refrentado sobrante de los bordes de la probeta.

Se debe inspeccionar la probeta para asegurarse de que el material de refrentado se ha adherido perfectamente a ambas caras de la misma. Si la capa de refrentado suena a hueco, debe eliminarse y refrentarse de nuevo.

El ensayo de compresión no debe efectuarse hasta que hayan transcurrido al menos 30 min desde la operación de refrentado.

## **A.5 Refrentado. Método de la caja de arena. Uso de cajas de arena para el refrentado de probetas cilíndricas**

### **A.5.1 Preparación**

Este método se muestra en la figura A.1.

Antes de refrentar, se comprueba que la superficie de la probeta a refrentar está limpia y que todas las partículas sueltas han sido retiradas.

La arena a usar debe ser fina y silícea, y cuya mayor parte pase por el tamiz de malla de alambre de 250  $\mu\text{m}$  y que sea retenida por el tamiz de 125  $\mu\text{m}$ , conforme a la Norma ISO 3310-1.

### **A.5.2 Aparatos**

**A.5.2.1 Cajas de acero;** que cumplan con la forma y las dimensiones que se muestran en la figura A.2.

- el acero debe tener un límite elástico de al menos 900 MPa ( $\text{N}/\text{mm}^2$ );
- la tolerancia en las dimensiones debe ser de 0,1 mm;
- cada caja ha de estar provista de una abertura para conectar un compresor y la abertura ha de estar provista de un sistema para cerrarla durante la colocación y el ensayo.

**A.5.2.2 Marco de colocación,** (figura A.3) consistente en:

- un sistema de guía capaz de asegurar que la tolerancia de la perpendicularidad de la generatriz de la probeta y la superficie de contacto de la caja en el marco sea de 0,5 mm y capaz de asegurar que la tolerancia de coaxialidad de cada caja y la probeta sea de 0,5 mm;
- dos topes para centrar la caja, solidario con el plano horizontal del marco;
- un sistema para asegurar la caja de arena contra los topes;
- un sistema para sujetar la probeta contra la guía de la probeta;
- un vibrador montado bajo el plano horizontal del marco y solidario con él, que sirve para asegurar la distribución homogénea y la compactación de la arena en las cajas;
- un conjunto, aislado para no transmitir la vibración al soporte y capaz de asegurar la correcta colocación relativa entre la probeta y las dos cajas.

**A.5.2.3 Sistema de aire comprimido,** para aflojar las cajas.

**A.5.2.4 Frasco,** para contener la cera de parafina.

**A.5.2.5 Plato caliente,** controlado termostáticamente para fundir la cera de parafina a la temperatura de  $(110 \pm 10)$  °C.

**A.5.2.6 Recipiente calibrado,** para medir un volumen de arena correspondiente a la altura de  $(10 \pm 2)$  mm en la caja de arena.

**A.5.2.7 Cera de parafina,** con una temperatura de fusión de  $(60 \pm 10)$  °C.



### A.5.3 Procedimiento

Se instala el marco de colocación en una superficie de trabajo horizontal. Una de las cajas de arena debe colocarse en el marco y bloquearse en esta posición. Se vierte el volumen requerido de arena, sin derramarla, en el centro de la caja. Después de limpiar con un trapo las caras de carga, la probeta se pone en el montón de arena y se sujeta en su posición.

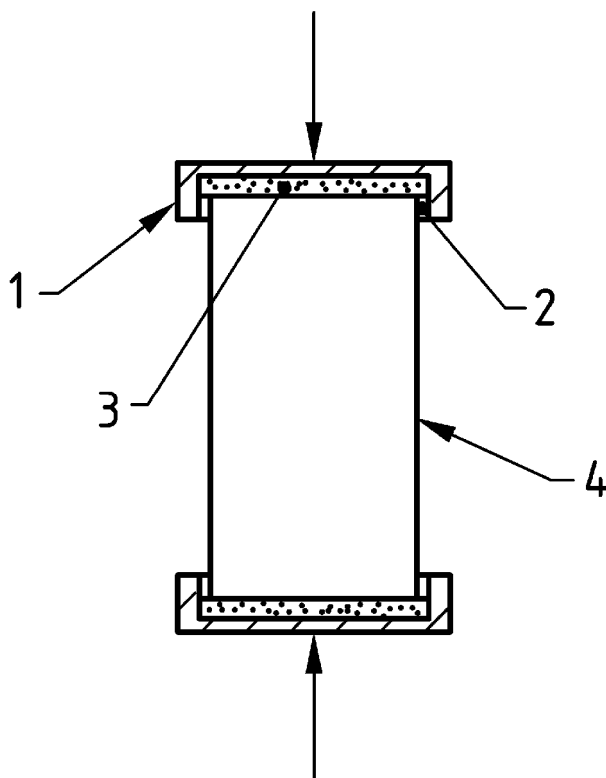
Se hace funcionar el vibrador durante  $(20 \pm 5)$  s asegurándose de que los rodillos guía soportan correctamente la probeta.

Se vierte la cera de parafina hasta el borde de la caja y se deja endurecer. Se libera la probeta y se gira sobre la otra cara. Se repiten las operaciones con la segunda caja.

Cuando se transporte la probeta, se sujeta apoyada en la caja inferior.

Después de acabado el ensayo de compresión, se separan las dos cajas de los restos de la probeta metiendo aire a través de las aberturas previstas a tal efecto.

**ATENCIÓN:** Se recomienda que se construya una tapa que tenga un agujero ovoide y se coloque sobre una tolva llena de grava. Con la caja cara hacia abajo, el borde de la caja debería ponerse en el filo de la abertura, usando una mano para sostener la caja mientras la otra manipula el soplador de aire. El agujero de forma ovoide debe tener el tamaño necesario para asegurar la correcta posición del borde de la caja, en las raras ocasiones en las que la probeta no se rompe completamente y las dos cajas se quedan en cada uno de los extremos de la probeta. La disposición de los agujeros debe de ser tal que limite la producción de polvo.

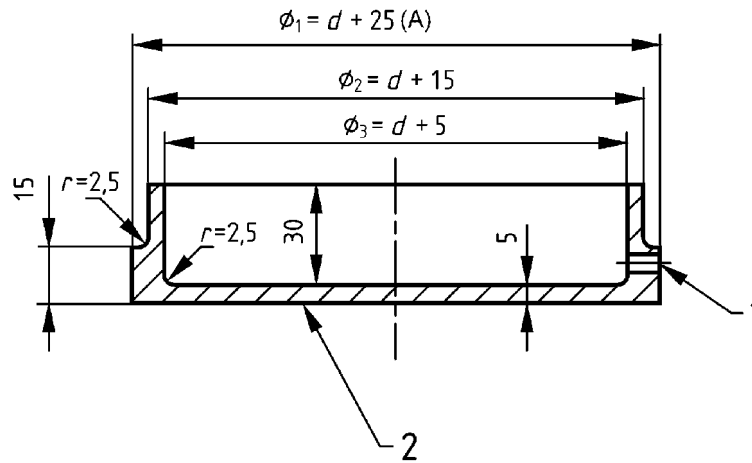


#### Leyenda

- 1 Caja
- 2 Parafina
- 3 Arena
- 4 Probeta

Figura A.1 – Refrentado: Método de la caja de arena

Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Abertura para despegar el refrentador
- 2 Superficie en contacto con el plato (planeidad de 0,001 d)

- A mínimo
- d diámetro normalizado de la probeta

Figura A.2 – Detalle de la caja de arena

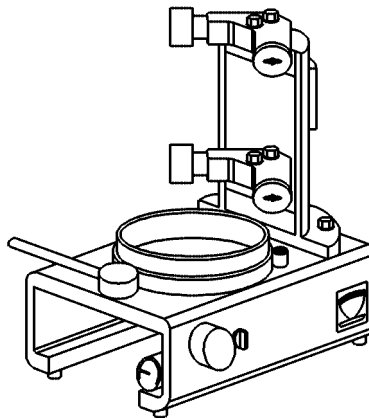


Figura A.3 – Marco de posicionamiento

## ANEXO B (Normativo)

### PROCEDIMIENTO PARA ENSAYAR PROBETAS CON DIMENSIONES QUE ESTÁN FUERA DE LAS TOLERANCIAS DE LAS DIMENSIONES NORMALIZADAS EN LA NORMA EN 12390-1

#### B.1 Fundamento

Antes de realizar en ensayo de compresión, se miden las dimensiones de la probeta en varias posiciones y se calculan los valores medios. Se calcula el área de la sección transversal de las caras que reciben la carga. La probeta se ensaya de acuerdo con el apartado 6, excepto los requisitos adicionales existentes relativos a los platos de la máquina de ensayo, bloques o espaciadores auxiliares.

#### B.2 Aparatos

Calibres o reglas: capaces de medir las dimensiones de las probetas con una exactitud del 0,5% de la dimensión,

#### B.3 Procedimiento

##### B.3.1 Cubos

**B.3.1.1** Se realizan las medidas de las dimensiones en cada una de las direcciones ortogonales (x, y, z), según las líneas indicadas en las figuras B.1 y B.2 con una exactitud del 0,5% de las dimensiones. Si cualquier dimensión es mayor que, o menor que, el 3% del tamaño normalizado, la probeta se rechaza o se ajusta (anexo A).

**B.3.1.2** Se calculan los valores medios ( $x_m, y_m$ ) de las seis medidas realizadas en cada dirección de las caras de carga y se expresan con una aproximación de 1 mm.

**B.3.1.3** Se calcula el área de la cara de carga del cubo,  $A_c = x_m \cdot y_m$  y se expresa con una aproximación de 1 mm<sup>2</sup>.

##### B.3.2 Cilindros o testigos

**B.3.2.1** Se realizan tres medidas del diámetro, con una exactitud del 0,5% de la dimensión, en cada extremo del cilindro o testigo, en posiciones separadas entre sí aproximadamente 60° (véase la figura B.3). Se mide la altura del cilindro o testigo, con una exactitud del 0,5% de la dimensión, en tres posiciones aproximadamente a 120° cada una de otra (véase la figura B.4). Si cualquier dimensión es mayor o menor del 3% del tamaño normalizado, la probeta se rechaza o se ajusta (anexo A).

**B.3.2.2** Se calcula el diámetro medio,  $d_m$ , de las caras de carga del cilindro o testigo a partir de las seis medidas, y se expresa con una aproximación de 1 mm.

**B.3.2.3** Se calcula el área de la cara de carga del cilindro o testigo,  $A_c = \pi \cdot d_m^2/4$ , y se expresa con una aproximación de 1 mm<sup>2</sup>.

##### B.3.3 Ensayo de la resistencia a compresión

Las probetas se ensayan de acuerdo con el capítulo 6, salvo que las dimensiones de los platos de la máquina de ensayo, platos auxiliares o bloques espaciadores deben ser mayores o iguales a las dimensiones de las caras de las probetas en contacto con ellos.

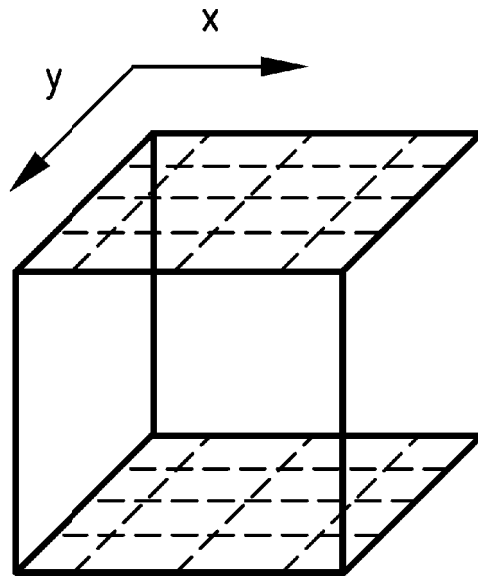


Figura B.1 – Líneas de puntos que muestran las posiciones de medida para las caras de carga en los cubos

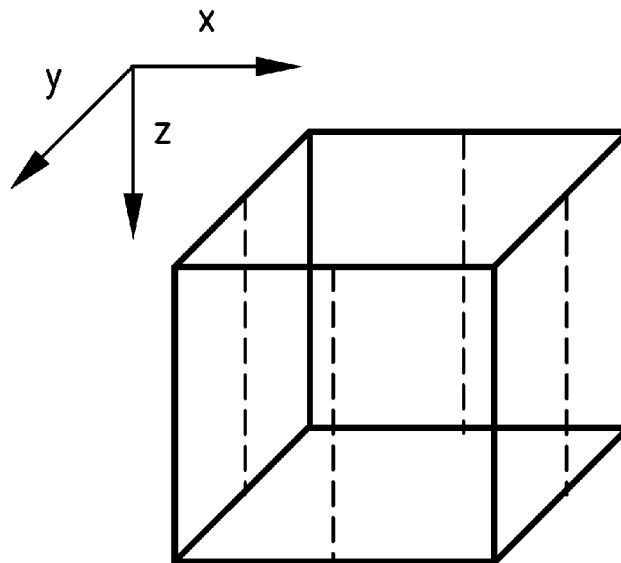
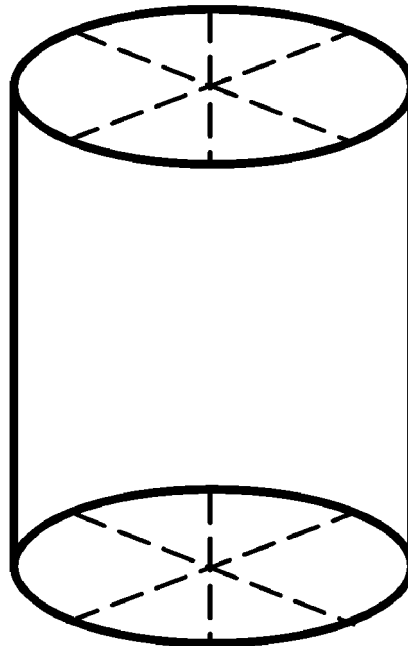
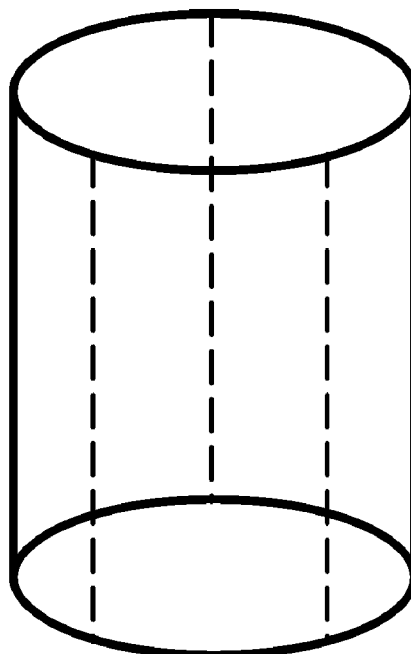


Figura B.2 – Líneas de puntos que muestran las posiciones de medida para las caras que no son de carga en los cubos



**Figura B.3 – Líneas de puntos que muestran las posiciones de medida para las caras de un cilindro**



**Figura B.4 – Líneas de puntos que muestran las posiciones de medida para la altura de un cilindro**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 1: General principles and definitions.*
- [2] Series BS 1881, *Testing concrete.*



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032



Diciembre 2011

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas**

*Testing hardened concrete. Part 3: Compressive strength of test specimens.*

*Essais pour béton durci. Partie 3: Résistance à la compression des éprouvettes.*

### CORRESPONDENCIA

Este erratum es la versión oficial, en español, del Erratum Europeo EN 12390-3:2009/AC que ha sido aprobado con fecha 2011-08-31.

### OBSERVACIONES

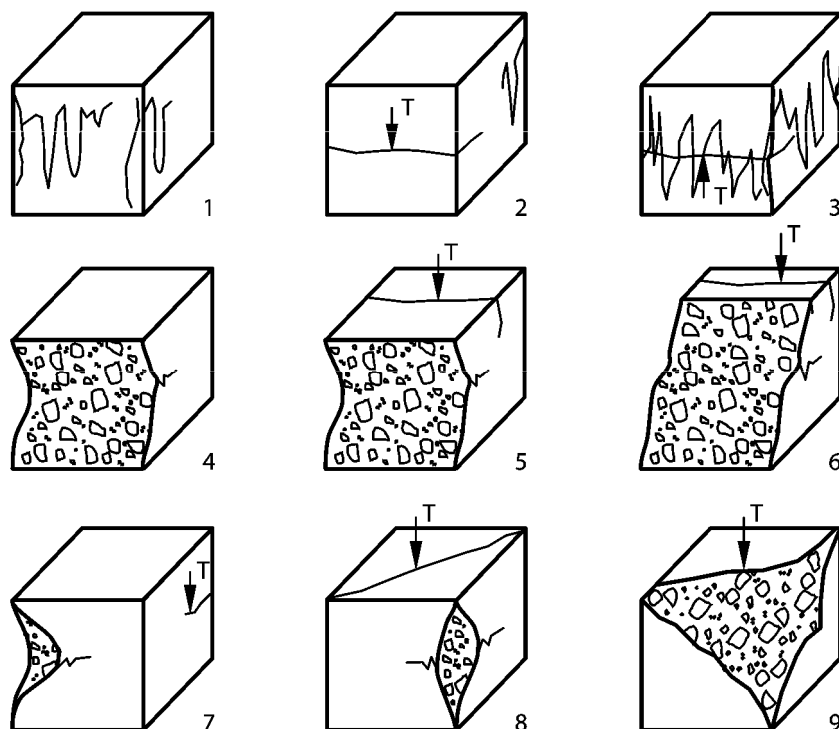
Este erratum modifica a la Norma UNE-EN 12390-3:2009.

### ANTECEDENTES

Este erratum ha sido elaborado por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

**1 MODIFICACIÓN AL CAPÍTULO 8 "INFORME DEL ENSAYO"**

Se sustituye la figura 2 por la siguiente:



**2 MODIFICACIÓN AL CAPÍTULO 9 "PRECISIÓN"**

Se sustituye la tabla 2 por la siguiente:

**Tabla 2 – Datos de precisión de los resultados de la medida de la resistencia a compresión del hormigón endurecido, expresada como un porcentaje de la media de las resistencias de tres probetas cilíndricas, cuyas diferencias se comparan con la repetibilidad (*r*) o la reproducibilidad (*R*)**

Método de ensayo	Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
	<i>s<sub>r</sub></i> %	<i>r</i> %	<i>s<sub>R</sub></i> %	<i>R</i> %
Cilindros (160 mm de diámetro, 320 mm de altura)	2,9	8,0	4,1	11,7
NOTA 1 Los datos de precisión se determinaron en Francia como parte de un ensayo Round Robin llevado a cabo en 1992. Están basados en los resultados obtenidos por 89 laboratorios que participaron en la prueba.				
NOTA 2 Los hormigones se hicieron utilizando cemento CPA55 (CEMI), arena del Sena y árido de 20 mm. El valor medio fue de 38,87 MPa.				
NOTA 3 Los datos de precisión solamente incluyen el procedimiento de ensayo para la resistencia a compresión.				

Enero 2001

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 4: Resistencia a compresión**

**Características de las máquinas de ensayo**

*Testing hardened concrete. Part 4: Compressive strength. Specification for testing machines.*

*Essais pour béton durci. Partie 4: Résistance en compression. Caractéristiques des machines d'essai.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12390-4 de abril 2000.

### OBSERVACIONES

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.



ICS 91.100.30

Versión en español

**Ensayos de hormigón endurecido**  
**Parte 4: Resistencia a compresión**  
**Características de las máquinas de ensayo**

**Testing hardened concrete. Part 4:**  
**Compressive strength. Specification for**  
**testing machines.**

**Essais pour béton durci. Partie 4:**  
**Résistance en compression.**  
**Caractéristiques des machines d'essai.**

**Prüfung von Festbeton. Teil 4:**  
**Bestimmung der Druckfestigkeit.**  
**Anforderungen an Prüfmaschinen.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 1999-11-01. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

© 2000 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA .....</b>	<b>6</b>
<b>3 DEFINICIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>4 CONSTRUCCIÓN DE LAS MÁQUINAS .....</b>	<b>7</b>
<b>5 CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA.....</b>	<b>10</b>
<b>6 CARACTERÍSTICAS SUMINISTRADAS POR EL SUMINISTRADOR/FABRICANTE.....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO A (Normativo) DISPOSITIVO DE BANDAS EXTENSOMÉTRICAS Y PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN PARA MÁQUINAS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO B (Normativo) PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE LA CARGA.....</b>	<b>15</b>

## ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 “Hormigón (comportamiento, fabricación, puesta en obra y criterios de conformidad)”, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de octubre de 2000, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de diciembre de 2003.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los organismos de normalización de los siguientes países están obligados a adoptar esta norma europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

Esta norma pertenece a una serie de normas que están relacionadas con los ensayos del hormigón.

Durante la década de los 80 varios países consideraron necesario introducir normas que especificasen con más detalle los requerimientos de las máquinas de ensayo a compresión de las probetas de hormigón. Esta norma ha sido escrita como continuación de esta iniciativa y para salvar la presente ausencia de una norma europea.

Un borrador de esta norma fue publicado en 1996 para encuesta CEN como prEN 12390. Pertenecía a una serie de normas destinadas al ensayo del hormigón fresco u hormigón endurecido que se numeraron individualmente. Ahora por conveniencia se ha decidido combinar estos proyectos de normas individuales en tres nuevas normas con partes independientes para cada método de ensayo, como se indica a continuación:

- Ensayos de hormigón fresco (EN 12350).
- Ensayos de hormigón endurecido (EN 12390).
- Ensayos del hormigón en estructuras (EN 12504).

Esta serie EN 12350 incluye las partes siguientes, dándose entre paréntesis los números bajo los que estos métodos de ensayo se publicaron para encuesta CEN:

- Parte 1: Forma, dimensiones y otros requisitos para probetas y moldes (anteriormente prEN 12356:1996).
- Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia (anteriormente prEN 12379:1996).
- Parte 3: Resistencia a compresión de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12394:1996).
- Parte 4: Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo (anteriormente prEN 12390:1996).
- Parte 5: Resistencia a flexión de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12359:1996).
- Parte 6: Rotura por tracción indirecta de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12362:1996).
- Parte 7: Densidad del hormigón endurecido (anteriormente prEN 12363:1996).
- Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión (anteriormente prEN 12364:1996).

Generalmente se reconocen tres clases de máquinas de ensayo, correspondientes a las precisiones de escala del 1%, 2%, y 3%. Es evidente que estas clases de precisión tienen una influencia directa sobre la precisión del ensayo y que es competencia de cada país decidir si limita el rango de las máquinas de ensayo, por ejemplo 1% y 2%.

La exigencia de esta norma en cuanto a la forma de transmitir la carga es también importante, en relación a la influencia sobre el resultado de la resistencia a compresión medida. Sin embargo, este requisito puede ser muy difícil de cumplir en algunas máquinas antiguas.

Las especificaciones de las máquinas de ensayo, relacionadas en esta norma, han sido establecidas para satisfacer las exigencias de los ensayos a compresión de probetas de hormigón que están especificadas en la Norma Europea EN 206. Las máquinas que cumplan esta norma pueden ser útiles para otros usos, pero esta necesidad será cuidadosamente considerada en base a ensayos individuales. Se debe de tener especial cuidado antes de utilizar con probetas pequeñas las máquinas que cumplan esta norma en ensayos de compresión, como por ejemplo con dimensiones laterales significativamente inferiores a 100 mm en probetas cúbicas o diámetros inferiores a 100 mm en probetas cilíndricas. El punto más importante es que el asiento a rótula del plato superior pueda ser demasiado grande para alinearse satisfactoriamente sobre las caras de contacto de probetas pequeñas, pudiendo requerirse adaptaciones especiales. Otro aspecto importante es la capacidad para determinar de forma precisa la carga de rotura en probetas pequeñas o de baja resistencia.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica los criterios para el funcionamiento de las máquinas de ensayo a compresión para el ensayo de la resistencia a compresión del hormigón.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN ISO 7500-1:1999 – *Materiales metálicos. Calibración de máquinas de ensayo estáticas uniaxiales. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión; calibración y calibración del sistema de medida de fuerza.* (ISO 7500-1: 1999)

EN 10002-3 – *Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 3: Calibración de los sistemas de prueba de la fuerza para la calibración de máquinas de ensayo uniaxiales.*

EN 12390-1: 1999 – *Ensayos del hormigón endurecido. Parte 1: Forma, dimensiones y otros requisitos para probetas y moldes.*

ISO 6507-1 – *Materiales metálicos. Ensayo de dureza Vickers. Parte 1: Método de ensayo.*

ISO 4287:1997 – *Especificaciones geométricas de los productos (GPS). Rugosidad de la superficie: Método del perfil. Términos, definiciones y parámetros de la rugosidad de la superficie.*

## 3 DEFINICIONES

Para el objeto de esta norma europea se aplican las siguientes definiciones:

**3.1 platos auxiliares:** Platos independientes utilizados para proteger los platos de la máquina, generalmente de un tamaño igual a la dimensión diseñada de la probeta a ensayar.

**3.2 área de contacto:** La parte del plato que está en contacto con la probeta.

**3.3 carga indicada:** La carga indicada en la escala de lectura de la máquina o visor.

**3.4 escala de carga:** El rango total de carga, desde cero al máximo, mostrada en la máquina.

**3.5 platos de la máquina:** Plato inferior y plato superior con asiento a rótula centrados ambos en el eje vertical central de la máquina.

**3.6 rango de medida:** Aquella parte de la escala de carga que satisface las exigencias de precisión especificadas en esta norma europea.

### 3.7 Error relativo de exactitud

**3.7.1 carga real:** La diferencia entre el valor medio de la carga indicada y la carga real expresada como un porcentaje de la carga real.



**3.7.2 carga indicada:** La diferencia entre el valor medio de la carga real y la carga indicada expresada como un porcentaje de la carga indicada.

### **3.8 Error relativo de repetibilidad:**

**3.8.1 carga real:** La mayor diferencia entre los valores de la carga indicada correspondientes a aplicaciones repetidas de una carga real expresada como un porcentaje del valor de la carga real.

**3.8.2 carga indicada:** La mayor diferencia entre los valores de la carga real correspondientes a aplicaciones repetidas de una carga indicada expresada como un porcentaje del valor de la carga indicada.

**3.9 resolución de la carga:** El menor incremento de carga que puede ser apreciado, estimado o leído sobre cualquier escala de lectura de la máquina (véase anexo B).

**3.10 bloques espaciadores:** Bloques metálicos usados para ajustar el espacio vertical de ensayo disponible.

**3.11 carga real:** La carga indicada por el transductor de carga utilizado para la calibración de la máquina.

## **4 CONSTRUCCIÓN DE LAS MÁQUINAS**

### **4.1 Platos de la máquina, platos auxiliares y bloques espaciadores**

NOTA 1 – El uso de platos auxiliares es opcional.

**4.1.1** Los platos de la máquina y los platos auxiliares estarán fabricados con un material que no se deforme irreversiblemente cuando se utilice la máquina.

**4.1.2** Los platos de la máquina y los platos auxiliares, ensayados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 6507-1, tendrán un valor de dureza de al menos 550 HV 30 (HRC 53).

**4.1.3** La tolerancia de la falta de planeidad, de las superficies de contacto de los platos de la máquina y de los platos auxiliares con la probeta será de 0,03 mm.

NOTA 2 – Para el objeto de esta norma europea, la planeidad se puede estimar mediante la medida de la rectitud en cuatro posiciones (véase el anexo B del proyecto de Norma Europea prEN 12390-1:1999).

**4.1.4** El valor de la rugosidad ( $R_a$ ) de la superficie de contacto de los platos de la máquina y de los platos auxiliares tendrá un valor comprendido entre 0,4  $\mu\text{m}$  a 3,2  $\mu\text{m}$ , cuando se determine de acuerdo con la Norma Internacional ISO/R468, para el área de contacto con la probeta.

**4.1.5** El área de los platos de la máquina en contacto con la probeta tendrá al menos el área de la probeta a ensayar.

**4.1.6** La distancia entre cada par de bordes laterales opuestos de un plato auxiliar cuadrado, o el diámetro del plato auxiliar circular, no será menor que el definido por la dimensión de la probeta.

**4.1.7** Las dos caras de contacto de los platos auxiliares serán paralelas con una tolerancia de 0,05 mm.

**4.1.8** Los platos auxiliares tendrán como mínimo un espesor de 23 mm.

**4.1.9** Si se requiere reducir la distancia entre los platos de la máquina, se pueden utilizar hasta cuatro bloques espaciadores.

**4.1.10** Los bloques espaciadores pueden ser de sección circular o cuadrada, y deben estar adecuadamente apoyados en la cara inferior.

NOTA 3 – Para los bloques espaciadores se recomienda un diámetro o una longitud de lado mínimo de 200 mm.

**4.1.11** Los bloques espaciadores cumplirán con la tolerancia de planeidad y paralelismo exigidas para los platos auxiliares (véanse los apartados 4.1.3 y 4.1.7).

**4.1.12** Los bloques espaciadores no estarán en contacto con la superficie de apoyo de las probetas.

**4.1.13** Los bloques espaciadores estarán correctamente colocados, centrados en el eje vertical de la máquina.

## 4.2 Medida de la carga

**4.2.1 Indicador de la carga.** La máquina estará provista de:

- escala o display digital que permita la lectura de la carga con la exactitud requerida (véase el apartado B1.2);
- un sistema que permita mantener la carga máxima alcanzada para ser leída después de terminado el ensayo, antes de que se ponga a cero;
- un sistema de lectura que pueda ser leído desde la posición de trabajo.

El valor más bajo verificable (véase el apartado B1.4) de cada escala de medida será menor o igual al 20% del valor máximo del rango. Si la máquina está equipada con varias escalas ésta exigencia se aplicará al rango de cada una.

El sistema de indicación de carga de la máquina no se verá afectado por la rotura con explosión de una probeta.

**4.2.2 Calibración del indicador de carga.** Los indicadores de carga serán verificados y deberán cumplir con los requisitos correspondientes de la tabla 1 para la clase de la máquina de ensayo.

**Tabla 1**  
**Tolerancias de la escala de carga**

Clase de máquina	Error relativo de exactitud % <sup>2)</sup>	Error relativo de repetibilidad % <sup>2)</sup>	Error relativo de cero (% final de escala) % <sup>2)</sup>	Resolución de la máquina <sup>1)</sup> % <sup>2)</sup>
1	± 1,0	1,0	± 0,2	0,5
2	± 2,0	2,0	± 0,4	1,0
3	± 3,0	3,0	± 0,6	1,5

1) Véase la definición en el apartado 5.3 de la Norma Europea EN 10002-2:1998.

2) Los porcentajes tabulados son los valores máximos permitidos para las clases de máquinas relacionadas.

**4.2.3 Repetibilidad del indicador de carga:** Los requisitos de la tabla 1, asociados a la clase de la máquina, se aplicarán a cada escala de medida.

**4.2.4 Exactitud del indicador de carga.** La exactitud del indicador de carga será mantenida bajo algunas o todas de las siguientes circunstancias:

- fluctuación del voltaje principal de -14 % hasta el +10%;
- a una temperatura de (20 ± 10) °C;
- a una humedad relativa de hasta el 80%.

NOTA – Cuando existan interferencias eléctricas o de otro tipo, que puedan afectar a la exactitud del indicador de carga, podrá ser necesario proveer alguna medida que minimice estas interferencias.

**4.2.5 Desviación en la linealidad.** Si la salida en corriente continua es proporcional a la carga indicada, la desviación de la linealidad del voltaje de salida -expresado como un porcentaje del voltaje máximo de salida- no excederá los valores indicados en la tabla 2.

**Tabla 2**  
**Desviación de la linealidad del voltaje de salida**

<b>Desviación máxima permisible de la linealidad en función del máximo voltaje de salida</b>	
<b>Clase de máquina</b>	<b>%</b>
1	$\pm 0,1$
2	$\pm 0,2$
3	$\pm 0,3$

### 4.3 Control de la carga

**4.3.1** La máquina de ensayos a compresión estará provista de un sistema de control. El sistema de control permitirá que la máquina pueda verificarse, permitiendo también que se le aplique la carga de modo uniforme y sin fluctuaciones. También permitirá la aplicación de las cargas a las velocidades constantes prescritas.

**4.3.2** El sistema de control podrá gobernarse bien de forma manual o de forma automática.

**4.3.3** Si la máquina no esta equipada con un sistema de aplicación automática de la carga, se instalará un cadenciómetro que permita al operador mantener la velocidad de carga especificada. El cadenciómetro indicará la velocidad dentro del  $\pm 5\%$  de la velocidad especificada.

### 4.4 Transmisión de la carga

**4.4.1** Al menos que las especificaciones nacionales digan otra cosa, los requisitos de los apartados 4.4.5 al 4.4.8 sólo se aplicarán a máquinas nuevas suministradas con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta norma europea.

**4.4.2** El plato superior incorporará un asiento a rótula. El plato superior y el asiento a rótula podrán construirse separadamente o en una sola pieza.

**4.4.3** En la etapa de diseño, el fabricante deberá asegurarse de que el centro de rotación del asiento a rotula coincida con el centro del área de contacto del plato de la máquina, y que permita una rotación de al menos tres grados.

**4.4.4** Al comienzo de un ensayo, el plato superior se autoalineará con la cara de la probeta, o de un plato auxiliar, cuando se realice el contacto inicial, antes de quedar bloqueado en esta posición hasta el final del ensayo.

**4.4.5** El diseño deberá asegurar que se cumplen las especificaciones de la tabla 3.

**4.4.6** La carga transmitida será evaluada por medio del dispositivo de comprobación con bandas extensométricas tal y como se describe en el anexo A o por un dispositivo equivalente.

**4.4.7** La máquina se deberá diseñar de forma tal que se puedan utilizar los dispositivos descritos en los anexos A y B, o similares, para verificar:

- precisión de la indicación de carga;
- autoalineación del plato superior de la máquina;
- alineación de las partes que componen la máquina;
- limitación del movimiento del plato superior.

**4.4.8** Cuando se hagan las pruebas de acuerdo con el anexo A, o método equivalente, la máquina cumplirá con los requisitos que se definen en la tabla 3.

**Tabla 3**  
**Valores máximos permisibles para el coeficiente medio de deformación, la diferencia mayor en el coeficiente de deformación y el coeficiente de deformación por mm de desplazamiento**

Carga kN	Autoalineación del plato superior de la máquina	Alineación de las partes que componen la máquina	Bloqueo del movimiento del plato superior
	Diferencias máximas permisibles en el coeficiente de deformación	Máximo permisible en el coeficiente medio de deformación	Máximo permisible en el coeficiente de deformación por mm de desplazamiento
200	0,10	$\pm 0,10$	0,06
2 000	N/A	N/A	0,04

NOTA – La carga máxima (aplicada solamente en la comprobación del bloqueo del plato superior) será el valor menor entre la máxima capacidad de la máquina y 2 000 kN.

#### 4.5 Colocación de las probetas

**4.5.1** Para asegurar un correcto posicionamiento de la probeta en relación a los ejes de carga, el plato inferior estará provisto con unas marcas que ayuden al centrado, o dispositivos que sirvan para centrar las probetas.

**4.5.2** Si se utiliza un posicionador físico para colocar las probetas o unos platos auxiliares, éstos no restringirán la deformación de las probetas durante el ensayo.

**4.5.3** Las marcas de centrado, si las tuviese, no serán de más de 0,5 mm de ancho y no más de 1,0 mm de profundidad.

## 5 CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA

### 5.1 Características a evaluar

Para un examen del correcto funcionamiento de una máquina de ensayos hay que calibrar:

- la exactitud de la indicación de carga;
- la transmisión de la carga (estabilidad); (sólo para las máquinas nuevas, a no ser que las especificaciones nacionales digan otra cosa);
- planeidad de los platos;
- control de la velocidad de aplicación de la carga.

### 5.2 Frecuencia de la calibración

La calibración requerida en el apartado 5.1 se realizará en una primera instalación de la máquina.

La recalibración de la máquina se realizará de acuerdo a lo estipulado por un sistema de acreditación de calidad o anualmente y después de:

- un cambio de situación de la máquina;
- una reparación ó sustitución de cualquier parte de la máquina que pueda afectar a las características verificadas en el apartado 5.1.

## **6 CARACTERÍSTICAS SUMINISTRADAS POR EL SUMINISTRADOR/FABRICANTE**

### **6.1 Especificaciones**

El suministrador/fabricante indicara como mínimo las siguientes características en las especificaciones de la máquina de ensayos:

- a) clase de la máquina de ensayos de acuerdo a esta norma europea;
- b) resolución (o resoluciones);
- c) escala de medida (o escalas);
- d) descripción del indicador de medida;
- e) dimensiones de los platos;
- f) dimensiones de los platos auxiliares (si procede);
- g) altura mínima y máxima entre platos, y acceso lateral máximo;
- h) carrera máxima del pistón;
- i) descripción del indicador de carga máxima (por ejemplo, indicador de arrastre, detector del valor máximo).

### **6.2 Instalación y conexión**

El suministrador/fabricante deberá suministrar como mínimo los siguientes detalles relativos a la instalación y conexión:

- a) dimensiones de la máquina de ensayos;
- b) peso de la máquina de ensayos;
- c) planos de la cimentación, si procede;
- d) detalles de las especificaciones eléctricas;
- e) instrucciones detalladas del funcionamiento.

### **6.3 Mantenimiento**

El suministrador/fabricante deberá suministrar como mínimo los siguientes aspectos relativos al mantenimiento:

- a) programa de mantenimiento, incluyendo las exigencias para el asiento a rótula;
- b) detalle de los aceites utilizados en los circuitos hidráulicos.

**ANEXO A (Normativo)****DISPOSITIVO DE BANDAS EXTENSOMÉTRICAS Y PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN PARA MÁQUINAS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

NOTA 1 – Estos procedimientos deben ser ejecutados por personal cualificado. Se incluyen para normalizar el dispositivo y a los procedimientos de comprobación para el uso de los laboratorios cualificados para efectuar esta verificación.

NOTA 2 – Se pueden utilizar otros mecanismos y métodos de calibración cuando se pueda demostrar que suministran verificaciones comparables de las exigencias.

**A.1 Dispositivo de comprobación (columna de bandas extensométricas)**

El dispositivo de comprobación será un cilindro de acero al cromo-níquel, revenido con un valor de dureza de al menos 370HV 30). Deberá tener un diámetro de  $(100 \pm 1)$  mm y una altura de  $(200 \pm 1)$  mm. La tolerancia de la planeidad de las caras será de 0,03 mm y en cualquier caso las citadas superficies no deberán ser convexas. La tolerancia en el paralelismo será de 0,06 mm. La tolerancia en el descuadre del cuerpo del cilindro, respecto de los extremos como superficie de referencia, deberá ser inferior a 0,03 mm. La tolerancia de la ovalidad en los extremos del cilindro será de 0,02 mm, y el cilindro completo estará dentro de una tolerancia cilíndrica de 0,04 mm. Se permiten agujeros centrales de un tamaño máximo de 15 mm de diámetro o 15 mm de profundidad en las caras extremas del cilindro.

Este dispositivo deberá ser complementado con unos puentes de bandas extensométricas donde exista compensación eléctrica respecto de la temperatura. Se deberán montar cuatro juegos en puente completo, cada uno de ellos en el centro de cada una de las cuatro generatrices del cilindro que arrancan en dos diámetros ortogonales de la base. Cada uno de estos puentes consistirá en dos bandas extensométricas que serán las que midan la deformación axial y otras dos que medirán la deformación transversal o circunferencial, según se puede ver en la figura A.1. Cada uno de los puentes deberá estar térmica y eléctricamente equilibrados.

Este dispositivo deberá estar montado en una caja o elemento de transporte que dispondrá de unos resaltes perimetrales próximo a sus extremos. El borde de cada uno de estos resaltes, en su parte más cercana al centro del cilindro, no deberá estar a más de 15 mm contados desde el extremo del cilindro. Deberán inscribirse también unas marcas verticales sobre el cilindro que sean visibles desde fuera de la caja de transporte y que indicaran la posición de las líneas centrales de los puentes de bandas extensométricas. Estas líneas no se extenderán más allá de 20 mm desde la parte inferior del cilindro.

Este dispositivo deberá ser utilizado con una caja de conmutación y un puente de medida que permite el tratamiento de las señales de salida de cada uno de los cuatro puentes se equilibren en condiciones de ausencia de carga sobre el dispositivo y que cuando se cargue el dispositivo la salida de cada uno de los puentes de bandas pueda seleccionarse mediante el conmutador.

NOTA – Alternativamente, puede hacerse una lectura simultánea de la salida de las cuatro señales, si se dan medios para hacer posible que se controle la sensibilidad de cada uno de ellas y se pueda, de esta forma, hacer un balance de las mismas, antes de llevar a cabo una lectura bajo carga.

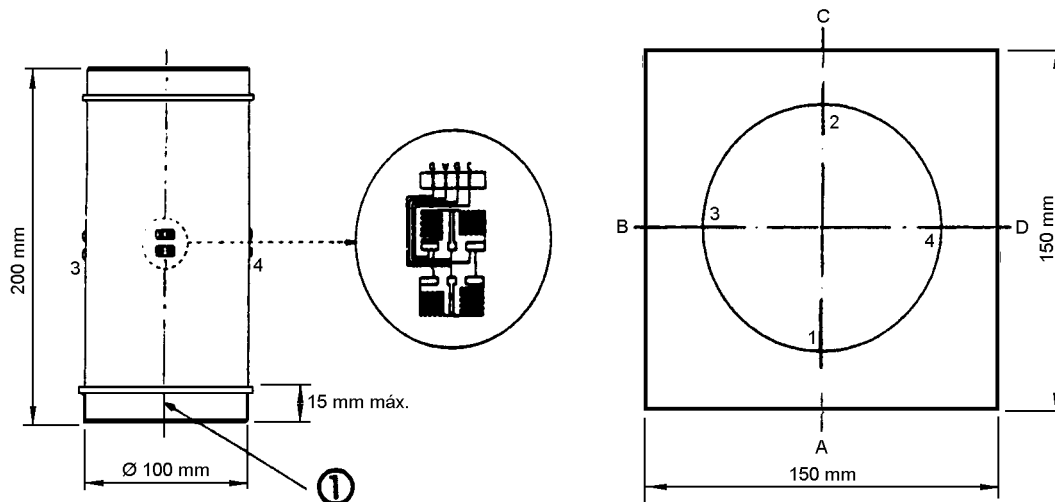
El dispositivo de comprobación debe utilizarse en conjunción con un equipo de medida de deformaciones.

El error máximo del equipo de medida de deformaciones será el mayor entre los valores  $\pm 0,1\%$  y 5 micrómetros/metro.

El dispositivo de comprobación junto con el equipo de medida de deformaciones que se utiliza en este trabajo debe ser calibrado respecto a las normas nacionales al menos cada 2 años.

**A.2 Procedimiento para la comprobación del autoalineamiento del plato superior carga y del resto de las partes de la máquina**

Se sitúa el dispositivo centrado sobre el plato inferior de la máquina o una placa cuadrada auxiliar, de 150 mm de lado, como se muestra en la figura A.2. Se marcan los puntos centrales de cada lado de esta placa auxiliar con las letras A, B, C y D, así como, las posiciones de los cuatro puentes de bandas del dispositivo cilíndrico, con los números 1, 2, 3 y 4.



1) Líneas indicadoras del centro del sistema de bandas extensométricas.

**Fig. A.1 – Situación de las bandas extensométricas en el dispositivo**

**Fig. A.2 – Placa auxiliar**

Se mide la distancia existente entre el centro de cada borde de la placa de colocación, al punto más próximo del borde inferior del dispositivo y se ajusta la posición de este último hasta que la diferencia entre los pares de medidas entre los bordes opuestos de la placa respecto de los del dispositivo no exceda 0,10 mm.

NOTA – Lo anterior puede verse facilitado poniendo un tope en el borde del plato y disponiendo unos espaciadores mecanizados para centrar el dispositivo o utilizando una plantilla.

Se pone en marcha la prensa con el fin de que la parte superior del dispositivo se sitúe no más cerca de 5 mm de la placa superior de la misma, y se inclina la citada placa superior hacia abajo en sentido de A, sobre el eje BD, todo lo que se pueda o hasta que toque el dispositivo cilíndrico. Se suelta suavemente la placa superior y, se actúa sobre la máquina, hasta que la placa superior se alinee con la cara superior del dispositivo. Se incrementa despacio la carga, hasta alcanzar los 200 kN. Se mantiene aquí constante la carga y se leen las lecturas dadas por los cuatro puentes de bandas del dispositivo. Si la carga excediera de 200 kN pero no sobrepasara los 220 kN antes de que se pueda mantener constante, no se debe reducir hasta que se hayan realizado las lecturas. Si la carga hubiera sobrepasado los 220 kN se reinicia el ensayo.

Se utiliza el valor medio  $e_m$  de las salidas de los cuatro puentes,  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ , y  $e_4$  para calcular el coeficiente de deformación  $(e_n - e_m)/e_n$ , para cada puente, siendo  $e_n$  el valor de la señal proporcionada por el puente considerado.

Se repite el ensayo: primeramente, con la placa superior inclinada hacia abajo en el sentido C, considerando el eje BD, a continuación hacer lo mismo en el sentido B respecto del eje AC y por último en el sentido D respecto del eje AC.

Si el dispositivo ha sido correctamente mecanizado y las bandas extensométricas montadas correctamente, la sensibilidad de los cuatro puentes será idéntica. Sin embargo, si hubiera dudas, se repiten las lecturas, primero en el puente 1 adyacente a B, después con el mismo puente 1 adyacente a C y finalmente con el puente 1 adyacente a D (véase la figura 2).

Las lecturas así obtenidas, junto con las obtenidas en el puente 1 opuesto a A, deben ser promediadas para eliminar diferencias en la sensibilidad de los puentes de bandas pegadas en el dispositivo. Esto se debe hacer para las lecturas de los cuatro puentes.

### A.3 Autoalineamiento de la placa superior de la máquina

Se obtienen los coeficientes de deformación a 200 kN, para las cuatro distintas direcciones iniciales de la inclinación de la placa y se comparan con las especificaciones de la tabla 3.

### A.4 Alineamiento de partes constitutivas de la máquina

Si el autoalineamiento es correcto (véase el capítulo A.3), se calcule la media del coeficiente de deformación para cada uno de los cuatro puentes comparándolos con las exigencias especificadas en la tabla 3.

### A.5 Procedimiento para probar la limitación al movimiento en la placa superior

Si el autoalineamiento y el alineamiento son correctos (véanse los capítulos A.3 y A.4) se desplaza el dispositivo cilíndrico en  $(6 \pm 0,05)$  mm desde la posición central en el eje AC hacia el punto A. Sin ningún tipo de ajuste sobre la placa superior, se pone en funcionamiento la máquina subiendo el dispositivo hasta que haga contacto con la placa, y entonces se aplica la carga lentamente. Se anotan a continuación las salidas de los 4 puentes al alcanzar valores de carga nominales de 200 kN y 2 000 kN. Si la capacidad de la máquina es menor de 2 000 kN, se hacen lecturas a 200 kN y a la máxima capacidad. Se debe cuidar que las lecturas en cada puente se realicen cuando la máquina alcance carga constante. Si se excede la carga nominal, pero no se sobrepasa más del 10%, hasta lograr el mantenimiento de la carga, no se disminuye ésta antes de tomar las lecturas. Si la carga nominal se excede en más del 10%, se reinicia la comprobación.

Se repiten estas lecturas con el dispositivo desplazado  $(6 \pm 0,05)$  mm de la posición central, primero a lo largo de AC hacia C, después a lo largo de BD hacia B y, por último, a lo largo de BD hacia D. Representemos con  $r$  el coeficiente de deformación. Utilicemos los subíndices 1, 2, 3 y 4 para distinguir las posiciones de los puentes de medida en el dispositivo de comprobación (véase la figura 2), y utilicemos los subíndices a, b, c, y d para distinguir los desplazamientos del dispositivo hacia A, B, C, y D, siendo, por ejemplo  $r_{1a}$  el coeficiente de deformación para el puente número 1 cuando el dispositivo es desplazado 6 mm hacia A.

Para cada carga, se calcula el cambio en el coeficiente de deformación por milímetro compensado de desplazamiento a lo largo de AC como sigue:

$$\frac{(r_{1c} - r_{2c}) - (r_{1a} - r_{2a})}{24} \quad (\text{A.1})$$

y se calcula el cambio en el coeficiente de deformación por milímetro compensado de desplazamiento a lo largo de BD, como sigue:

$$\frac{(r_{3d} - r_{4d}) - (r_{3b} - r_{4b})}{24} \quad (\text{A.2})$$

### A.6 Especificaciones de seguridad

Cuando se utilice el dispositivo, particularmente cuando su montaje está descentrado respecto al eje máquina, se deberá cuidar que la carga indicada no exceda el valor especificado del dispositivo.

El dispositivo llevará marcado claramente la "*máxima carga admisible cuando se aplica de forma centrada*".

NOTA – Si el dispositivo se sobrecarga en una posición fuera del eje máquina, existe el peligro de que las componentes de carga horizontal sean mayores que la carga de rozamiento entre las caras del dispositivo y los platos de compresión de la máquina, pudiéndose proyectar violentamente dicho dispositivo fuera del espacio de ensayo.



## ANEXO B (Normativo)

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE LA CARGA

#### B.1 Generalidades

**B.1.1** Las cargas aplicadas por las máquinas uniaxiales de ensayo de materiales que se calibran de acuerdo a los procedimientos descritos, permiten la determinación de la repetibilidad y el error de la carga. Para asegurar que la clase está de acuerdo con la resolución del indicador de carga, se debe determinar un límite inferior de calibración.

#### B.1.2 Resolución (véase tabla 1)

**B.1.2.1 Escala analógica.** El espesor de los trazos de la graduación que definen el intervalo de la escala menor será uniforme y aproximadamente igual a la anchura del índice. Si la indicación de la carga se hace por medio de un registrador, la anchura de las líneas de traza que definen el intervalo más pequeño de la escala debe ser uniforme y aproximadamente igual a la anchura de un trazo de la graduación.

NOTA – La anchura de las marcas de las graduaciones no excederá la resolución permitida para una escala considerada.

El intervalo de la escala será subdividido por estimación para determinar la resolución ( $r$ ) como se indica a continuación:

- a) Cuando el intervalo de escala es de al menos 2,5 mm de ancho, la resolución es una décima parte del intervalo de escala.
- b) Cuando el intervalo de escala es de al menos 1,25 mm de ancho y menor de 2,5 mm la resolución es una quinta parte del intervalo de escala.
- c) Cuando el intervalo de escala es menor de 1,25 mm de ancho, la resolución es la mitad del intervalo de escala.

La resolución se expresará en unidades de carga.

Si la indicación de carga se realiza por medio de un registrador, se anotará la anchura nominal y el intervalo de graduación del papel registrador utilizado. La clase de la máquina es aplicable solamente cuando se utiliza papel del mismo tipo. Si no hay facilidad para generar al registrador una entrada eléctrica de calibración para que los pequeños cambios en la anchura del papel puedan ser absorbidos, entonces la anchura total del gráfico utilizado durante la calibración será medido con una precisión equivalente a la exactitud de la resolución y se anotará. Por consiguiente, la anchura del papel utilizado estará dentro de  $\pm 2 r$  de esta anchura.

**B.1.2.2 Escala digital.** La resolución se determinará cuando la máquina de ensayos no esté aplicando cargas y será igual a la mitad del valor de fluctuación del indicador digital, pero no será menor de un incremento de lectura.

La resolución se expresará en unidades de carga.

#### B.1.3 Calibración

La calibración se efectuará para cada sistema de medida de carga adjudicando una clase a cada uno de ellos.

#### B.1.4 Límite inferior de calibración

La calibración no se llevará a cabo por debajo del límite inferior  $F_V$  sobre ningún sistema de medida de carga y se determinará como se indica a continuación:

$$F_V = a \times r$$

donde

$a$  tiene los siguientes valores:

200 para máquinas de clase 1;
100 para máquinas de clase 2;
66,6 para máquinas de clase 3.

$r$  es la resolución determinada según el apartado B1.2.

NOTA – La calibración sólo se deberá realizar si la máquina de ensayos funciona correctamente.

#### B.2 Equipo de calibración

El equipo de calibración de carga cumplirá lo especificado en la Norma Europea EN 10002-3 cuando se calibre en el modo de cargas crecientes. La exigencia de la Norma Europea EN 10002-3 para calibración con cargas decrecientes no es aplicable al equipo de verificación de cargas usada para la calibración de máquinas de ensayo a compresión de acuerdo con esta norma europea. La clase del equipo de calibración de carga será igual o superior a la clase en la cual se desea catalogar la máquina de ensayos a compresión.

El equipo de calibración se calibrará en relación a patrones nacionales por lo menos cada dos años.

#### B.3 Procedimiento preliminar

##### B.3.1 Alineación

El equipo de calibración se montará en la máquina de forma que las cargas se apliquen a lo largo del eje axial de la misma.

##### B.3.2 Compensación de temperatura

Se dejará el equipo de calibración próximo a la máquina el tiempo suficiente para lograr una temperatura estable. La temperatura se registrará al principio y al final de la aplicación de cada serie de cargas. Cuando sea necesario, se aplicarán correcciones de temperatura a las desviaciones de dispositivos de calibración.

##### B.3.3 Acondicionamiento de la máquina

La máquina, con el instrumento de medición de cargas colocado, se debe cargar tres veces entre la carga 0 y la carga máxima. El indicador de carga de la máquina se pondrá a 0 después de realizar las cargas.

Un asiento esférico de los platos, cumpliendo lo especificado en el anexo A, deberá asegurar la alineación necesaria de los platos de la máquina y demás dispositivos; no es necesaria ninguna alineación auxiliar o adicional.

## **B.4 Procedimiento de calibración**

### **B.4.1 Método**

Se utilizará uno de los siguientes métodos de calibración:

a) Carga real

La máquina se operará utilizando como referencia la carga real indicada por el instrumento de medición de cargas. Se anotará la carga indicada en el sistema de medida de la máquina.

b) Carga indicada

La máquina se operará utilizando como referencia la carga indicada por el sistema de medida de la máquina y se anotará la carga real indicada por el instrumento de medición de cargas.

### **B.4.2 Selección de los escalones de carga**

**B.4.2.1 Generalidades.** El número total de cargas necesarias para verificar una máquina depende del número de escalas sobre las cuales la máquina puede trabajar, el número de escalones de carga que se utilizarán serán los indicados en los apartados B.4.2.2 a B.4.2.4.

**B.4.2.2 Máquinas de ensayo de una escala.** Se utilizará una serie de al menos, cinco escalones de carga regularmente espaciados en sentido ascendente, desde el 20% del final de escala o del límite inferior de calibración, utilizándose el mayor de ellos.

Cuando el límite inferior de calibración esté por debajo del 20% del final de escala, deberán aplicarse escalones de carga adicionales por debajo del 20% del final de escala en sentido descendente hasta el límite inferior de calibración. Operando de forma descendente desde el 20% del final de escala, las cargas consecutivas no deberán diferir en más de un 6% del final de escala.

**B.4.2.3 Máquinas de ensayo con varias escalas.** Cada escala se calibrará como se describe en el apartado B.4.2.2.

**B.4.2.4 Máquinas de ensayo con cambio de escala automático.** Se aplicará una serie de al menos cinco escalones de carga, regularmente espaciadas, en sentido ascendente, desde el 20% de la lectura máxima del indicador digital. Se aplicará, al menos, una carga adicional por cada 6% de la lectura máxima, operando de forma descendente desde el 20% hasta el límite inferior de calibración (véase el apartado B.4.2.3). Al menos se verificarán dos cargas sobre cada zona de la escala donde el incremento de lectura no cambie.

### **B.4.3 Aplicación de las cargas**

**B.4.3.1 Procedimiento.** Para cada escala, se aplicarán series de cargas crecientes y cada serie se repetirá para obtener tres series de mediciones. La máquina se descargará completamente después de cada serie de mediciones. El valor de cero se registrará entre 30 s y 2 min después de realizar la descarga.

La lectura del indicador de carga debe estar en cero después de realizar la descarga, dejando la máquina en las mismas condiciones mecánicas que estaba antes de aplicar la serie de cargas.

Si fuera necesario, se pondrá a cero el indicador de carga al comienzo de cada serie de lecturas, pero no se aplicará una corrección de las lecturas ya tomadas.

NOTA – En algunas máquinas de ensayo puede haber algunas dificultades al intentar mantener una carga constante; en tales circunstancias se pueden hacer medidas bajo condiciones de velocidad de aplicación de carga lenta y creciente.

**B.4.3.2 Dispositivo de carga máxima.** Cuando el indicador de carga está provisto de un dispositivo de detección de carga máxima, que pueda introducir rozamientos, por ejemplo: agujas de máxima, se efectuarán una de las series de medida por escala, con el dispositivo actuado. La lectura del indicador de carga se pondrá a cero con el dispositivo parado.

**B.4.3.3 Indicador de carga por presión hidráulica.** Para máquinas que emplean un pistón hidráulico y un sistema de medida de carga derivado de la presión hidráulica, la serie de cargas se aplicarán tres veces con el pistón de medida, cuando sea posible, en la posición habitual de trabajo.

## **B.5 Cálculo de resultados**

En cada carga nominal, se calculará el error relativo de repetibilidad y el error relativo de exactitud, expresándose ambos como un porcentaje de la carga nominal.

El error relativo de cero para cada serie de cargas, se calculará y expresará como un porcentaje de la carga máxima de la escala de la máquina.

Las cargas indicadas por las máquinas de ensayo no se corregirán por el error de cero.

## **B.6 Clases**

### **B.6.1 Máquinas con una escala**

Por lo menos cinco cargas consecutivas decrecientes, desde el valor máximo de la escala, no excederán los valores dados en la tabla 1 para una clase específica.

La clase no se aplicará por debajo de la última carga que cumpla estos requisitos.

Es posible que una escala tenga más de una clase, pero para cada clasificación se han de considerar todos los valores de carga, desde el máximo hasta el mínimo. Por tanto no se introducirán otras clases más exigentes para cubrir partes intermedias de la escala.

### **B.6.2 Máquinas con varias escalas**

Cada escala se clasificará como se describe en el apartado B.6.1.

NOTA – La resolución y por tanto el límite inferior de calibración puede cambiar cuando se seleccione una nueva escala.

Una máquina con cambio de escala automático, (por ejemplo un indicador donde la resolución de las cargas indicadas cambie automáticamente en puntos determinados entre cero y el máximo de la escala), se clasificará como una máquina de escala simple como se describe en el apartado B.6.1. Sin embargo, solo se puede aplicar una clase si, a lo largo de la escala clasificada, la relación de la carga indicada y la resolución de dicha carga no es menor que los siguientes valores:

- 66,6 para máquinas de clase 3;
- 100 para máquinas de clase 2;
- 200 para máquinas de clase 1;

### **B.6.3 Certificado de calibración**

Cuando una máquina de ensayos se ha clasificado y verificado según este anexo se emitirá un certificado en el que se incluya, al menos, la siguiente información:

- a) la identificación y ubicación de la máquina de ensayos y la fecha de calibración.
- b) la resolución, clase, tipo y escala de carga de cada sistema de medida de carga calibrado;
- c) cuando sea necesario, se indicará que sistema de medida de carga no ha sido verificado;
- d) el método de calibración utilizado y la identificación, clase y fecha del certificado de calibración del equipo utilizado para la calibración;
- e) si se utilizó o no un indicador de lectura de máxima;
- f) temperatura media del equipo de calibración en el momento de la calibración;
- g) cuando proceda, el tipo de papel registrador utilizado durante la calibración y la medida exacta de la anchura del papel.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

Noviembre 2011

#### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión**

*Testing hardened concrete. Part 8: Depth of penetration of water under pressure.*

*Essai pour béton durci. Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression.*

#### CORRESPONDENCIA

#### OBSERVACIONES

Esta 1ª modificación complementa y modifica a la Norma UNE-EN 12390-8:2009

#### ANTECEDENTES

Esta modificación ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Después del capítulo 9 de la Norma UNE-EN 12390-8:2009 se introduce el siguiente anexo nacional A (informativo)

## ANEXO NACIONAL A (Informativo)

### DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD MEDIA DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN

#### A.0 Introducción

La Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) establece en sus apartados 37.3.3. *Impermeabilidad del hormigón* y 86.3.3. *Ensayos de penetración de agua en el hormigón*, una especificación para la medida de la profundidad de penetración media de agua bajo presión en el hormigón endurecido.

La Norma UNE-EN 12390-8 establece un método para la determinación de la profundidad de penetración máxima pero no para la determinación de la penetración media.

Este anexo nacional no modifica el método de determinación de la profundidad de penetración máxima de agua bajo presión en hormigón endurecido establecido en la Norma UNE-EN 12390-8, sino que amplía el procedimiento de obtención de resultados de dicha norma para incluir un procedimiento de cálculo para la profundidad media de agua bajo presión.

En este anexo sólo se incluyen aquellos apartados que se han añadido o complementan los correspondientes apartados de la Norma UNE-EN 12390-8.

#### A.1 Objeto y campo de aplicación

Este anexo, junto con la Norma UNE-EN 12390-8, especifica un método para determinar la profundidad media de penetración de agua bajo presión en hormigones endurecidos.

#### A.2 Normas para consulta

Los documentos que se citan a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma. Únicamente es aplicable la edición de aquellos documentos que aparecen con fecha de publicación. Por el contrario, se aplicará la última edición (incluyendo cualquier modificación que existiera) de aquellos documentos que se encuentran referenciados sin fecha.

UNE-EN 12390-8 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.*

#### A.3 Términos, definiciones y símbolos

##### A.3.1 Términos y definiciones

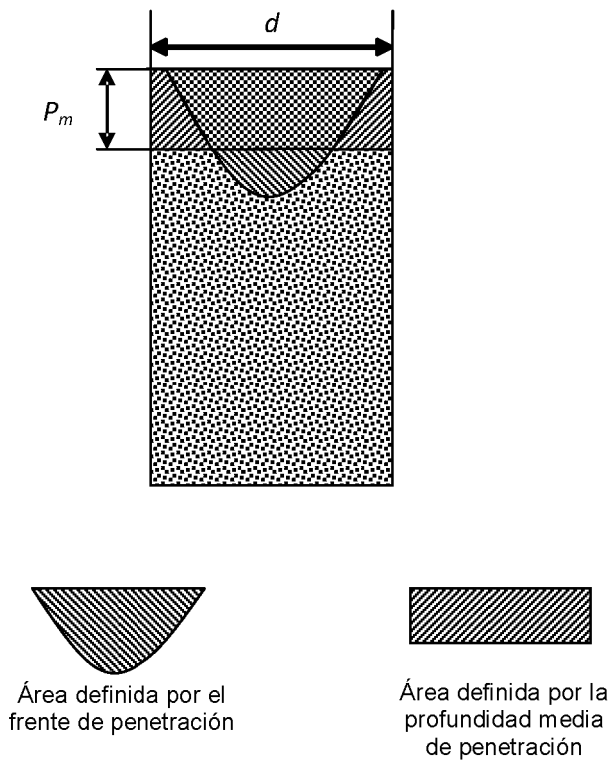
**A.3.1.1 Frente de penetración:** Lugar geométrico de los puntos hasta donde llega el agua al realizar el ensayo.

**A.3.1.2 Profundidad de penetración:** Distancia entre cada uno de los puntos del frente de penetración y la superficie de la probeta sobre la que se aplica la presión de agua.

**A.3.1.3 Profundidad de penetración máxima:** Valor máximo de la profundidad de penetración del agua bajo presión determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el capítulo 6 de la Norma UNE-EN 12390-8.

**A.3.1.4 Profundidad de penetración media:** Profundidad resultante de efectuar el cociente entre el área encerrada por el frente de penetración y el diámetro o la arista de la probeta (véase la figura A.1).





**Figura A.1 – Parámetros del frente de penetración**

### A.3.2 Símbolos

$A_{pf}$  es el área del frente de penetración, en  $\text{mm}^2$ .

$d$  es el diámetro o arista nominal de la probeta, en mm.

$P_m$  es la profundidad media de penetración, en mm.

$A_p$  es el área del papel empleado en el método recomendado para la determinación del área encerrada por el frente de penetración, en  $\text{mm}^2$ .

$M_p$  es la masa del papel empleado en el método recomendado, en g.

$M_{pf}$  es la masa del papel cortado empleado en el método recomendado que representa la forma del frente de penetración, en g.

### A.4 Materiales (método recomendado)

**A.4.1** Hojas de papel vegetal rectangular de dimensiones mayores a las del área definida por el frente de penetración.

**A.4.2** Rotulador indeleble que permita marcar de forma clara el frente de penetración.

## A.5 Aparatos (método recomendado)

**A.5.1** Balanza capaz de pesar con una precisión de 0,1 g.

**A.5.2** Regla graduada con resolución de 1 mm.

## A.6 Procedimiento

### A.6.1 Cálculo de la profundidad media de penetración

La profundidad media de penetración se calcula mediante la expresión:

$$P_m = A_{pf} / d$$

El resultado del cálculo se redondea al mm más próximo.

El área encerrada por el frente de penetración se determina sobre la superficie de fractura que resulta al efectuar el ensayo de determinación de la profundidad máxima de penetración según el procedimiento descrito en el capítulo 6 de la Norma UNE-EN 12390-8.

Para el cálculo del área encerrada por el frente de penetración se pueden aplicar distintos procedimientos, pero por su simplicidad, se recomienda seguir el método indicado en el apartado A.6.2, que es suficientemente preciso.

### A.6.2 Determinación del área encerrada por el frente de penetración (método recomendado)

Se pesa una hoja de papel en la balanza y se anota el resultado  $M_p$ . Se calcula el área del papel  $A_p$  como producto de las dimensiones de la hoja, medidas en mm.

Se apoya la hoja de papel sobre la cara partida de la probeta y se marca el frente de penetración. Se recorta el perímetro exterior siguiendo el dibujo marcado, para obtener una reproducción del frente de penetración. Se pesa esta reproducción en la balanza y se anota el resultado  $M_{pf}$ .

El área definida por el frente de penetración viene dada por la siguiente expresión:

$$A_{pf} = (A_p \times M_{pf}) / M_p$$

El resultado de la determinación se redondea al mm<sup>2</sup> más próximo.

## A.7 Resultado del ensayo

El resultado del ensayo es la profundidad media de penetración, redondeada al mm más próximo.

## A.8 Informe del ensayo

El informe del ensayo debe contener la siguiente información adicional:

- i) profundidad de penetración media, en mm.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

Octubre 2009

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión**

*Testing hardened concrete. Part 8: Depth of penetration of water under pressure.*

*Essai pour béton durci. Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12390-8:2009.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12390-8:2001.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 43010:2009

© AENOR 2009  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

9 Páginas

**Grupo 9**



Versión en español

**Ensayos de hormigón endurecido**  
**Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión**

Testing hardened concrete. Part 8: Depth  
of penetration of water under pressure.

Essai pour béton durci.  
Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau  
sous pression.

Prüfung von Festbeton.  
Teil 8: Wassereindringtiefe unter Druck.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2008-12-27.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 FUNDAMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4 APARATOS.....</b>	<b>6</b>
<b>5 PROBETAS DE ENSAYO .....</b>	<b>8</b>
<b>6 PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>7 RESULTADO DEL ENSAYO .....</b>	<b>8</b>
<b>8 INFORME DEL ENSAYO.....</b>	<b>8</b>
<b>9 PRECISIÓN.....</b>	<b>9</b>



## PRÓLOGO

Esta Norma EN 12390-8:2009 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 *Hormigón y productos relacionado*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de agosto de 2009, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de agosto de 2009.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 12390-8:2000.

El campo de aplicación de esta norma se ha restringido a los ensayos sobre probetas curadas en agua.

Esta norma pertenece a una serie de normas relacionadas con los ensayos del hormigón.

La serie de Normas EN 12390 incluye las siguientes partes:

Norma EN 12390 *Ensayos de hormigón endurecido*

Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.

Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia

Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas

Parte 4: Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo.

Parte 5: Resistencia a flexión de probetas.

Parte 6: Resistencia a tracción indirecta de probetas.

Parte 7: Densidad del hormigón endurecido.

Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.

Se han realizado las siguientes modificaciones respecto a la versión 2000-10 de esta norma:

– revisión editorial

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica un método para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en hormigones endurecidos que han sido curados en agua.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 12390-2 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.*

## 3 FUNDAMENTO

Se aplica agua a presión a la superficie del hormigón endurecido. A continuación se divide la probeta por rotura en dos mitades y se mide la profundidad de penetración del frente de agua.

## 4 APARATOS

### 4.1 Equipo de ensayo

Debe colocarse la probeta, de unas dimensiones dadas, en cualquier equipo adecuado de modo que la presión del agua pueda actuar sobre la zona ensayada y que permita una lectura continua de la presión aplicada. Un ejemplo de un dispositivo de ensayo se muestra en la figura 1.

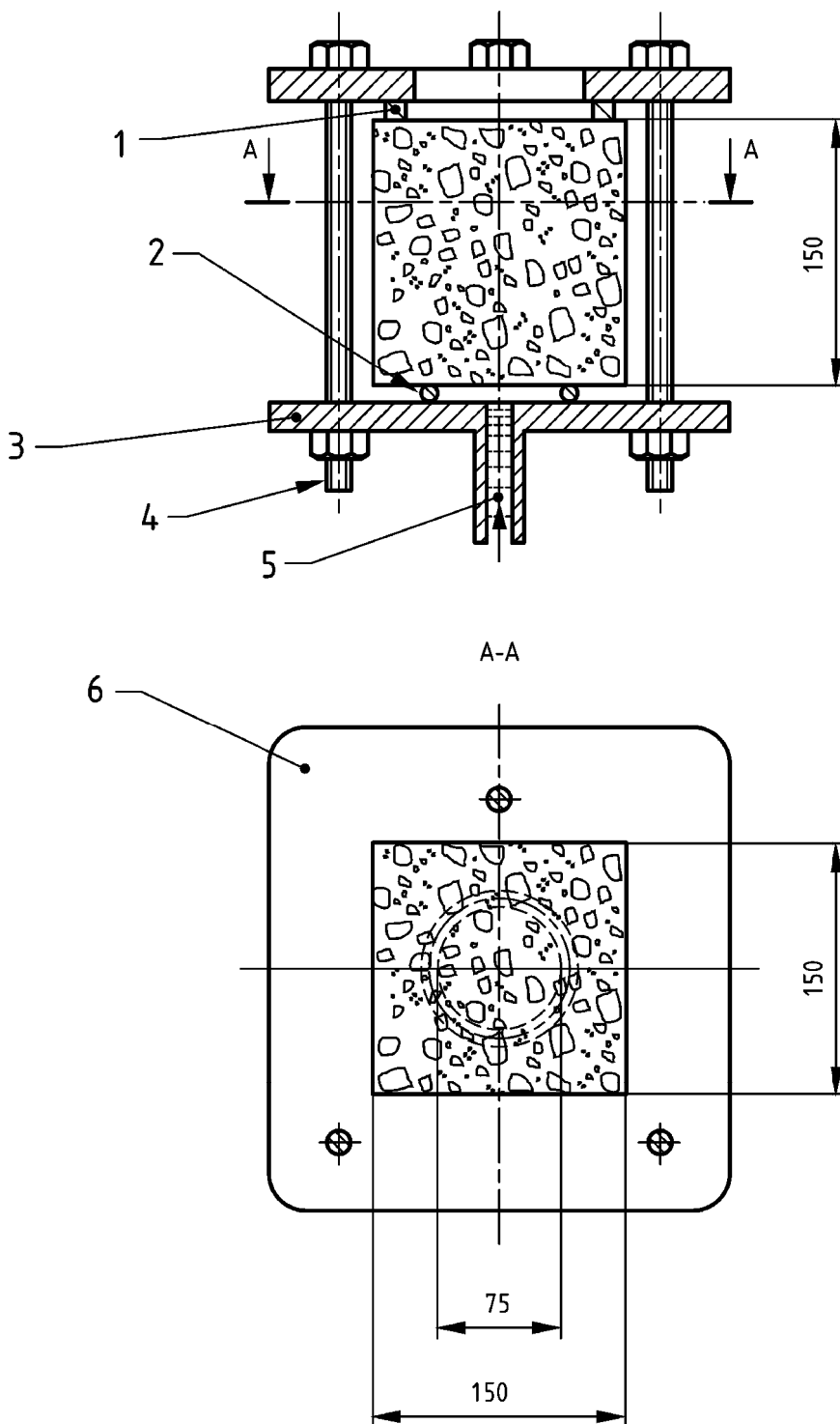
NOTA 1 Es preferible que el aparato permita observar las otras caras de la probeta de ensayo.

NOTA 2 La presión de agua se puede aplicar a la superficie de la probeta de ensayo ya sea por el fondo o por la parte superior.

Se debe realizar un sellado impermeable con caucho u otro material similar.

Las dimensiones de la zona de ensayo deben ser de aproximadamente la mitad de la longitud del lado o del diámetro de la superficie de ensayo.

Medidas en milímetros



- Leyenda
- 1 Soporte
  - 2 Anillo de estanquidad
  - 3 Placa atornillada

- 4 Soporte atornillado
- 5 Agua a presión
- 6 Placa atornillada

Figura 1 – Ejemplo de dispositivo de ensayo

## 5 PROBETAS DE ENSAYO

Las probetas deben ser cúbicas, cilíndricas o prismáticas, con la dimensión mínima de la superficie de la probeta a ensayar no menor de 150 mm, y ninguna otra dimensión menor de 100 mm.

## 6 PROCEDIMIENTO

### 6.1 Preparación de la probeta de ensayo

Inmediatamente después de desmoldar la probeta, se desbasta la superficie de la cara de la probeta que va a estar expuesta a la presión del agua, con un cepillo de púas metálicas y se cura la probeta en agua de acuerdo con los procedimientos indicados en la Norma EN 12390-2.

### 6.2 Aplicación del agua a presión

El ensayo debe comenzar cuando las probetas tengan al menos una edad de 28 días. No se aplica el agua a presión a la cara fratasada de la probeta. La probeta se coloca en el equipo de ensayo y se aplica al agua una presión de  $(500 \pm 50)$  kPa durante  $(72 \pm 2)$  h. Durante el ensayo, se observa periódicamente el estado de las superficies de la probeta de ensayo no expuestas al agua a presión para identificar la posible presencia de agua. Si se observaran filtraciones, se reconsiderara la validez del resultado y se registra el hecho en el informe.

NOTA El uso de agua de red se considera satisfactorio.

### 6.3 Examen de probeta

Después de aplicar la presión durante el tiempo especificado, se retira la probeta del equipo de ensayo. Se limpia la cara a la que se aplicó la presión de agua para retirar el exceso de agua. Se rompe la probeta en dos mitades, perpendicularmente a la cara en la que se aplica la presión de agua. Cuando se rompa la probeta, y durante el examen, la cara de la probeta expuesta a la presión de agua se situará en el fondo. Tan pronto como la cara partida se ha secado de forma tal que se puede ver claramente la extensión del frente de penetración de agua, se marca en la probeta dicho frente de penetración. Se mide la profundidad máxima de penetración bajo la superficie de ensayo y se redondea al mm más próximo.

## 7 RESULTADO DEL ENSAYO

El resultado del ensayo es la profundidad máxima de penetración, redondeada al mm más próximo.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

El informe debe incluir:

- a) identificación de la probeta de ensayo;
- b) fecha y hora de inicio del ensayo;
- c) descripción de la probeta (forma y direcciones);
- d) dirección de aplicación del agua a presión con relación a la dirección de hormigonado;
- e) profundidad de penetración máxima, en mm;
- f) cualquier filtración y consideración sobre la validez de los resultados, (si procede);

- g) cualquier desviación respecto al método de ensayo normalizado;
- h) una declaración de la persona técnicamente responsable de la realización del ensayo de que este fue realizado de acuerdo con esta norma, excepto lo indicado en el punto g).

## **9 PRECISIÓN**

No existen datos disponibles sobre la precisión.

---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

Junio 2009

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón en estructuras**

**Parte 1: Testigos**

**Extracción, examen y ensayo a compresión**

*Testing concrete in structures. Part 1: Cored specimens. Taking, examining and testing in compression.*

*Essais pour béton dans les structures. Partie 1: Carottes. Prélèvement, examen et essais en compression.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12504-1:2009.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12504-1:2001.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 28085:2009

© AENOR 2009  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

12 Páginas

**Grupo 10**





Versión en español

**Ensayos de hormigón en estructuras**  
**Parte 1: Testigos**  
**Extracción, examen y ensayo a compresión**

**Testing concrete in structures.**  
**Part 1: Cored specimens. Taking,**  
**examining and testing in compression.**

**Essais pour béton dans les structures.**  
**Partie 1: Carottes. Prélèvement, examen et**  
**essais en compression.**

**Prüfung von Beton in Bauwerken.**  
**Teil 1: Bohrkernproben. Herstellung,**  
**Untersuchung und Prüfung der**  
**Druckfestigkeit.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2008-12-27.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 FUNDAMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4 APARATOS.....</b>	<b>6</b>
<b>5 EXTRACCIÓN DE TESTIGOS.....</b>	<b>7</b>
<b>6 EXAMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>7 PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS.....</b>	<b>8</b>
<b>8 ENSAYO A COMPRESIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>9 RESULTADO DEL ENSAYO .....</b>	<b>9</b>
<b>10 INFORME DEL ENSAYO.....</b>	<b>9</b>
<b>11 PRECISIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO A (Informativo) EL EFECTO EN LA RESISTENCIA DEL TAMAÑO DEL ÁRIDO Y EL DIÁMETRO DEL TESTIGO.....</b>	<b>11</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>12</b>

## PRÓLOGO

Esta Norma EN 12504-1:2009 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 *Hormigón y productos relacionados*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de agosto de 2009, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de agosto de 2009.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 12504-1:2000.

Se considera una buena práctica medir la densidad antes de determinar la resistencia a compresión, como verificación de la compacidad del hormigón.

En la fase de borrador de la norma se han tomado en consideración los resultados de un programa de investigación, financiado parcialmente por el Programa de Medidas y Ensayos de la Unión Europea, contrato MAT 1-CT-94-0043.

La norma incluye una sencilla guía sobre el proceso de toma de los testigos, pero no considera un plan de muestreo. También establece procesos para el examen visual y para el ensayo a compresión, pero no para la interpretación de los resultados.

Esta norma es parte de una serie relacionada con los ensayos de hormigón.

Esta serie de Normas EN 12504 incluye las siguientes partes:

EN 12504 *Ensayos de hormigón en estructuras*.

*Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.*

*Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.*

*Parte 3: Determinación de la fuerza de arrancamiento.*

*Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.*

Se han hecho las siguientes modificaciones a la edición 2000-03 de esta norma:

- revisión editorial.
- la resistencia a compresión pasa a expresarse con una aproximación de 0,1 N/mm<sup>2</sup> (0,1 MPa), en vez de 0,5 N/mm<sup>2</sup> (0,5 MPa).
- De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica un método de toma de testigos en hormigón endurecido, su examen, preparación para el ensayo y determinación de su resistencia a compresión.

NOTA 1 Esta norma europea no orienta sobre la decisión de extraer testigos ni sobre la localización de las perforaciones.

NOTA 2 Esta norma europea no proporciona procedimientos para interpretar los resultados de resistencia de los testigos.

NOTA 3 Para la valoración in-situ de la resistencia a compresión de estructuras y elementos prefabricados se puede emplear la Norma EN 13791.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 12390-1 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.*

EN 12390-3:2009 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.*

EN 12390-4:2000 *Ensayos sobre hormigón endurecido. Parte 4: Resistencia a compresión. Especificaciones para máquinas de ensayo.*

EN 12390-7 *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 7: Densidad del hormigón endurecido.*

## 3 FUNDAMENTO

Los testigos extraídos usando una sonda se examinan cuidadosamente, se pulen o refrentan y se ensayan a compresión utilizando procedimientos normalizados.

## 4 APARATOS

**4.1 Sonda**, equipo capaz de extraer testigos del hormigón endurecido de las dimensiones indicadas en el apartado 5.4 con las tolerancias indicadas en el apartado 7.3.

**4.2 Prensa de compresión**, conforme a la Norma EN 12390-4 y que sea la precisa para el tamaño de las probetas y la carga de rotura esperada.

NOTA Puede ser necesario adaptar las prensas de compresión que cumplen con la Norma EN 12390-4 (véanse los antecedentes de la Norma EN 12390-4:2000) para ensayar los testigos.

**4.3 Balanza o báscula**, capaz de determinar la masa del testigo, tal como se ensaya, con una precisión del 0,1% de la masa.

**4.4 Calibres y/o reglas**, capaces de medir las dimensiones del testigo y de las armaduras con una tolerancia del 1%.

**4.5 Galga**, capaz de comprobar que la planeidad del testigo está dentro de las especificaciones del apartado 7.3a).

**4.6 Escuadras y galgas (u otros medios)**, capaces de determinar que la perpendicularidad y el paralelismo de las probetas están dentro de las especificaciones de los apartados 7.3b) y 7.3c).

## 5 EXTRACCIÓN DE TESTIGOS

### 5.1 Generalidades

La relación entre el tamaño máximo del árido en hormigón y el diámetro del testigo tiene una influencia importante en la determinación de la resistencia cuando la relación es superior a 1:3.

Es esencial tener en cuenta los fines del ensayo y la interpretación de los datos, antes de decidir la extracción de testigos.

NOTA El anexo informativo A proporciona información sobre el efecto del tamaño del árido y el diámetro del testigo sobre la resistencia de los testigos.

### 5.2 Situación

Se deben considerar los posibles perjuicios estructurales que supone la toma de un testigo antes de su extracción.

NOTA Los testigos se deberían tomar preferentemente en puntos lejanos de las juntas o bordes del elemento de hormigón y donde haya poca o ninguna armadura.

### 5.3 Extracción

A menos que se especifique otra cosa, los testigos se extraen perpendicularmente a la superficie, de tal forma que no se dañen. La sonda se mantiene colocada rígidamente durante la extracción.

### 5.4 Longitud de los testigos

Para decidir la longitud de los testigos que se vayan a ensayar se tiene en cuenta:

- a) el diámetro del testigo;
- b) el posible método de ajuste;
- c) si va a compararse con resistencias sobre probetas cúbicas o cilíndricas.

### 5.5 Marcado e identificación

Inmediatamente después de la extracción, cada testigo se marca clara e indeleblemente. Se anota su situación y orientación en el elemento del cual se ha extraído. Si un testigo se corta posteriormente para obtener varias probetas, cada una de ellas se marca para indicar su posición y orientación en el testigo original.

### 5.6 Armaduras

Se debe evitar la extracción atravesando armaduras siempre que sea posible. Los testigos para determinar la resistencia a compresión no deben contener ninguna armadura en la dirección del eje longitudinal o próxima a él.

Si el testigo contiene armaduras transversales, se anota su diámetro y posición en mm.

## 6 EXAMEN

### 6.1 Inspección visual

Se realiza una inspección visual del testigo para identificar cualquier anomalía.

Cuando sea requerido, se debe hacer una estimación del porcentaje de huecos del testigo, de acuerdo con la documentación normativa o comparándolo con el porcentaje de huecos conocido de un testigo de referencia.

## 6.2 Medidas

Las medidas se deben llevar a cabo como se indica a continuación:

- a) el diámetro medio  $d_m$  se debe determinar con una tolerancia del 1% a partir de los pares de medidas tomadas ortogonalmente en el punto medio y a los cuartos de la longitud del testigo.
- b) longitud del testigo: se debe medir con una tolerancia del 1% la longitud máxima y mínima según se reciba y la longitud después de terminar la preparación, realizada conforme al capítulo 7.
- c) armaduras: Se debe medir la posición y el tamaño de cualquier armadura midiendo desde el centro de la barra expuesta al (a los) extremo(s) y/o eje del testigo según se recibe y después de terminar la preparación. Las medidas se deben tomar con una aproximación de 1 mm.

Si se requiere determinar la densidad del testigo, se debe hacer de acuerdo a los procedimientos descritos en la Norma EN 12390-7 antes de refrentar los extremos del testigo.

NOTA Se deberían anotar todas las medidas.

## 7 PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS

### 7.1 Generalidades

Se preparan los extremos de los testigos para el ensayo a compresión de acuerdo con el anexo A de la Norma EN 12390-3:2009.

### 7.2 Relaciones longitud/diámetro

Las relaciones longitud/diámetro más convenientes son:

- a) Si el resultado de la resistencia va a compararse con la resistencia de una probeta cilíndrica, 2,0.
- b) Si el resultado de la resistencia va a compararse con la resistencia de una probeta cúbica, 1,0.

### 7.3 Tolerancias

El testigo se prepara con las siguientes tolerancias:

- a) Para la planeidad, la tolerancia para las superficies extremas preparadas mediante pulido o refrentado, utilizando morteros aluminosos o de azufre, debe ser la especificada en la Norma EN 12390-1.
- b) Para la perpendicularidad, la tolerancia para las superficies extremas, con respecto al lateral, debe cumplir con la Norma Europea EN 12390-1.
- c) Para la rectitud, la tolerancia de la generatriz del testigo debe ser el 3% del diámetro medio.

NOTA Si se ensayan otros testigos de diámetro más pequeño, las tolerancias indicadas anteriormente deberían considerarse para comprobar si son adecuadas y reducir las en caso necesario, por ejemplo, reducir las en la proporción del diámetro real a 100 mm.

## 8 ENSAYO A COMPRESIÓN

### 8.1 Almacenamiento

Se anotan las condiciones de almacenamiento del testigo.

Si se exige ensayar las probetas saturadas, se debe sumergir la probeta en agua a  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  al menos durante las 48 h previas al ensayo.

## 8.2 Ensayo

El ensayo se debe llevar a cabo de acuerdo con la Norma EN 12390-3 utilizando una prensa a compresión que cumpla con la Norma EN 12390-4 (véase la nota del apartado 4.2)

Los testigos con fisuras, coqueras o refrentado no deben ensayarse.

Debe eliminarse la arena u otro material suelto sobre la superficie de la probeta.

Si la probeta se ensaya mientras aún está húmeda, se elimina el agua superficial.

Se debe anotar la condición de humedad superficial (húmeda/seca) del testigo en el momento del ensayo.

## 9 RESULTADO DEL ENSAYO

Se determina la resistencia a compresión del testigo dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal, calculada a partir del diámetro medio, y los resultados se deben expresar con una aproximación de  $0,1 \text{ N/mm}^2$  (0,1 MPa).

## 10 INFORME DEL ENSAYO

El informe debe incluir:

- a) descripción e identificación de la probeta;
- b) tamaño máximo estimado del árido;
- c) fecha de extracción;
- d) inspección visual, anotando cualquier anomalía que se observe;
- e) armaduras (cuando proceda): diámetro, en mm, situación en mm;
- f) método utilizado para la preparación de la probeta (tallado, pulido o refrentado);
- g) la longitud y diámetro del testigo según se recibe;
- h) longitud/diámetro de la probeta preparada;
- i) condición de humedad superficial en el momento del ensayo;
- j) fecha de realización del ensayo;
- k) resistencia a compresión del testigo, con una aproximación de  $0,1 \text{ N/mm}^2$  (0,1 MPa).
- l) cualquier desviación del método normalizado de examen o del ensayo a compresión;
- m) una declaración de la persona responsable de que el examen y ensayo se han realizado de acuerdo con la norma excepto con lo detallado en el punto l).

El informe puede incluir:

- n) masa del testigo, en kg;
- o) densidad aparente de la probeta, con una aproximación de  $10 \text{ kg/m}^3$ ;

- p) condiciones del testigo al recibirlo;
- q) condiciones de curado desde la recepción;
- r) hora del ensayo, si corresponde;
- s) edad de la probeta en el momento del ensayo;
- t) cualquier otra información relevante, por ejemplo el porcentaje de huecos.

## **11 PRECISIÓN**

No se proporcionan datos de repetibilidad o de reproducibilidad en este ensayo, pero probablemente sean inferiores que los supuestos para probetas normalizadas.



**ANEXO A (Informativo)****EL EFECTO EN LA RESISTENCIA DEL TAMAÑO DEL ÁRIDO Y EL DIÁMETRO DEL TESTIGO**

Se han llevado a cabo experiencias con testigos de 25 mm, 50 mm y 100 mm de diámetro que contenían áridos de tamaño máximo de 20 mm y 40 mm y una vez ensayados se observó lo siguiente:

a) Para áridos de 20 mm:

En los testigos de 100 mm de diámetro se obtuvo una resistencia superior, aproximadamente, en un 7% que en los testigos de 50 mm de diámetro.

En los testigos de 50 mm de diámetro se obtuvo una resistencia superior, aproximadamente, en un 20% que en los testigos de 25 mm de diámetro.

b) Para áridos de 40 mm:

En los testigos de 100 mm de diámetro se obtuvo una resistencia superior, aproximadamente, en un 17% que en los testigos de 50 mm de diámetro.

En los testigos de 50 mm de diámetro se obtuvo una resistencia superior, aproximadamente, en un 19% que en los testigos de 25 mm de diámetro.

NOTA Los datos indicados anteriormente se basan en los resultados del programa de investigación, financiado parcialmente por la Comisión Europea bajo el Programa de Medidas y Ensayo, contrato MAT1 - CT94-0043.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] EN 13791:2007, *Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components*.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

Septiembre 2013

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón en estructuras**

**Parte 2: Ensayos no destructivos**

**Determinación del índice de rebote**

*Testing concrete in structures. Part 2: Non-destructive testing. Determination of rebound number.*

*Essais pour béton dans les structures. Partie 2: Essais non destructifs. Détermination de l'indice de rebondissement.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12504-2:2012.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12504-2:2002.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 26758:2013

© AENOR 2013  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

10 Páginas



Versión en español

**Ensayos de hormigón en estructuras  
Parte 2: Ensayos no destructivos  
Determinación del índice de rebote**

Testing concrete in structures. Part 2:  
Non-destructive testing. Determination of  
rebound number.

Essais pour béton dans les structures.  
Partie 2: Essais non destructifs.  
Détermination de l'indice de  
rebondissement.

Prüfung von Beton in Bauwerken. Teil 2:  
Zerstörungsfreie Prüfung. Bestimmung  
der Rückprallzahl.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2012-07-13.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

**CEN**  
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b> .....	<b>6</b>
<b>3 FUNDAMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>4 APARATOS</b> .....	<b>6</b>
4.1 Esclerómetro .....	6
4.2 Yunque de tarado .....	6
4.3 Piedra abrasiva .....	7
<b>5 ZONA DE ENSAYO</b> .....	<b>7</b>
5.1 Selección .....	7
5.2 Preparación.....	7
<b>6 PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>7</b>
6.1 Preparación preliminar .....	7
6.2 Operaciones.....	7
6.3 Comprobación de referencia .....	8
<b>7 RESULTADO DEL ENSAYO</b> .....	<b>8</b>
<b>8 INFORME DEL ENSAYO</b> .....	<b>8</b>
<b>9 PRECISIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>10</b>



## PRÓLOGO

Esta Norma EN 12504-2:2012 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 *Hormigón y productos relacionados*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de marzo de 2013, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2013.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 12504-2:2001.

Esta norma está basada en la Norma ISO 1920-7, *Ensayos de hormigón. Parte 7: Ensayos no destructivos en el hormigón endurecido*, y también se ha utilizado como referencia la Norma ASTM C805, *Índice de Rebote del hormigón endurecido*.

Esta norma ha sido concebida para el uso del esclerómetro tipo N, diseñado originalmente por Schmidt.

Esta norma europea forma parte de la serie de normas de métodos de ensayo del hormigón.

La serie EN 12504 *Ensayos de hormigón en estructuras* consta de las siguientes partes:

- *Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.*
- *Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.*
- *Parte 3: Determinación de la fuerza de arrancamiento.*
- *Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.*

Los principales cambios respecto a la versión anterior son los siguientes:

- a) revisión editorial;
- b) aclaración sobre el procedimiento para llevar a cabo el ensayo e indicación de las especificaciones requeridas del equipo a utilizar.
- c) la opción de utilizar un dispositivo electrónico de medición además del dispositivo mecánico.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica un método para la determinación, mediante un esclerómetro, del índice de rebote de una zona de hormigón endurecido.

NOTA 1 El índice de rebote determinado por este método puede emplearse para la comprobación de la uniformidad del hormigón *in situ*, para delimitar zonas o áreas de pobre calidad u hormigón deteriorado en estructuras.

NOTA 2 Este método de ensayo no está pensado como una alternativa a la determinación de la resistencia a compresión del hormigón (EN 12390-3), pero con una adecuada correlación puede proporcionar una estimación de la resistencia a compresión *in situ*. Para la determinación de la resistencia a compresión *in situ* véase la Norma EN 13791.

NOTA 3 El esclerómetro puede emplearse para realizar comparaciones, tomando como referencia un hormigón de resistencia conocida o un hormigón que se ha demostrado proveniente de un volumen de hormigón perteneciente a una población verificada como conforme a una clase resistente en particular.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN ISO 6508-1, *Materiales metálicos. Ensayo de dureza Rockwell. Parte 1: Método de ensayo (escalas A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*. (ISO 6508-1)

## 3 FUNDAMENTO

Una masa proyectada por un muelle golpea a un vástago en contacto con la superficie de la estructura o probeta a evaluar. El resultado del ensayo se expresa como un número en términos de la distancia de rebote de la masa. También puede obtenerse un número en términos de la diferencia de energía o velocidad antes y después del impacto de la masa.

## 4 APARATOS

### 4.1 Esclerómetro

Consiste en un martillo impulsado por un muelle el cual, cuando es liberado, golpea un vástago en contacto con la superficie a ensayar. Se mide la distancia del rebote del martillo respecto al vástago, o cualquier otro valor indicativo del rebote.

NOTA Se encuentran disponibles comercialmente distintos tipos y tamaños de esclerómetros para ensayar diversas clases y tipos de hormigón. Cada tipo y tamaño de esclerómetro debería emplearse únicamente para la clase y tipo de hormigón para el cual ha sido fabricado.

### 4.2 Yunque de tarado

Yunque de acero para la verificación del esclerómetro, con un área de impacto de dureza mínima de 52 HRC comprobada de acuerdo a la Norma EN ISO 6508-1, una masa de  $(16 \pm 1)$  kg y un diámetro de aproximadamente 150 mm.

Se pueden emplear otros yunques si se puede demostrar que la precisión de las lecturas no se ve afectada de forma significativa.

Deben emplearse tanto las instrucciones del fabricante como cualquier otro equipo necesario para asegurar que el eje longitudinal del vástago es perpendicular a la superficie del yunque en el momento del impacto.

NOTA La verificación sobre un yunque no garantiza que diferentes esclerómetros produzcan los mismos resultados en otros puntos de la escala.

### 4.3 Piedra abrasiva

Piedra de carburo de silicio con textura de grano medio o similar.

## 5 ZONA DE ENSAYO

### 5.1 Selección

Los elementos de hormigón a ensayar deben tener un espesor mínimo de 100 mm y estar solidariamente fijos a una estructura. Se pueden ensayar elementos o probetas más pequeñas con la condición de estar firmemente sujetos. Se deberían evitar las zonas que presenten coqueras, descamaciones, textura rugosa o alta porosidad.

Para la selección de la zona de ensayo se deberían tener en cuenta los siguientes factores:

- a) la resistencia del hormigón;
- b) el tipo de superficie (por ejemplo, terminación con encofrado o sin encofrado);
- c) la tipo de hormigón (por ejemplo, convencional o ligero);
- d) humedad de la superficie;
- e) la carbonatación (si procede);
- f) dirección del ensayo;
- g) otros factores.

El área de ensayo debería ser de aproximadamente 300 mm × 300 mm.

### 5.2 Preparación

Las superficies texturadas en exceso, con presencia de polvo o con pérdida de mortero, se alisan utilizando la piedra abrasiva hasta que presenten un aspecto liso y libre de material desprendido. Las superficies obtenidas con encofrados lisos o refrentadas pueden ensayarse sin pulir.

Se elimina cualquier presencia de agua sobre la superficie del hormigón.

## 6 PROCEDIMIENTO

### 6.1 Preparación preliminar

**6.1.1** El esclerómetro se emplea de acuerdo con las instrucciones de manejo del fabricante.

**6.1.2** Antes de una secuencia de ensayos sobre una superficie de hormigón, se limpian las superficies de impacto del yunque de tarado y del vástago. Se realizan al menos cinco impactos sobre el acero de referencia del yunque y se registran las lecturas de los siguientes cinco impactos. Si las lecturas de los últimos cinco impactos no están dentro de  $\pm 3$  del valor dado por el fabricante, se limpia y/o ajusta el esclerómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se repiten las operaciones previas.

**6.1.3** El esclerómetro sólo debe emplearse a una temperatura dentro del rango de 0 °C a 50 °C.

### 6.2 Operaciones

En el momento del ensayo, el esclerómetro debe cumplir con los requerimientos definidos en el apartado 6.1.2.

El esclerómetro se sujeta firmemente en una posición que permita al vástago transmitir un impacto perpendicular a la superficie de ensayo.

La presión sobre el vástago se incrementa gradualmente hasta que se produzca el impacto del esclerómetro (véase 6.1.1).

Después del impacto, se anota el valor del índice de rebote basándose en la distancia del rebote y/o las medidas de energía o velocidad.

Se examina cada huella efectuada en la superficie después del choque y si el impacto aplasta o rompe huecos próximos a la superficie, el resultado obtenido se desestima.

Se toman al menos nueve lecturas válidas con el fin de disponer de una estimación fiable del índice de rebote de la zona de ensayo.

Se anota la posición y orientación del esclerómetro para cada conjunto de lecturas.

No se deben elegir dos puntos de impacto a una distancia inferior a 25 mm entre ellos, ni a 25 mm del borde de la pieza.

NOTA Es recomendable dibujar una cuadrícula de líneas separadas de 25 mm a 50 mm y tomar las intersecciones de las líneas como puntos de ensayo.

### 6.3 Comprobación de referencia

Después de llevar a cabo los ensayos, se realizan cinco lecturas empleando el yunque de acero. Si las lecturas no están dentro de  $\pm 3$  del valor dado por el fabricante, se limpia y/o se ajusta el esclerómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se repite el ensayo.

## 7 RESULTADO DEL ENSAYO

El índice de rebote de la zona de ensayo se debe calcular como la mediana de todas las lecturas, corrigiéndolas si es necesario para tener en cuenta la orientación del esclerómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante. El índice de rebote se debe expresar como un número entero.

Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más del 30%, se debe descartar la totalidad de las lecturas.

NOTA Si se utiliza más de un esclerómetro, se debería realizar con todos los equipos un número suficientemente amplio de ensayos sobre superficies de hormigón similares, con el fin de determinar la variación de los resultados obtenidos.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

El informe debe incluir:

- a) identificación del elemento/estructura de hormigón;
- b) localización de la(s) zona(s) de ensayo;
- c) identificación del esclerómetro y sus especificaciones si son conocidas;
- d) descripción de la preparación de la(s) zona(s) de ensayo;
- e) detalles del hormigón (si son conocidas) y su condición;
- f) fecha y hora de realización del ensayo;

- g) índice de rebote (mediana de las lecturas resultantes del ensayo) corregido a la orientación del esclerómetro (si es necesario) para cada zona de ensayo;
- h) cualquier desviación del método de ensayo, como por ejemplo la presencia de agua en la superficie (véase 5.2), temperatura fuera del rango aceptable (véase 6.1.3);
- i) declaración de la persona técnicamente responsable del ensayo de que este ha sido efectuado con arreglo a esta norma, a excepción de lo mencionado en el punto h).

El informe puede incluir:

- j) lecturas individuales del índice de rebote, si se solicitan.

## 9 PRECISIÓN

No existen datos disponibles sobre la precisión de este ensayo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] EN 12390-3, *Testing hardened concrete. Part 3: Compressive strength of test specimens.*
- [2] EN 13791, *Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components.*



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032



Enero 2006

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón en estructuras**

**Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos**

*Testing concrete. Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity.*

*Essais pour béton dans les structures. Partie 4: Détermination de la vitesse de propagation du son.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12504-4 de agosto de 2004.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a las Normas UNE 83308 de noviembre de 1986 y UNE 83308 Erratum de marzo de 1993.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 3337:2006

© AENOR 2006  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

16 Páginas

**Grupo 12**



ICS 91.100.30

Versión en español

**Ensayos de hormigón en estructuras**  
**Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos**

**Testing concrete. Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity.**

**Essais pour béton dans les structures. Partie 4: Détermination de la vitesse de propagation du son.**

**Prüfung von Beton. Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2004-02-26. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

© 2004 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b> .....	<b>6</b>
<b>3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>4 PRINCIPIO</b> .....	<b>6</b>
<b>5 APARATO</b> .....	<b>6</b>
5.1 Generalidades.....	6
5.2. Exigencias de funcionamiento.....	7
5.3 Palpadores .....	7
5.4 Aparato para la determinación del tiempo de llegada del impulso .....	7
<b>6 PROCEDIMIENTOS</b> .....	<b>7</b>
6.1 Determinación de la velocidad del impulso .....	7
<b>7 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
<b>8 INFORME DEL ENSAYO</b> .....	<b>9</b>
<b>9 PRECISIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>ANEXO A (Informativo) DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL IMPULSO-TRANSMISIÓN INDIRECTA</b> .....	<b>11</b>
<b>ANEXO B (Informativo) FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDIDAS DE VELOCIDAD DEL IMPULSO</b> .....	<b>12</b>
B.1 Generalidades.....	12
B.2 Contenido de humedad.....	12
B.3 Temperatura del hormigón.....	12
B.4 Longitud de la trayectoria.....	12
B.5 Forma y tamaño de la muestra de ensayo.....	12
B.6 Efecto de las barras de armado .....	13
B.7 Grietas y coqueras .....	13
<b>ANEXO C (Informativo) CORRELACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL IMPULSO Y LA RESISTENCIA</b> .....	<b>14</b>
C.1 Generalidades.....	14
C.2 Correlación con probetas moldeadas .....	14
C.3 Correlación mediante ensayos de testigos.....	14
C.4 Correlación con la resistencia de elementos prefabricados.....	15
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>16</b>

## PRÓLOGO

Esta Norma Europea EN 12504-4:2004 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 *Hormigón y productos relacionados*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de febrero de 2005, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de febrero de 2005.

En 1998 fue sometido a encuesta CEN un borrador de esta norma como proyecto de Norma prEN 13296. Pertenecía a una serie de normas sobre métodos de ensayo del hormigón fresco u hormigón endurecido que se numeraron individualmente. Ahora, por conveniencia, se ha decidido combinar estos proyectos de norma individuales en tres nuevas normas con partes independientes para cada método de ensayo, como se indica a continuación:

- Ensayos de hormigón fresco (EN 12350)
- Ensayos de hormigón endurecido (EN 12390)
- Ensayos de hormigón en estructuras (EN 12504)

La serie de la Norma EN 12504 incluye las partes siguientes, dándose entre paréntesis los números bajo los que estos métodos de ensayo se lanzaron a encuesta CEN:

EN 12504 – *Ensayos de hormigón en estructuras*

*Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión (anteriormente proyecto de Norma prEN 12504:1996).*

*Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote (anteriormente proyecto de Norma prEN 12398:1996).*

*Parte 3: Determinación de la fuerza de arrancamiento (anteriormente proyecto de Norma prEN 12399:1996).*

*Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos (anteriormente proyecto de Norma prEN 12396:1998).*

Esta norma europea está basada en el proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 8047 – *Hormigón endurecido. Determinación de la velocidad de impulsos ultrasónicos*. Se asume que la velocidad del impulso ultrasónico determinada usando esta norma es una convención en tanto que la longitud de la trayectoria sobre la que el impulso circula no puede conocerse de forma estricta.

La medida de la velocidad del impulso puede utilizarse para la determinación de la uniformidad del hormigón, la presencia de fisuras o coqueras, cambios de propiedades en el tiempo y la determinación de propiedades dinámicas físicas. Estos aspectos se consideran fuera del alcance de esta norma, pero se da alguna información en el anexo B y se puede encontrar más información en la bibliografía técnica. La medida puede utilizarse también para estimar la resistencia de elementos de hormigón *in situ* o de probetas. Sin embargo, no se trata de una alternativa para la determinación directa de la resistencia a compresión del hormigón.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica un método para la determinación de la velocidad de propagación de impulsos de ondas longitudinales de ultrasonidos en el hormigón endurecido, lo que se utiliza en diversas aplicaciones.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 206-1:2000 – *Hormigón. Parte 1: Especificación, comportamiento, producción y conformidad.*

## 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma son de aplicación los términos y definiciones dados en la Norma Europea EN 206-1:2000 así como los siguientes:

**3.1 tiempo de propagación:** Tiempo invertido por el impulso ultrasónico para pasar desde el palpador transmisor hasta el palpador receptor, circulando a través del hormigón interpuesto.

**3.2 inicio:** Frente del impulso detectado por el aparato de medida.

**3.3 tiempo de formación:** Tiempo que tarda el frente del primer impulso en pasar del 10% al 90% de su máxima amplitud.

## 4 PRINCIPIO

Un palpador electroacústico mantenido en contacto con la superficie del hormigón en ensayo emite impulsos de vibraciones longitudinales. Después de atravesar en el hormigón una trayectoria de longitud conocida, el impulso de vibraciones se convierte en una señal eléctrica por un segundo palpador, mientras que circuitos electrónicos de temporización miden el tiempo de tránsito del impulso.

## 5 APARATO

### 5.1 Generalidades

El aparato consiste en un generador de impulsos eléctricos, un par de palpadores, un amplificador y un temporizador electrónico para la medida del intervalo de tiempo transcurrido entre el comienzo de la onda del impulso generado en el palpador transmisor y el comienzo de la onda a su llegada al palpador receptor. Se proporciona una barra de calibración para facilitar un dato para la medida de la velocidad.

Existen dos tipos de aparatos electrónicos para la medida del tiempo:

- a) el osciloscopio donde se muestra el primer frente del impulso respecto a una escala de tiempos adecuada;
- b) el cronómetro de intervalos de lectura digital directa.

NOTA – El osciloscopio presenta la ventaja de examinar la forma de la onda del impulso, lo que puede ser conveniente en ensayos complejos o en medidas con sistemas automáticos.

## 5.2 Exigencias de funcionamiento

El aparato debe satisfacer las siguientes especificaciones:

- Debe ser capaz de medir tiempos de propagación en la barra de calibración con un límite de desviación de  $\pm 0,1 \mu\text{s}$  y una precisión del 2%.
- La excitación electrónica del impulso aplicado al palpador emisor debe tener un tiempo de formación no mayor que un cuarto de su periodo natural, a fin de asegurar un frente de onda recto del impulso.
- La frecuencia de repetición del impulso debe ser lo suficientemente baja para asegurar que el frente de la señal recibida no presenta interferencias por reverberaciones.

El aparato se debe utilizar en las condiciones de funcionamiento establecidas por el fabricante.

## 5.3 Palpadores

La frecuencia natural de los palpadores debería estar normalmente dentro del rango de 20 kHz a 150 kHz.

NOTA – A veces pueden utilizarse frecuencias tan bajas como 10 kHz y tan altas como 200 kHz. Los impulsos de alta frecuencia tienen un comienzo de onda bien definido, pero a medida que atraviesan el hormigón, se atenúan más rápidamente que los impulsos de frecuencia baja. Es por tanto preferible utilizar palpadores de alta frecuencia (60 kHz a 200 kHz) para longitudes de recorrido corto (hasta 50 mm) y palpadores de baja frecuencia (10 kHz a 40 kHz) para longitudes de recorrido largo (hasta un máximo de 15 m). Los palpadores con frecuencias entre 40 kHz y 60 kHz son adecuados para la mayoría de las aplicaciones.

## 5.4 Aparato para la determinación del tiempo de llegada del impulso

El aparato debe ser capaz de determinar el tiempo de llegada del primer frente del impulso con el umbral más bajo posible, aún cuando sea de amplitud pequeña en comparación con la de la primera mitad de onda del impulso.

# 6 PROCEDIMIENTOS

## 6.1 Determinación de la velocidad del impulso

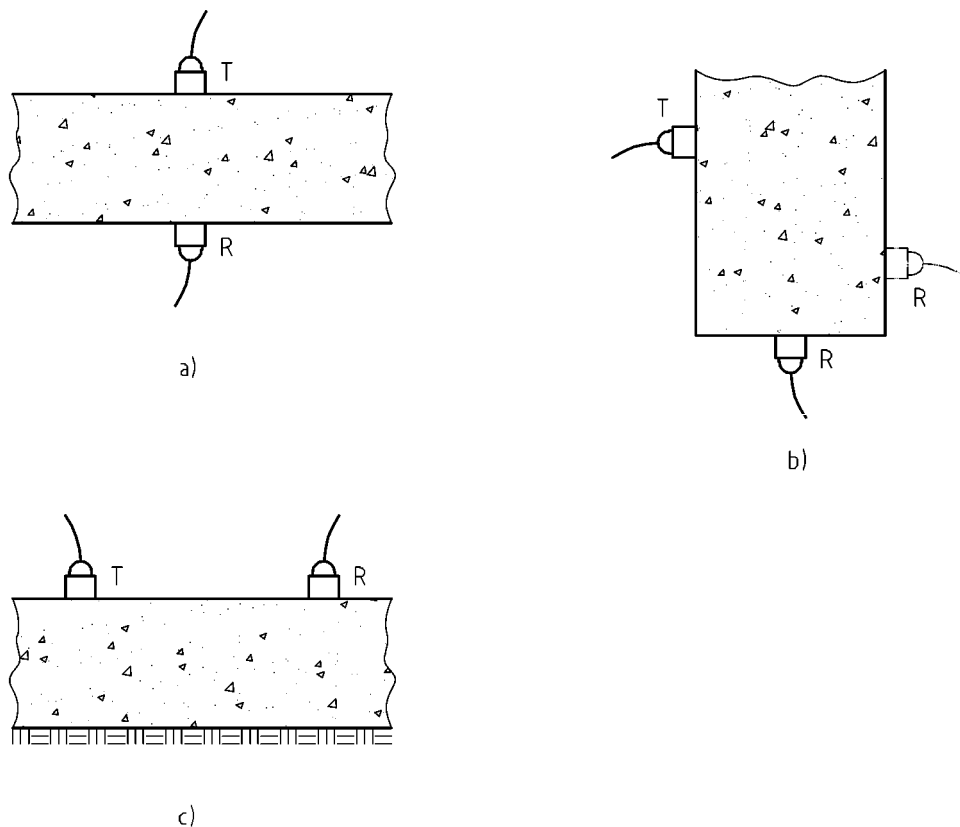
**6.1.1 Factores que influyen en las medidas de velocidad del impulso.** A fin de conseguir una medida de velocidad del impulso reproducible, es necesario tener en cuenta diversos factores que pueden influir en las medidas, según se indica en el anexo B.

**6.1.2 Colocación del palpador.** Aunque la dirección en la que se propaga la energía máxima es en ángulo recto respecto a la cara del palpador transmisor, es factible la detección de impulsos que circulen a través del hormigón en cualquier otra dirección. Es por tanto posible efectuar medidas de velocidad de impulso situando los dos palpadores en caras opuestas (transmisión directa), o en caras adyacentes (transmisión semidirecta), o en la misma cara (transmisión indirecta o superficial, véase la figura 1) de la estructura de hormigón o de la probeta.

NOTA 1 – Puede ser necesario situar los palpadores sobre caras opuestas, pero no directamente opuestos el uno del otro; esta disposición se debe considerar como transmisión semidirecta (véase la figura 1.b).

NOTA 2 – La colocación de transmisión indirecta es la menos sensible y debería utilizarse cuando sólo es accesible una cara del hormigón, o cuando el objeto sea comprobar la calidad de la superficie de hormigón en relación con el resto.

NOTA 3 – La transmisión semidirecta se utiliza cuando no puede aplicarse la disposición directa, por ejemplo, en las esquinas de las estructuras.



#### Leyenda

R Palpador receptor

T Palpador transmisor

**Fig. 1 – Posicionamiento de los palpadores**

**6.1.3 Medida de la longitud de la trayectoria.** En transmisión directa, la longitud de la trayectoria es la distancia más corta entre los palpadores. La precisión de la medida de la longitud de la trayectoria debe registrarse con una exactitud del  $\pm 1\%$ .

En transmisión semidirecta, generalmente es suficientemente preciso tomar como longitud de trayectoria la distancia medida entre los centros de las caras de los palpadores. La precisión de la longitud depende del tamaño del palpador comparado con la distancia entre centros.

Con la transmisión indirecta, no se determina la longitud de la trayectoria, sino que se realizan series de medidas colocando los palpadores a distancias diferentes (véase el anexo A).

**6.1.4 Acoplamiento de los palpadores sobre el hormigón.** Debe haber un adecuado acoplamiento acústico entre el hormigón y la cara de cada palpador. Muchos hormigones presentan un acabado suficientemente liso para asegurar un buen contacto acústico usando un medio de acoplamiento tal como vaselina, grasa, jabón líquido y pasta de caolín y glicerina, y presionando el palpador contra la superficie de hormigón.

Deberían realizarse lecturas repetidas del tiempo de recorrido hasta obtener un valor mínimo, lo que indica que el espesor del elemento de acoplamiento se ha reducido al mínimo.



Cuando la superficie del hormigón es muy rugosa y desigual, la zona debería alisarse y nivelarse por pulido o mediante una resina epoxi de endurecimiento rápido.

NOTA – Existen palpadores especiales para superficies muy rugosas.

**6.1.5 Medida del tiempo de propagación.** Utilizando el dispositivo electrónico se debe determinar el intervalo de tiempo indicado de acuerdo con la instrucción del fabricante (véase el apartado 5.2).

## 7 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

En transmisiones directas y semidirectas la velocidad del impulso se debe calcular mediante la fórmula:

$$V = \frac{L}{T}$$

donde

$V$  es la velocidad del impulso, en km/s;

$L$  es la longitud de la trayectoria, en mm;

$T$  es el tiempo que tarda el impulso en su trayectoria, en  $\mu$ s.

Para la velocidad en transmisión indirecta véase el anexo A.

La determinación resultante de la velocidad del impulso se debe expresar con una aproximación de 0,01 km/s.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe incluir los siguientes datos:

- identificación de la estructura de hormigón o de las probetas ensayadas.
- lugar de realización de ensayo;
- fecha de ensayo;
- descripción del hormigón incluyendo la dosificación (si se conoce);
- edad del hormigón en el momento del ensayo (si se conoce);
- temperatura del hormigón en el momento del ensayo (cuando proceda, véase el capítulo B 3);
- tipo y marca del aparato utilizado, incluyendo:
  - a) dimensiones de la superficie de contacto de los palpadores;
  - b) frecuencia del impulso natural de los palpadores;
  - c) cualquier característica especial.
- colocación de los palpadores y método de transmisión (incluyendo esquema si fuese necesario);
- detalles del armado o conductos próximos a las zonas de ensayo (si se conoce);

- condiciones de la superficie y preparación en los puntos de ensayo.
- valores medidos de la longitud de la trayectoria (en transmisión directa y semidirecta) incluyendo:
  - a) método de medida;
  - b) precisión de la medida.
- valores calculados de la velocidad del impulso a lo largo de cada trayectoria;
- declaración de la persona técnicamente responsable del ensayo de que el mismo fue realizado de acuerdo con esta norma;
- cualquier desviación de los procedimientos expuestos en esta norma.

## **9 PRECISIÓN**

Para este ensayo no hay datos disponibles de precisión.

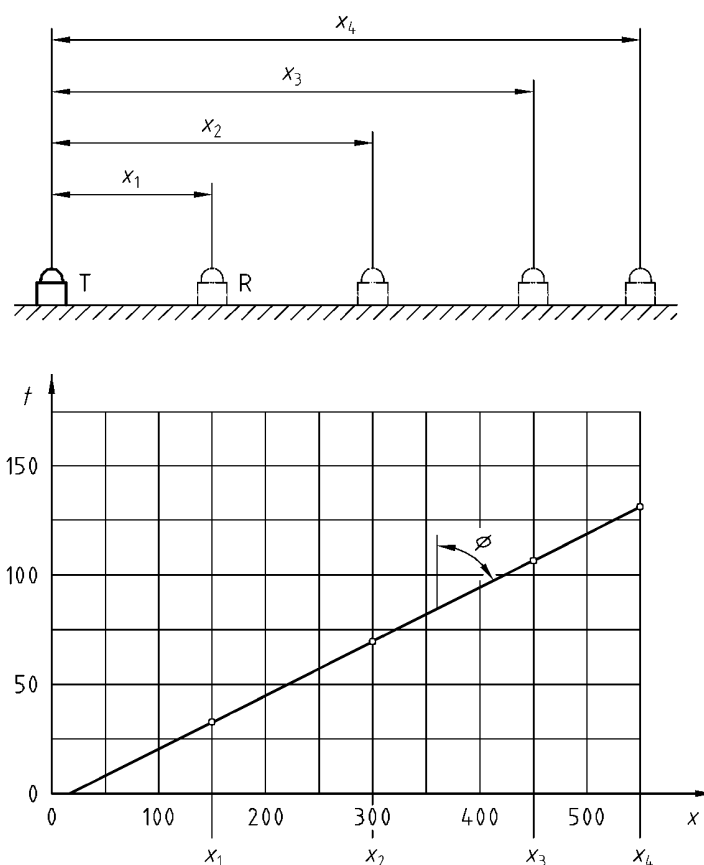
ANEXO A (Informativo)

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL IMPULSO-TRANSMISIÓN INDIRECTA

**A.1** En transmisión indirecta existe cierta incertidumbre respecto a la longitud exacta de la trayectoria, debida al tamaño de las áreas de contacto entre los palpadores y el hormigón. Por tanto, es preferible realizar una serie de medidas con los palpadores a distancias diferentes a fin de eliminar esta incertidumbre.

**A.2** Para realizarlo, el palpador transmisor se debe colocar en contacto con la superficie de hormigón en un punto fijo  $x$  y el palpador receptor se colocará a lo largo de la línea elegida sobre la superficie, separado a incrementos fijos  $x_n$ . Los tiempos de transmisión registrados se deberían representar en un gráfico que muestre su relación con la distancia de separación de los palpadores. La figura A.1 muestra un ejemplo de este gráfico.

**A.3** La pendiente de la recta que mejor se ajuste a los puntos (tangente  $\emptyset$ ) se debe medir y registrar como media de la velocidad de los impulsos a lo largo de la línea elegida sobre la superficie del hormigón. Si los puntos, medidos y registrados de esta forma, indican una discontinuidad, puede asumirse la presencia de una grieta superficial o una capa superficial de calidad inferior (véase el capítulo B.7) y la velocidad medida en tal supuesto no es fiable.



**Leyenda**  
**R** Palpador receptor  
**T** Palpador transmisor

**Fig. A.1 – Ejemplo de determinación de la velocidad del impulso por transmisión (superficial) indirecta**

**ANEXO B (Informativo)****FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDIDAS DE VELOCIDAD DEL IMPULSO****B.1 Generalidades**

A fin de conseguir una medida de velocidad de impulso que sea reproducible y que dependa fundamentalmente de las propiedades del hormigón objeto de ensayo, es necesario considerar varios factores que pueden influir en dicha velocidad y su correlación con diversas propiedades físicas del hormigón.

**B.2 Contenido de humedad**

El contenido de humedad tiene dos efectos sobre la velocidad del impulso, uno químico y otro físico. Ambos efectos son importantes en el establecimiento de correlaciones para la estimación de la resistencia del hormigón. Entre una probeta cúbica o cilíndrica normalizada curada adecuadamente y el elemento estructural fabricado con el mismo hormigón, puede existir una diferencia significativa de velocidad del impulso. Gran parte de la diferencia es debida al efecto de las diferentes condiciones de curado sobre la hidratación del cemento, mientras que otra parte se debe a la presencia de agua libre en los poros. Es importante que estos efectos sean considerados cuidadosamente en la estimación de la resistencia (véase el anexo C).

**B.3 Temperatura del hormigón**

Se ha comprobado que variaciones de la temperatura del hormigón entre 10 °C y 30 °C no producen cambios significativos al margen de los correspondientes cambios de resistencia o propiedades elásticas. Las correcciones a las medidas de la velocidad del impulso deberían efectuarse únicamente para temperaturas fuera del rango citado empleando las recomendaciones de la bibliografía acreditada.

**B.4 Longitud de la trayectoria**

La longitud de la trayectoria sobre la que se determina la velocidad del impulso debería ser lo suficientemente grande para que no este influida significativamente por la naturaleza heterogénea del hormigón. Se recomienda que, excepto en las condiciones establecidas en el capítulo B.5, la longitud mínima de trayectoria sea 100 mm para un hormigón con tamaño máximo del árido de 20 mm o menor, y 150 mm para tamaños máximos de árido comprendidos entre 20 mm y 40 mm. En general, la velocidad del impulso no está influenciada por cambios en la longitud del recorrido, aunque los aparatos de temporizadores electrónicos pueden mostrar una tendencia de reducción de la velocidad con incrementos de la longitud de la trayectoria. Esto se debe a que los componentes de alta frecuencia del impulso están más atenuados que los de baja frecuencia, y la forma del inicio de la onda se vuelve más redondeada al incrementarse la distancia recorrida. Así, la aparente reducción de la velocidad del impulso proviene de la dificultad de definir exactamente el inicio del impulso, que depende del método particular empleado para su definición. Esta reducción aparente de velocidad es normalmente pequeña y cumple la tolerancia de precisión de medida de tiempo indicada en el apartado 5.2, pero cuando se transmite sobre longitudes de trayectoria grandes es necesario adoptar un cuidado especial.

**B.5 Forma y tamaño de la muestra de ensayo**

La velocidad de impulsos cortos de vibraciones es independiente del tamaño y forma de la pieza por la que se desplazan, a no ser que su menor dimensión lateral sea inferior a un valor mínimo. Por debajo de este valor, la velocidad del impulso puede reducirse apreciablemente. El alcance de esta reducción depende principalmente de la relación de la longitud de onda de las vibraciones del impulso y la dimensión lateral menor de la pieza, siendo insignificante si la relación es menor que la unidad. La tabla B.1 da la relación entre la velocidad del impulso en el hormigón, la frecuencia del palpador y recomendaciones de la mínima dimensión lateral permitida de la pieza.

Si la dimensión mínima lateral es menor que la longitud de onda, o si la posición utilizada corresponde a transmisión indirecta, la forma de propagación cambia y, por lo tanto, la velocidad medida será diferente. Esto es particularmente importante en los casos en los que se comparan elementos de hormigón de tamaños significativamente diferentes.

**Tabla B.1**  
**Efecto de las dimensiones de la pieza en la transmisión del impulso**

Frecuencia del palpador kHz	Velocidad del impulso en el hormigón (km/s)		
	$v_c = 3,50$	$v_c = 4,00$	$v_c = 4,50$
	Mínima dimensión lateral recomendada (mm)		
24	146	167	188
54	65	74	83
82	43	49	55
150	23	27	30

### B.6 Efecto de las barras de armado

Cuando sea posible, debería evitarse realizar medidas próximas a barras de acero de armado paralelas a la dirección de la propagación del impulso.

### B.7 Grietas y coqueras

Cuando un impulso ultrasónico encuentra en el hormigón una interfase hormigón-aire, se produce una transmisión despreciable de energía a través de esta interfase. Así, cualquier fisura o coquera situada entre los dos palpadores obstruirá el haz ultrasónico directo cuando la longitud proyectada de la coquera sea mayor que la anchura de los palpadores y la longitud de onda del sonido empleado. Cuando esto ocurre, el primer impulso que llega al palpador receptor habrá sido difractado alrededor del perímetro del defecto y el tiempo de tránsito será mayor que en un hormigón similar sin defectos.

Dependiendo de la distancia de separación de los palpadores, es posible utilizar este efecto para localizar fisuras, coqueras u otros defectos más grandes de aproximadamente 100 mm de diámetro o profundidad. Relativamente, los defectos pequeños tienen poca o ninguna influencia en los tiempos de transmisión, pero igualmente, son probablemente de menor importancia en ingeniería. Frecuentemente la representación gráfica de contornos de igual velocidad proporciona información significativa respecto a la calidad de un elemento de hormigón. El examen de la atenuación de la señal también puede proporcionar información útil.

En elementos fisurados, donde los bordes rotos están en contacto unidos fuertemente por fuerzas de compresión, la energía del impulso puede pasar libremente a través de la fisura. Por ejemplo, esto puede ocurrir en pilas verticales fisuradas. Si la fisura está rellena de algún líquido que transmita la energía del ultrasonido, por ejemplo en estructuras marítimas, o si la fisura está parcialmente rellena con partículas sólidas, no se detecta con un equipo de lectura digital. Las medidas de atenuación pueden proporcionar información valiosa en estos casos.

El estudio de las medidas realizadas en los nudos de una malla sobre la estructura de hormigón permite investigar una cavidad grande midiendo los tiempos de propagación de los impulsos entre los palpadores cuando la cavidad está situada en la trayectoria directa entre los palpadores. El tamaño de tales cavidades puede estimarse suponiendo que los impulsos circulan a lo largo del trayecto más corto en el menor tiempo entre los palpadores y alrededor de la cavidad. Las estimaciones son válidas únicamente cuando la densidad del hormigón es uniforme alrededor de la cavidad y la velocidad del impulso puede medirse en el hormigón.

**ANEXO C (Informativo)****CORRELACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL IMPULSO Y LA RESISTENCIA****C.1 Generalidades**

Las propiedades físicas importantes de los materiales que influyen en la velocidad del impulso son el módulo elástico y la densidad. En el hormigón estas propiedades dependen del tipo de árido, su dosificación y de las propiedades físicas de la pasta de cemento, las cuales dependen, principalmente, de la relación agua-cemento original y de la madurez del hormigón. Por otro lado, la resistencia del hormigón depende más de la relación agua-cemento que del tipo de árido y de las proporciones de áridos y pasta. Así, las correlaciones entre la velocidad del impulso y la resistencia del hormigón son indirectas físicamente y deben establecerse para cada mezcla específica de hormigón. En un hormigón desconocido, la estimación de la resistencia, en base únicamente a la velocidad del impulso, no es fiable.

**C.2 Correlación con probetas moldeadas**

El método utilizado para definir la variable de la resistencia de las probetas influye en la correlación. Es por ello esencial que solamente se utilice un método de variación de la resistencia para una correlación particular y que éste sea apropiado para la aplicación requerida. La correlación de la velocidad del impulso con la resistencia es menos fiable según se incrementa la resistencia del hormigón. Una correlación obtenida variando la edad del hormigón es apropiada cuando se controla el desarrollo de la resistencia, pero a efectos de control de calidad es preferible una correlación obtenida variando la relación agua-cemento.

Las probetas para ensayo deberían fabricarse y curarse de acuerdo con las Normas EN 12390-1 y EN 12390-2. Deberían fabricarse al menos tres probetas de cada amasada. La velocidad del impulso debería medirse entre las caras moldeadas en caso de cubos o axialmente para cilindros y testigos. En el caso de vigas, es preferible medir la velocidad del impulso a lo largo de su longitud para obtener mayor precisión. Por cada probeta se deberían efectuar al menos tres medidas espaciadas entre su parte superior y su parte inferior. La variación entre los tiempos de propagación medidos sobre probetas de un solo ensayo deberían estar dentro del  $\pm 1\%$  del valor medio de esas tres medidas, de otra forma la probeta debería rechazarse como anómala. Las probetas de ensayo deberían entonces ensayarse a compresión según la Norma EN 12390-3.

La velocidad de impulso media y la resistencia media obtenida de cada conjunto de tres probetas pertenecientes al mismo ensayo proporcionan los datos para el establecimiento de una curva de correlación. La curva obtenida de esta forma se refiere únicamente a las probetas fabricadas, curadas y ensayadas de forma similar; pueden obtenerse diferentes curvas de correlación para los mismos hormigones si el curado al aire es sustituido por el curado en agua.

**C.3 Correlación mediante ensayos de testigos**

Cuando se calcula la correlación a partir del ensayo de testigos extraídos de una estructura no será posible variar deliberadamente la resistencia del hormigón. Los ensayos de velocidad de impulso se deberían utilizar, por tanto, para localizar áreas de calidad diferente, mientras que los testigos extraídos de estas áreas delimitarán un rango de resistencias. La velocidad del impulso a través del hormigón en las zonas de extracción de testigos debería emplearse para el establecimiento de la correlación. Las velocidades de impulso obtenidas de probetas testigo después de talladas y sumergidas generalmente serán mayores que las obtenidas antes de la extracción y no deberían utilizarse para la correlación directa.

Las probetas testigo deberían tallarse y ensayarse para determinar su resistencia de acuerdo con la Norma EN 12504-1, a fin de establecer una curva de correlación.

Para un estado de humedad dado, la forma de la línea de correlación es sensiblemente la misma para cualquier hormigón. Por tanto, el empleo de una curva obtenida mediante el ensayo de probetas de referencia en un estado de saturación similar puede ampliar el rango limitado que se obtiene con probetas testigo.

#### **C.4 Correlación con la resistencia de elementos prefabricados**

Cuando se requiere que componentes prefabricados cumplan especificaciones de resistencia, la conformidad puede establecerse midiendo la velocidad del impulso y empleando una relación del lado de la seguridad entre la velocidad y la resistencia.

La velocidad del impulso debería determinarse en zonas críticas de los elementos prefabricados, es decir, aquellas partes susceptibles de primeros fallos bajo condiciones de uso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

EN 12390-1 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.*

EN 12390-2 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.*

EN 12390-3 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.*

EN 12504-1 – *Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.*





---

---

# AENOR

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

Marzo 2011

### TÍTULO

**Criterios generales para la elaboración de informes y dictámenes periciales**

*General criteria for the development of expert reports.*

*Critères généraux pour l'élaboration de rapports d'expert.*

### CORRESPONDENCIA

### OBSERVACIONES

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 197 *Informes de actuaciones periciales* cuya Secretaría desempeña CETIB.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 13429:2011

© AENOR 2011  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

7 Páginas

**Grupo 4**



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>0</b>	<b>INTRODUCCIÓN..... 4</b>
<b>1</b>	<b>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... 4</b>
<b>2</b>	<b>NORMAS PARA CONSULTA..... 4</b>
<b>3</b>	<b>TÉRMINOS Y DEFINICIONES ..... 4</b>
<b>4</b>	<b>REQUISITOS GENERALES..... 4</b>
<b>4.1</b>	<b>Título ..... 4</b>
<b>4.2</b>	<b>Estructura ..... 4</b>
<b>4.3</b>	<b>Paginación ..... 5</b>
<b>5</b>	<b>IDENTIFICACIÓN ..... 5</b>
<b>5.1</b>	<b>Generalidades ..... 5</b>
<b>5.2</b>	<b>Contenido ..... 5</b>
<b>6</b>	<b>DECLARACIÓN DE TACHAS..... 5</b>
<b>7</b>	<b>JURAMENTO O PROMESA ..... 6</b>
<b>8</b>	<b>ÍNDICE GENERAL..... 6</b>
<b>8.1</b>	<b>Generalidades ..... 6</b>
<b>8.2</b>	<b>Contenido ..... 6</b>
<b>9</b>	<b>CUERPO DEL INFORME O DICTAMEN PERICIAL ..... 6</b>
<b>9.1</b>	<b>Generalidades ..... 6</b>
<b>9.2</b>	<b>Contenido ..... 6</b>
<b>10</b>	<b>ANEJOS ..... 7</b>
<b>10.1</b>	<b>Generalidades ..... 7</b>
<b>10.2</b>	<b>Contenido ..... 7</b>

## 0 INTRODUCCIÓN

El creciente número de actuaciones periciales profesionales, lleva a la necesidad de establecer una garantía para asegurar que aquellas son adecuadas al uso a que se destinan.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto el establecimiento de las consideraciones generales que permitan precisar los requisitos formales que deben tener los informes y dictámenes periciales, sin determinar los métodos y procesos específicos para la elaboración de los mismos.

Las normas específicas que se desarrollarán bajo el marco de esta norma serán de aplicación para determinadas actividades profesionales y podrán complementar los aspectos generales contenidos en esta norma.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos que se citan a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma. Únicamente es aplicable la edición de aquellos documentos que aparecen con fecha de publicación. Por el contrario, se aplicará la última edición (incluyendo cualquier modificación que existiera) de aquellos documentos que se encuentran referenciados sin fecha.

UNE-EN ISO 9000 *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.*

UNE 50132 *Documentación. Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos.*

## 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma UNE-EN ISO 9000 además de los siguientes:

### 3.1 código o referencia de identificación:

Conjunto de caracteres alfanuméricos que identifican un informe o dictamen pericial.

### 3.2 dato de partida:

Cualquier cantidad, magnitud, característica, relación, parámetro, criterio, hipótesis o requisito empleado en los documentos técnicos del informe o dictamen pericial, externo a éstos y cuyo conocimiento y aplicación es necesario y obligatorio para el desarrollo del informe o dictamen pericial.

### 3.3 dictamen pericial:

Opinión técnica y experta que se emite sobre hechos o cosas.

## 4 REQUISITOS GENERALES

### 4.1 Título

Todo informe y dictamen pericial deben tener un título que los identifique de forma clara e inequívoca.

### 4.2 Estructura

Todo informe o dictamen pericial debe constar de la siguiente estructura básica:

- Identificación.

- Índice.
- Cuerpo del informe; y cuando corresponda.
- Anejos.

### **4.3 Paginación**

En todas las páginas del informe o dictamen pericial debe figurar el código o referencia de identificación, el número de página y el número total de páginas.

## **5 IDENTIFICACIÓN**

### **5.1 Generalidades**

Es el elemento que contiene los datos necesarios para identificar el informe o dictamen pericial.

### **5.2 Contenido**

El informe o dictamen pericial debe iniciarse con la siguiente información:

- El título y su código o referencia de identificación. Debe existir una correspondencia unívoca entre el código o la referencia del informe correspondiente, de forma que no pueda haber en un mismo emisor otro informe u otro dictamen que dispongan de la misma identificación.
- El nombre del organismo u organismos a los que se dirige el informe o dictamen pericial y el número de expediente o procedimiento, si lo hubiera.
- El nombre y apellidos del perito, su titulación, y, en su caso, colegio o entidad a la que pertenece, documento de identificación, domicilio profesional, teléfono, fax, correo electrónico y cualquier otro identificador profesional que pudiera existir, salvo aquellos cuya revelación no sea legalmente procedente.
- El nombre, apellidos y documento de identificación del solicitante del informe o dictamen pericial, sea en nombre propio o en representación de otra persona física o jurídica, cuyos datos también figurarán y cualquier otro identificador que pudiera existir, cuya revelación sea legalmente procedente.
- En el caso en que el objeto del informe o dictamen pericial contemple un emplazamiento geográfico concreto, se debe definir dicho emplazamiento (dirección y población) y, si procede, sus coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*).
- Cuando proceda, nombre y apellidos del letrado y del procurador del solicitante.
- La fecha de emisión del informe o dictamen pericial.

## **6 DECLARACIÓN DE TACHAS**

En este capítulo se establece, cuando proceda, que el perito puede aplicar el sistema de tachas o hacer constar su imparcialidad.

## **7 JURAMENTO O PROMESA**

En este capítulo se establece, cuando proceda, que al emitir su dictamen, el perito manifiesta bajo juramento o promesa de decir verdad, que actuará con veracidad y con la mayor objetividad posible, que ha tomado y tomará en consideración todo aquello que sea susceptible de favorecer o causar un perjuicio a cualquiera de las partes y que conoce las sanciones penales en que puede incurrir en el caso de incumplir su deber como perito.

## **8 ÍNDICE GENERAL**

### **8.1 Generalidades**

El índice general del informe o dictamen pericial tiene como misión el facilitar la localización de todos y cada uno de los capítulos y apartados.

### **8.2 Contenido**

El índice debe indicar el número de página en que se inicia cada uno de los capítulos y apartados del informe o dictamen pericial.

## **9 CUERPO DEL INFORME O DICTAMEN PERICIAL**

### **9.1 Generalidades**

El cuerpo del informe o dictamen pericial es el documento principal de su estructura y asume la función de presentar y justificar las conclusiones.

El cuerpo del informe o dictamen pericial debe ser claramente comprensible por todos los interesados, especialmente en lo que se refiere a sus objetivos, las investigaciones realizadas y las razones que han conducido a las conclusiones adoptadas.

### **9.2 Contenido**

En los puntos siguientes se indica la numeración, de acuerdo con la Norma UNE 50132, título y contenido de cada uno de los capítulos y apartados de los que se compone el cuerpo del informe o dictamen pericial:

#### **1 OBJETO**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se debe indicar su finalidad.

#### **2 ALCANCE**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se deben indicar las cuestiones planteadas por el solicitante.

#### **3 ANTECEDENTES**

En este capítulo se deben indicar los hechos, cosas, sucesos o asuntos que se hayan producido con anterioridad al inicio del informe o dictamen pericial y que estén en conocimiento del perito.

#### **4 CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se deben enumerar todos aquellos aspectos necesarios para la comprensión de la investigación llevada a cabo y de la metodología empleada.



Se podrá incluir, en caso necesario, los criterios y técnicas utilizadas para garantizar la representatividad de la muestra objeto del informe o dictamen pericial.

## **5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial debe recoger el conjunto de disposiciones normativas, otras normas de no obligado cumplimiento, la buena práctica profesional y la bibliografía que se han tenido en cuenta, y que hayan sido citadas en el informe o dictamen pericial.

## **6 TERMINOLOGÍA Y ABREVIATURAS**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se deben relacionar todas las definiciones de palabras técnicas, así como el desarrollo y significado de todas las abreviaturas o siglas que se hayan utilizado en el informe o dictamen pericial.

## **7 ANÁLISIS**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se deben describir las bases y datos de partida establecidos por el solicitante y los que se deriven de:

- la legislación, reglamentación y normativa aplicables;
- la investigación realizada encaminada a la definición de las conclusiones;
- las referencias, documentos, muestras y procedimientos de toma y conservación de las mismas que puedan fundamentar las conclusiones del informe o dictamen pericial.

También se deben indicar los distintos razonamientos estudiados, qué caminos se han seguido para llegar a ellos, las ventajas e inconvenientes de cada uno y cuál es la justificación de las conclusiones.

## **8 CONCLUSIONES**

En este capítulo del cuerpo del informe o dictamen pericial se debe establecer de forma inequívoca la interpretación técnica y experta resumida que se emite sobre los extremos que constan en el capítulo 2 de Alcance.

Se pueden añadir consideraciones adicionales que a juicio del perito maten las conclusiones.

## **10 ANEJOS**

### **10.1 Generalidades**

Los anejos forman parte inseparable de la estructura del informe o dictamen pericial, y deben estar recogidos en el índice general.

Asimismo deben estar identificados de manera correlativa y paginados de forma inequívoca.

### **10.2 Contenido**

Como anejo, el perito puede incluir las referencias, documentos, muestras y procedimientos de toma y conservación de las mismas que puedan fundamentar las conclusiones del informe o dictamen pericial.

---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A C.O.I.T.A.V.C.

# INFORME DE EVALUACIÓN DEL EDIFICIO

## Datos generales del edificio

A. IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO		
Tipo de Vía:	Vía:	
Nº.:	Piso/Letra:	C.P.
Población:	Provincia:	
Ref. Catastral:		
Otras Ref. Catastrales y Observaciones <sup>(1)</sup> :		
El edificio objeto del presente informe es	<input type="checkbox"/> Un único edificio	
	<input type="checkbox"/> Una parte (bloque, portal....) de un edificio siempre que sea funcionalmente independiente del resto	
	<input type="checkbox"/> Otro Caso	
Comparte elementos comunes con edificaciones contiguas	<input type="checkbox"/> No	
	<input type="checkbox"/> Sí, indicar cuales:	

(1) Especificar en caso de que el edificio cuente con más de una referencia catastral, u otros casos como complejos inmobiliarios, varios edificios dentro de una misma parcela catastral, etc.

B. DATOS URBANÍSTICOS	
Planeamiento en vigor:	Clasificación:
Ordenanza:	Nivel de protección:
Elementos protegidos:	

C. DATOS DE PROPIEDAD <sup>(2)</sup>		
Régimen jurídico de la propiedad:	<input type="checkbox"/> Comunidad de propietarios	<input type="checkbox"/> Propietario único
	<input type="checkbox"/> Varios propietarios	<input type="checkbox"/> Otros:
Titular:	NIF/CIF:	
Dirección:		
C.P.	Población:	Provincia:
Tfno. Fijo:	Tfno. Móvil:	E-Mail:
Representante:	En condición de:	
NIF/CIF:	Dirección:	
C.P.	Población:	Provincia:
Tfno. Fijo	Tfno. Móvil	E-Mail:

(2) Indicar el propietario o en su caso el representante de éste o de la comunidad correspondiente

### D. DATOS DEL TÉCNICO COMPETENTE QUE SUSCRIBE EL INFORME

Técnico:		NIF/CIF:
Titulación:		
Colegio Oficial:		Nº. Colegiado:
Dirección:		
C.P.:	Población:	Provincia:
Tfno. Fijo:	Tfno. Móvil:	E-Mail:

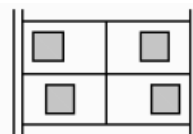
### E. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO

Superficie parcela (m <sup>2</sup> ):	Superficie construida (m <sup>2</sup> ):	Altura sobre rasante (m):
Uso característico/principal del edificio: <input type="checkbox"/> Residencial público <input type="checkbox"/> Residencial privado <input type="checkbox"/> Administrativo <input type="checkbox"/> Docente <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Sanitario <input type="checkbox"/> Otro		
Nº. total de plantas sobre rasante:	Nº. de plantas sobre rasante con uso igual al principal:	
Nº. de plantas sobre rasante con usos secundarios:	Uso(s) secundario(s):	
Nº. total de plantas bajo rasante:	Nº. de plantas bajo rasante con uso igual al principal:	
Nº. de plantas bajo rasante con usos secundarios:	Uso(s) secundarios(s):	
Nº. total de viviendas:	Superficie media (m <sup>2</sup> ):	
Nº. total de locales:	Superficie media (m <sup>2</sup> ):	
Nº. total de plazas de aparcamientos:	Superficie media (m <sup>2</sup> ):	
Nº. total de trasteros:	Superficie media (m <sup>2</sup> ):	
Año de construcción:	Referencia <sup>(3)</sup>	

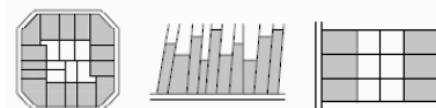
(3) Aportar la referencia a partir de la cual se obtiene el dato "año" del edificio. En su caso, indicar "Estimación"

Tipología edificatoria: Implantación en parcela del edificio <sup>(4)</sup>

Edificación exenta/aislada o pareada en parcela/bloque abierto:



Edificación entre medianeras/adosada/edificación en manzana cerrada:



Tipología edificatoria: Núcleos de comunicación vertical en edificios residenciales <sup>(4)</sup>

Un solo núcleo de escaleras:

- Sin ascensor  
 Con 1 ascensor  
 Con 2 o más ascensores

Nº. medio de viviendas por planta

Dos o más núcleos de comunicación vertical:

- Nº. total de escaleras:  
 Nº. total de ascensores:  
 Nº. total de viviendas con acceso a través de más de 1 núcleo:  
 Nº. total de viviendas sin acceso a través de ascensor:

Nº. medio de viviendas por planta

(4) Optar por la que describa mejor la forma de implantación del edificio

## F. ARCHIVOS GRÁFICOS

Se acompañará el presente documento con al menos un plano de situación del edificio y hasta tres fotografías en color que identifiquen el mismo. Formato mínimo 10 x 15 cm o resolución mínima 300 ppp

## G. DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA COMPLEMENTARIA

A continuación, indique la documentación administrativa complementaria de que dispone el edificio, por ejemplo: Licencia de Obras. Licencia de Ocupación, Licencia de Actividad, Expediente de Disciplina, Expediente de Ruina u Orden de ejecución entre otras:

### Nombre del documento N.º. 1:

Fecha:

Alcance:

Técnico responsable:

Observaciones:

### Nombre del documento N.º. 2:

Fecha:

Alcance:

Técnico responsable:

Observaciones:

### Nombre del documento N.º. 3:

Fecha:

Alcance:

Técnico responsable:

Observaciones:

### Nombre del documento N.º. 4:

Fecha:

Alcance:

Técnico responsable:

Observaciones:

## H. DESCRIPCIÓN NORMALIZADA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO A EFECTOS ESTADÍSTICOS

### CIMENTACIÓN

Sistemas de contención

Muro de piedra

Muro de fábrica bloque

Muro pantalla

Muro de fábrica ladrillo

Muro hormigón armado

Se desconoce/Otro

Cimentación superficial

Zapatas, zanjas, pozos, mampostería

Zapatas o zanjas hormigón

Losa

Se desconoce/Otro

Cimentación profunda

Pilotes

Pantallas

Se desconoce/Otro

Observaciones:

ESTRUCTURA				
Estructura vertical	<b>Muros de Carga</b> <input type="checkbox"/> De piedra <input type="checkbox"/> De fábrica de ladrillo <input type="checkbox"/> De hormigón armado <input type="checkbox"/> De bloque cerámico <input type="checkbox"/> De adobe <input type="checkbox"/> De bloque hormigón <input type="checkbox"/> De tapial <input type="checkbox"/> Con entramado de madera		<b>Pilares</b> <input type="checkbox"/> De ladrillo <input type="checkbox"/> De fundición <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De hormigón armado	<input type="checkbox"/> Se desconoce/Otro
Estructura horizontal Planta Tipo	<b>Estructura principal (Vigas)</b> <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Metálicas <input type="checkbox"/> De hormigón armado	<b>Forjado (Elementos secundarios, viguetas)</b> <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> De hormigón armado	<b>Forjado (Entrevidado)</b> <input type="checkbox"/> Tablero <input type="checkbox"/> Revoltón <input type="checkbox"/> Bovedilla cerámica <input type="checkbox"/> Bovedilla hormigón	<input type="checkbox"/> Forjado reticular <input type="checkbox"/> Losa hormigón <input type="checkbox"/> Se desconoce/Otro
Estructura horizontal Suelo. Planta en contacto con terreno <sup>(5)</sup>	<b>Forjado</b> <input type="checkbox"/> Idéntico al de P. Tipo <input type="checkbox"/> Diferente al de P. Tipo	<b>Forjado Sanitario</b> <input type="checkbox"/> Idéntico al de P. Tipo <input type="checkbox"/> Diferente al de P. Tipo	<input type="checkbox"/> Solera	<input type="checkbox"/> Se desconoce/Otro
Estructura de cubierta	<b>Forjado horizontal y</b> <input type="checkbox"/> Capa formación pte. <input type="checkbox"/> Tabiquillos + tablero  <b>Forjado inclinado</b> <input type="checkbox"/> Hormigón armado <input type="checkbox"/> Otro	<b>Cerchas, pórticos</b> <input type="checkbox"/> Vigas hormigón armado + tablero. <input type="checkbox"/> Vigas metálicas + tablero <input type="checkbox"/> Vigas madera + tablero	<input type="checkbox"/> Tablero cerámico <input type="checkbox"/> Tablero madera <input type="checkbox"/> Chapa/Sándwich	<input type="checkbox"/> Se desconoce/Otro
Observaciones:				

(5) Describir el sistema constructivo de la estructura que forma el suelo de la Planta Baja, o planta -n, si el edificio tiene -n plantas de sótano.

CERRAMIENTOS VERTICALES Y CUBIERTAS				
<b>Fachada principal</b>	<b>Acabado Visto en Fachada Principal</b> % sobre Sup. Cerram. Vertical Total:		<b>Acabado Revestido en Fachada Principal</b> % sobre Sup. Cerram. Vertical Total:	
Superficie (m <sup>2</sup> )	<input type="checkbox"/> Mampostería <input type="checkbox"/> Fábrica bloque hormigón <input type="checkbox"/> Sillería <input type="checkbox"/> Panel pref. hormigón	<input type="checkbox"/> Enfoscado y pintado <input type="checkbox"/> Chapado piedra <input type="checkbox"/> Revoco <input type="checkbox"/> Chapado metálico		
% sobre Sup. Cerram. Vertical Total	<input type="checkbox"/> Fábrica ladrillo <input type="checkbox"/> Panel metálico/Sándwich <input type="checkbox"/> Fábrica bloq. cerámico <input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Mortero monocapa <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Aplacado cerámico		
	Dispone de Cámara de Aire: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Se desconoce	Dispone de Aislamiento Térmico: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Se desconoce		

<b>Otras fachadas, fachadas a patios, y medianerías</b> <sup>(6)</sup>  Superficie (m <sup>2</sup> )  % sobre Sup. Cerram. Vertical Total	<b>Acabado Visto en Otras Fachadas</b>		<b>Acabado Revestido en Otras Fachadas</b>		
	% sobre Sup. Cerram. Vertical Total:		% sobre Sup. Cerram. Vertical Total:		
	<input type="checkbox"/> Mampostería	<input type="checkbox"/> Fábrica bloque hormigón	<input type="checkbox"/> Enfoscado y pintado	<input type="checkbox"/> Chapado piedra	
<input type="checkbox"/> Sillería	<input type="checkbox"/> Panel pref. hormigón	<input type="checkbox"/> Revoco	<input type="checkbox"/> Chapado metálico		
<input type="checkbox"/> Fábrica ladrillo	<input type="checkbox"/> Panel metálico/Sándwich	<input type="checkbox"/> Mortero monocapa	<input type="checkbox"/> Otros		
<input type="checkbox"/> Fábrica bloq. cerámico	<input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Aplacado cerámico			
Dispone de Cámara de Aire:		Dispone de Aislamiento Térmico:			
<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> Sí			
<input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> No			
<input type="checkbox"/> Se desconoce		<input type="checkbox"/> Se desconoce			
<b>Carpintería y vidrio en huecos</b>  Superficie (m <sup>2</sup> )  % sobre Sup. Cerram. Vertical Total	<b>Tipo de carpintería predominante</b>		<b>Tipo de vidrio predominante</b>		
	<input type="checkbox"/> Madera		<input type="checkbox"/> Simple		
	<input type="checkbox"/> Acero		<input type="checkbox"/> Con capa bajo emisiva		
<input type="checkbox"/> Aluminio		<input type="checkbox"/> Doble acristalamiento			
<input type="checkbox"/> PVC		<input type="checkbox"/> Con capa de control solar			
<input type="checkbox"/> Otros:		<input type="checkbox"/> Triple acristalamiento			
<b>Azotea/Cubierta plana</b>  Superficie (m <sup>2</sup> )  % sobre Sup. Cerram. Horizontal Total:	<input type="checkbox"/> Transitable		<b>Azotea/Cubierta plana</b>  Superficie (m <sup>2</sup> )  % sobre Sup. Cerram. Horizontal Total:	<input type="checkbox"/> Teja árabe	<input type="checkbox"/> Fibrocemento
	<input type="checkbox"/> No transitable			<input type="checkbox"/> Teja plana u otra	<input type="checkbox"/> Asfáltica
	Dispone de aislamiento térmico			<input type="checkbox"/> Teja cemento	<input type="checkbox"/> Chapa acero
<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Se desconoce	<input type="checkbox"/> Chapa cobre/zinc	<input type="checkbox"/> Pizarra
Dispone de lámina impermeabilizante		<input type="checkbox"/> Sí		Dispone de aislamiento térmico	
<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Se desconoce		<input type="checkbox"/> Se desconoce		<input type="checkbox"/> Se desconoce	
Observaciones:					

(6) Indicar la información correspondiente a otros cerramientos que no formen parte de la fachada principal y que supongan un mayor % sobre el resto de la superficie total de cerramientos verticales

<b>INSTALACIONES DEL EDIFICIO</b>					
<b>Saneamiento Evacuación de Aguas</b>	<input type="checkbox"/> No dispone de Sistema de Evacuación		<input type="checkbox"/> Bajantes vistas empotradas		<input type="checkbox"/> Bajantes
	<input type="checkbox"/> Dispone de Sist. Evacuación a red de alcantarillado público		<input type="checkbox"/> Otro:		
	<input type="checkbox"/> Dispone de Sist. Evacuación propio (fosa séptica, etc.)		<input type="checkbox"/> Colectores Vistos Enterrados		<input type="checkbox"/> Colectores
		<input type="checkbox"/> Otro:			
<b>Abastecimiento de agua</b>	<input type="checkbox"/> No dispone de Sistema de Abastecimiento de Agua		<input type="checkbox"/> Contador único para todo el edificio		
	<input type="checkbox"/> Dispone de conexión a Red de Abastecimiento público		<input type="checkbox"/> Contadores individuales por vivienda/local		
	<input type="checkbox"/> Dispone de Captación propia (pozo, bomba, etc.)		<input type="checkbox"/> Contadores individuales centralizados		

<b>Instalación eléctrica</b>	<p>El edificio dispone (instalación eléctrica elementos comunes):</p> <p><input type="checkbox"/> De Caja General de Protección (CGP)</p> <p><input type="checkbox"/> De Interruptor Diferencial</p> <p><input type="checkbox"/> De Interruptor Automático al inicio de los circuitos de servicios comunes</p> <p><input type="checkbox"/> De fusible al inicio de las derivaciones individuales a viviendas o locales</p> <p><input type="checkbox"/> Otros:</p>	<p><input type="checkbox"/> Contador único para todo el edificio</p> <p><input type="checkbox"/> Contadores individuales por vivienda/local</p> <p><input type="checkbox"/> Contadores individuales centralizados</p>
<b>Calefacción</b>	<p><input type="checkbox"/> Se dispone de sistema de Calefacción Colectivo/Central:</p> <p style="padding-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Caldera comunitaria</p> <p style="padding-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Bomba de calor</p> <p style="padding-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Otro:</p> <p>Combustible Calefacción Colectiva/Central:</p> <p><input type="checkbox"/> GLP                                      <input type="checkbox"/> Electricidad</p> <p><input type="checkbox"/> Gasóleo                                      <input type="checkbox"/> Leña/biomasa</p> <p><input type="checkbox"/> Gas Natural                                      <input type="checkbox"/> Otros</p>	<p>En caso contrario, indicar:</p> <p>% de viviendas/locales disponen de sistemas individuales de Calefacción:</p> <p>% viviendas con Caldera (Gas canalizado):</p> <p>Indicando: <input type="checkbox"/> Propano    <input type="checkbox"/> Gas Natural</p> <p>% viviendas con Caldera Gasóleo:</p> <p>% viviendas con Calefacción eléctrica:</p> <p>Indicando: <input type="checkbox"/> Bomba de Calor    <input type="checkbox"/> Radiadores</p> <p>% con Otros:</p>
<b>Agua Caliente Sanitaria ACS</b>	<p><input type="checkbox"/> El edificio dispone de sistema de ACS Central</p> <p>Combustible para producción ACS:</p> <p><input type="checkbox"/> GLP                                      <input type="checkbox"/> Electricidad</p> <p><input type="checkbox"/> Gasóleo                                      <input type="checkbox"/> Leña/biomasa</p> <p><input type="checkbox"/> Gas Natural                                      <input type="checkbox"/> Otros:</p> <p><input type="checkbox"/> El edificio dispone de captadores solares para la producción de ACS</p>	<p>En caso contrario, indicar:</p> <p>% de viviendas/locales disponen de sistemas individuales de producción de ACS:</p> <p>% viviendas con Calentadores (Gas canalizado):</p> <p>Indicando: <input type="checkbox"/> Propano    <input type="checkbox"/> Gas Natural</p> <p>% viviendas con Calentadores (Gas embotellado):</p> <p>Indicando: <input type="checkbox"/> Propano                      <input type="checkbox"/> Butano</p> <p>% viviendas con Calentadores eléctricos:</p> <p>% con Otros:</p>
<b>Gas canalizado para instalaciones domésticas</b>	<p>% de viviendas/locales que disponen de acometida a red de distribución canalizada de gas para uso doméstico:</p> <p><input type="checkbox"/> Propano</p> <p><input type="checkbox"/> Gas Natural</p>	<p><input type="checkbox"/> Contadores individuales por vivienda/local</p> <p><input type="checkbox"/> Contadores individuales centralizados</p>
<b>Refrigeración</b>	<p><input type="checkbox"/> El edificio dispone de sistema colectivo de Refrigeración:</p> <p style="padding-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Con torre de enfriamiento</p> <p style="padding-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Sin torre de enfriamiento</p>	<p>En caso contrario, indicar:</p> <p>% de viviendas/locales disponen de sistema individuales de refrigeración (aire acondicionado):</p> <p>Nº. aparatos de aire acondicionado vistos en fachadas:</p>
<b>Ventilación y renovación de aire</b>	<p>El edificio dispone de los siguientes sistemas de ventilación para los cuartos húmedos (baños y cocinas) de las viviendas:</p> <p><input type="checkbox"/> Ventanas                                      <input type="checkbox"/> Patinejos</p> <p><input type="checkbox"/> Shunts    <input type="checkbox"/> Otros:</p> <p><input type="checkbox"/> Existen locales o viviendas cuyos cuartos húmedos no tienen ninguno de los sistemas anteriores de ventilación.</p>	<p>Los aparcamientos disponen de sistemas de ventilación:</p> <p><input type="checkbox"/> Mecánica</p> <p><input type="checkbox"/> Natural</p> <p><input type="checkbox"/> Híbrida</p>



<b>Protección Contra Incendios</b>	El edificio dispone de: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Un sistema de detección de incendios</td> <td><input type="checkbox"/> Hidrantes exteriores</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Un sistema de alarma</td> <td><input type="checkbox"/> Columna seca</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Extintores móviles</td> <td><input type="checkbox"/> Boca de incendios equipada</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Un sistema de detección de incendios	<input type="checkbox"/> Hidrantes exteriores	<input type="checkbox"/> Un sistema de alarma	<input type="checkbox"/> Columna seca	<input type="checkbox"/> Extintores móviles	<input type="checkbox"/> Boca de incendios equipada		
<input type="checkbox"/> Un sistema de detección de incendios	<input type="checkbox"/> Hidrantes exteriores								
<input type="checkbox"/> Un sistema de alarma	<input type="checkbox"/> Columna seca								
<input type="checkbox"/> Extintores móviles	<input type="checkbox"/> Boca de incendios equipada								
<b>Protección Contra el Rayo</b>	El edificio dispone de: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pararrayos de puntas</td> <td><input type="checkbox"/> Un dispositivo de protecc. contra sobretensiones transitorias</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pararrayos Faraday</td> <td><input type="checkbox"/> Red de tierra</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pararrayos con sistemas activos (ionizantes)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Otro tipo de pararrayos</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Pararrayos de puntas	<input type="checkbox"/> Un dispositivo de protecc. contra sobretensiones transitorias	<input type="checkbox"/> Pararrayos Faraday	<input type="checkbox"/> Red de tierra	<input type="checkbox"/> Pararrayos con sistemas activos (ionizantes)		<input type="checkbox"/> Otro tipo de pararrayos	
<input type="checkbox"/> Pararrayos de puntas	<input type="checkbox"/> Un dispositivo de protecc. contra sobretensiones transitorias								
<input type="checkbox"/> Pararrayos Faraday	<input type="checkbox"/> Red de tierra								
<input type="checkbox"/> Pararrayos con sistemas activos (ionizantes)									
<input type="checkbox"/> Otro tipo de pararrayos									
<b>Instalaciones de Comunicaciones ICT</b>	El edificio dispone de: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Antena para recepción de TDT</td> <td><input type="checkbox"/> Acceso de telecomunicaciones por cable</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Antena para recepción de TV satélite</td> <td><input type="checkbox"/> Acceso de fibra óptica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Acceso de pares de cobre</td> <td><input type="checkbox"/> Accesos inalámbricos</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Otras instalaciones de ICT</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Antena para recepción de TDT	<input type="checkbox"/> Acceso de telecomunicaciones por cable	<input type="checkbox"/> Antena para recepción de TV satélite	<input type="checkbox"/> Acceso de fibra óptica	<input type="checkbox"/> Acceso de pares de cobre	<input type="checkbox"/> Accesos inalámbricos		<input type="checkbox"/> Otras instalaciones de ICT
<input type="checkbox"/> Antena para recepción de TDT	<input type="checkbox"/> Acceso de telecomunicaciones por cable								
<input type="checkbox"/> Antena para recepción de TV satélite	<input type="checkbox"/> Acceso de fibra óptica								
<input type="checkbox"/> Acceso de pares de cobre	<input type="checkbox"/> Accesos inalámbricos								
	<input type="checkbox"/> Otras instalaciones de ICT								
Observaciones:									

### Parte I: Estado de conservación

<b>1.1. DATOS GENERALES DE LA INSPECCIÓN</b>
Fecha/s de visita:
Nº. de viviendas inspeccionadas:
Nº. de locales u otros usos inspeccionados <sup>(7)</sup> :
Impedimentos a la hora de realizar la visita <sup>(7)</sup>
Medios empleados durante la inspección <sup>(7)</sup>
Pruebas o catas realizadas <sup>(7)</sup>
Medidas inmediatas de seguridad adoptadas durante la visita:
Observaciones:

(7) La inspección a realizar es de carácter visual, y respecto a aquellos elementos del edificio a los que se ha tenido acceso. No forma parte de la inspección detectar posibles vicios ocultos, ni prever causas sobrevenidas. Los elementos objeto de inspección son los que constan en este modelo de informe. Cuando los datos obtenidos en la inspección visual no sean suficientes para valorar las deficiencias detectadas, el técnico encargado de la inspección deberá proponer a la propiedad del inmueble efectuar una diagnosis del elemento o elementos constructivos afectados, así como las pruebas que considere necesarias.

## 1.2. HISTÓRICO DE INSPECCIONES PREVIAS

Fecha de la última inspección:

Técnico:

Resultado:

Grado de ejecución y efectividad de las obras derivadas de la inspección

Observaciones:

## 1.3. VALORACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL EDIFICIO

### 1.3.1. CIMENTACIÓN

Indicar las deficiencias detectadas que deben ser subsanadas, especificando si condicionan -por si mismas, o en combinación con otras- la valoración global del estado de conservación de la cimentación como desfavorable y apartando de cada una de ellas la siguiente información:

1. Localización de la deficiencia
2. Breve descripción de la misma
3. Pruebas o ensayos realizados
4. Observaciones
5. Fotografías identificativas

Valoración del estado de conservación (Cimentación)

Favorable

Desfavorable

*En caso de valorarse como desfavorable, se establecerá, si procede:*

*Plazo de inicio de las obras:*

*Plazo de finalización de las obras:*

### 1.3.2 ESTRUCTURA

Indicar las deficiencias detectadas que deben ser subsanadas, especificando si condicionan -por si mismas, o en combinación con otras- la valoración global del estado de conservación de la estructura como desfavorable y aportando de cada una de ellas la siguiente información:

1. Localización de la deficiencia
2. Breve descripción de la misma
3. Pruebas o ensayos realizados
4. Observaciones
5. Fotografías iidentificativas

Valoración del estado de conservación (Estructura)

Favorable

Desfavorable

*En caso de valorarse como desfavorable, se establecerá, si procede:*

*Plazo de inicio de las obras:*

*Plazo de finalización de las obras:*

### 1.3.3 FACHADAS Y MEDIANERÍAS

Indicar las deficiencias detectadas que deben ser subsanadas, especificando si condicionan -por si mismas, o en combinación con otras- la valoración global del estado de conservación de las fachadas (incluyendo cerramientos y huecos) y medianerías como desfavorable y aportando de cada una de ellas la siguiente información:

1. Localización de la deficiencia
2. Breve descripción de la misma
3. Pruebas o ensayos realizados
4. Observaciones
5. Fotografías identificativas

Valoración del estado de conservación (Fachadas y Medianerías)

Favorable

Desfavorable

*En caso de valorarse como desfavorable, se establecerá, si procede:*

*Plazo de inicio de obras:*

*Plazo de finalización de las obras:*

### 1.3.4 CUBIERTAS Y AZOTEAS

Indicar las deficiencias detectadas que deben ser subsanadas, especificando si condicionan -por si mismas, o en combinación con otras- la valoración global del estado de conservación de las cubiertas y azoteas como desfavorable y aportando de cada una de ellas la siguiente información:

1. Localización de la deficiencia
2. Breve descripción de la misma
3. Pruebas o ensayos realizados
4. Observaciones
5. Fotografías identificativas

Valoración del estado de conservación (Cubiertas y Azoteas)

Favorable

Desfavorable

*En caso de valorarse como desfavorable, se establecerá, si procede:*

*Plazo de inicio de las obras:*

*Plazo de finalización de las obras:*

### 1.3.5 INSTALACIONES

Indicar las deficiencias detectadas que deben ser subsanadas, especificando si condicionan -por si mismas, o en combinación con otras- la valoración global del estado de conservación de las instalaciones comunes de suministro de agua, saneamiento y electricidad como desfavorable y aportando de cada una de ellas la siguiente información:

1. Localización de la deficiencia
2. Breve descripción de la misma
3. Pruebas o ensayos realizados
4. Observaciones
5. Fotografías identificativas

Valoración del estado de conservación (Instalaciones)

Favorable

Desfavorable

*En caso de valorarse como desfavorable, se establecerá, si procede:*

*Plazo de inicio de las obras:*

*Plazo de finalización de las obras:*

**1.4. EXISTENCIA DE PELIGRO INMINENTE<sup>(8)</sup>**

Descripción del peligro inminente:

Indicar medidas a adoptar:

Fecha límite de actuación:

(8) A cumplimentar en caso de que sea necesario adoptar medidas inmediatas de seguridad para las personas

**1.5. VALORACIÓN FINAL DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL EDIFICIO**

El técnico competente abajo firmante valora el estado de conservación del edificio como:

FAVORABLE

DESFAVORABLE

Esta valoración del estado de conservación del edificio es suscrita por el técnico competente abajo firmante, en base a una inspección de carácter visual, y respecto a aquellos elementos del edificio a los que ha tenido acceso.

Observaciones:

En .....

a ..... de ..... de

Firmado: El Técnico competente

## 1.6. DESCRIPCIÓN NORMALIZADA DE LAS DEFICIENCIAS DE CONSERVACIÓN DEL EDIFICIO

**A efectos estadísticos, consignar las deficiencias del edificio según la descripción normalizada adjunta.**

*Exclusivamente a efectos de la normalización de esta información para su procesamiento estadístico, se consideran "Deficiencias Graves", las que, por sí mismas, o en combinación con otras, condicionan el resultado de la Parte I del Informe como "Desfavorable"*

**Defic. Graves**

### DEFICIENCIAS EN CIMENTACIÓN

<b>Cimentación</b>	Fisuras y/o grietas en los cerramientos del edificio derivadas de problemas en cimentación	
	Fisuras y/o grietas en elementos estructurales del edificio derivadas de problemas en cimentación	
	Fisuras y/o grietas en tabiquería derivadas de problemas en cimentación	
	Asiento de pilares derivado de problemas en cimentación	
	Asiento de soleras derivado de problemas en cimentación	
	Deformación y/o rotura de solados derivado/derivadas de problemas en cimentación	
	Abombamiento de muros de contención	
Otras deficiencias en Cimentación		

### DEFICIENCIAS EN ESTRUCTURA

<b>Estructura Vertical</b>	Deformaciones, fisuras y/o grietas en interior del edificio derivadas de problemas en la estructura vertical	
	Deformaciones, fisuras y/o grietas en los cerramientos del edificio derivadas de problemas en la estructura vertical	
	Abombamientos, desplomes y/o desniveles de muros de carga de la estructura vertical	
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura vertical	
	Corrosión de elementos metálicos de la estructura vertical	
	Patologías y degradación del hormigón en elementos de la estructura vertical	
	Fisuras en pilares de la estructura vertical	
	Presencia de humedades y/o filtraciones en elementos de la estructura vertical	
	Otras deficiencias en la Estructura Vertical	
<b>Estructura Horizontal</b>	Fisuras y/o grietas en forjados	
	Fisuras y/o grietas en vigas	
	Deformaciones anormales del forjado	
	Deformación y/o rotura de solados derivados de problemas de la estructura horizontal	
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura horizontal	
	Corrosión de elementos metálicos de la estructura horizontal	
	Patologías y degradación del hormigón en elementos de la estructura horizontal	
	Rotura y/o desprendimientos de elementos del forjado	
	Presencia de humedades y/o filtraciones en elementos de la estructura horizontal	
Otras deficiencias en la Estructura Horizontal		
<b>Estructura de Cubierta</b>	Deformación de faldones de la estructura de cubierta	
	Fisuras y/o grietas en la estructura de cubierta	
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura de cubierta	
	Corrosión en elementos metálicos de la estructura de cubierta	
	Patologías y degradación del hormigón en la estructura de cubierta	
	Roturas y/o desprendimientos de elementos de la estructura de cubierta	
	Presencia de humedades y/o filtraciones en la estructura de cubierta	
Otras deficiencias en Estructura de Cubierta		
<b>Estructura de Escaleras</b>	Fisuras y/o grietas en estructura de escaleras	
	Abombamiento de muros de escalera	
	Desnivel y/o deformación de las zancas en estructura de escaleras	
	Presencia de xilófagos en elementos de madera de la estructura de escalera	
	Rotura y/o desprendimientos de elementos de escaleras	
Otras deficiencias en la Estructura de Escaleras		



<b>DEFICIENCIAS EN CERRAMIENTOS VERTICALES</b>		
<b>Cerramientos verticales: Fachadas, Medianerías y Huecos</b>	Fisuras y/o grietas en los cerramientos de las fachadas exteriores	
	Fisuras y/o grietas en los cerramientos de las fachadas de patios	
	Fisuras y/o grietas en las medianerías	
	Abombamiento de muros de cerramiento	
	Deformación o rotura de carpinterías de huecos	
	Degradación, erosión y/o riesgo de desprendimiento de los materiales de la fábrica de cerramiento	
	Humedades de capitalidad en los muros de cerramiento	
	Humedades por filtraciones en los muros de cerramiento, carpinterías y encuentros	
	Humedades por condensación u otras causas en los muros de cerramiento, carpinterías y encuentros	
	Presencia de vegetación y/o microorganismos (moho, musgo, bacterias ...) en muros de cerramiento	
	Degradación o ausencia de juntas entre edificios en fachadas	
	Riesgo de desprendimiento de elementos adosados a las fachadas	
	Degradación o ausencia de aislamiento térmico en fachadas y medianerías	
	Otras deficiencias en los muros de cerramiento	
<b>Acabados de Fachada</b>	Fisuras y/o grietas en revoco de las fachadas exteriores	
	Fisuras y/o grietas en revoco de fachadas de patios	
	Abombamiento del revoco en muros de cerramiento	
	Humedades en revoco de muros de cerramiento	
	Presencia de vegetación y de microorganismos (moho, musgo, bacterias ...) en revoco de muros de cerramiento	
	Abombamiento, degradación, erosión de los materiales y/o riesgo de desprendimiento del revoco de fachadas	
	Degradación de los paneles, placas y elementos prefabricados de cerramiento en fachadas	
	Degradación de los anclajes de sujeción de aplacados, paneles y placas de cerramiento	
Otras deficiencias en los acabados de fachada		
<b>Carpintería Exterior y acristalamiento</b>	Deformación y/o rotura de carpinterías exteriores	
	Presencia de microorganismos en carpintería exterior (moho, musgo, bacterias ...) o de xilófagos en carpintería exterior de madera	
	Erosión de los materiales en carpintería exterior y/o corrosión de elementos metálicos en carpintería exterior	
	Ausencia de acristalamientos o vidrios rotos y/o desprendidos	
<b>Elementos Adosados a Fachada</b>	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de los elementos adosados a fachada como: bajantes, chimeneas, farolas, antenas, marquesinas, tendedores, toldos, cableados, equipos de climatización, etc.	
<b>Otros Elementos de Fachada</b>	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de elementos de fachada como: aleros, cornisas, voladizos, miradores, etc. Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de defensas como: barandillas, antepechos, petos, balaustradas, vallas, rejas, cierres de seguridad, etc.	
<b>Otras deficiencias</b>	Otras deficiencias en cerramientos verticales	

<b>DEFICIENCIAS EN AZOTEAS Y CUBIERTAS</b>		
<b>Azoteas y cubiertas planas</b>	Ausencia, deformación y/o rotura de las membranas impermeabilizantes en azoteas	
	Ausencia, deformación y/o roturas del pavimento en azoteas	
	Ausencia, deformación y/o roturas de juntas de dilatación en azoteas	
	Manifestación de filtraciones y/o goteras procedentes de azoteas	
	Manifestación de condensaciones en el interior derivadas de las azoteas	
	Presencia de vegetación y/o de microorganismos (moho, musgo, bacterias ...) en azoteas	
	Anidamiento de aves en azoteas	
	Rotura, obstrucciones u otras deficiencias en sumideros, cazoletas y elementos de desagüe en azoteas	
	Otras deficiencias en Azoteas (incluyendo ausencia de aislamiento térmico)	
<b>Cubiertas inclinadas</b>	Deformación y/o rotura de los faldones de cubierta	
	Desprendimiento y/o roturas de las piezas de cobertura: tejas, placas, etc.	
	Deformación y/o roturas de juntas de dilatación en cubiertas	
	Manifestación de filtraciones y/o goteras derivadas de la cubierta	
	Manifestación de condensaciones en el interior de la cubierta	

	Presencia de vegetación y/o de microorganismos (moho, musgo, bacterias ...) en la cubierta	
	Anidamiento de aves en cubierta	
	Rotura, obstrucciones u otras deficiencias de los canalones en cubierta	
	Otras deficiencias en Cubiertas Inclinadas (incluyendo ausencia de aislamiento térmico)	
<b>Otros Elementos de Cubierta</b>	Mal estado y/o riesgo de desprendimiento de Otros Elementos de Cubierta, como: lucernarios, claraboyas y ventanas, chimeneas y shunts, antenas, casetón del ascensor, etc.	
<b>DEFICIENCIAS EN INSTALACIONES COMUNES DEL EDIFICIO</b>		
<b>Instalación de Abastecimiento Agua</b>	Humedades y/o Filtraciones derivadas de fugas en las conducciones y tuberías de abastecimiento y distribución de agua	
	Olías deficiencias en la instalación de Abastecimiento de agua	
<b>Instalación de Saneamiento</b>	Humedades y/o Filtraciones derivadas de fugas en las conducciones y tuberías de saneamiento	
	Problemas de pocería y atascos en las conducciones de saneamiento	
	Otras deficiencias en la instalación de Saneamiento	

<b>1.7. DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE SOBRE LAS INSTALACIONES COMUNES DEL EDIFICIO</b>		
La propiedad del edificio dispone de la siguiente documentación sobre las instalaciones comunes del edificio:		
<b>Instalación Eléctrica</b>	Boletín de Instalador de la Instalación Eléctrica del edificio	
<b>Instalaciones de Calefacción ACS</b>	Documentación Administrativa de la instalación de Calefacción	
	Contrato de Mantenimiento de la instalación de Calefacción	
	Documentación Administrativa de la instalación de Agua Caliente Sanitaria	
	Contrato de Mantenimiento de la instalación de Agua Caliente Sanitaria	
<b>Instalación de Ascensor</b>	Certificado de Inspección Periódica en Ascensores y Montacargas	
	Contrato de Mantenimiento en ascensores, montacargas y salvaescaleras	
<b>Instalaciones de Protección</b>	Certificado de Instalador Autorizado de la Instalación de Protección Contra Incendios	
	Contrato de Mantenimiento de la Instalación de Protección Contra Incendios	
<b>Instalación de Gas</b>	Certificado/s de la Instalación de Gas del edificio	
	Certificado de Inspección Periódica de la Instalación de Gas del edificio	
<b>Depósitos Combustible</b>	Documentación de la Instalación y/o Certificación Administrativa de Depósitos de Combustible	
	Documentación acreditativa de la inspección y/o revisión de Depósitos de Combustible	
<b>Ins. Telecomunicaciones ICT</b>	Documentación de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ITC) exigida por la normativa (protocolo de pruebas, boletín de instalación o certificado de fin de obra), a especificar	
<b>Otra documentación:</b>		

## Parte II: Condiciones básicas de accesibilidad

### Uso residencial vivienda

#### II.1 CONDICIONES FUNCIONALES DEL EDIFICIO (Según CTE-DB-SUA 9)

<b>ACCESIBILIDAD EN EL EXTERIOR</b>
<b>Para edificios, indicar:</b>
1.1. El edificio dispone de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica una entrada principal al mismo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con vía pública <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si</li> <li>• Con zonas comunes exteriores<sup>(9)</sup> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si</li> </ul>
Para conjuntos de viviendas unifamiliares, indicar:
1.2. La parcela dispone de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica una entrada a la zona privada de cada vivienda
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con vía pública <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si</li> <li>• Con zonas comunes exteriores<sup>(9)</sup> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si</li> </ul>
OBSERVACIONES (indicar deficiencias detectadas y número de viviendas afectadas):

(9) Aparcamientos propios, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.

### ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS

1.3. En el edificio hay que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al mismo hasta alguna vivienda o zona comunitaria

No

Si; en su caso, indique

Dispone de Ascensor accesible entre ellas

Dispone de Rampa accesible entre ellas

Dispone de Ascensor no accesible según DB SUA 9

Especificar dimensiones de la cabina:

No dispone de rampa ni ascensor:

En este caso, el edificio tiene un espacio cuyas condiciones dimensionales y estructurales permiten instalación de ascensor o rampa accesible:

No

Si

1.4. El edificio tiene más de doce viviendas situadas en plantas sin entrada principal accesible

No

Si; en su caso, indique

Dispone de Ascensor accesible entre ellas

Dispone de Rampa accesible entre ellas

Dispone de Ascensor no accesible según DB SUA 9

Especificar dimensiones de la cabina:

No dispone de rampa ni ascensor:

En este caso, el edificio tiene un espacio cuyas condiciones dimensionales y estructurales permiten instalación de ascensor o rampa accesible:

No

Si

OBSERVACIONES (indicar deficiencias detectadas y número de viviendas afectadas):

Para edificios o conjuntos de viviendas con viviendas accesibles para usuarios en silla de ruedas, siendo estas viviendas legalmente exigibles, indicar:

1.5. La planta o plantas con VIVIENDAS ACCESIBLES par USUARIOS DE SILLA DE RUEDAS están comunicadas mediante un ASCENSOR o RAMPA ACCESIBLE con las plantas donde se encuentran

• La entrada accesible al edificio  No  Si

• Los elementos asociados a las viviendas <sup>(10)</sup>  No  Si

• Las zonas comunitarias  No  Si

OBSERVACIONES:

(10) Se consideran elementos asociados a viviendas accesibles los trasteros accesibles, las plazas de garaje accesibles, etc.

### ACCESIBILIDAD EN LAS PLANTAS DEL EDIFICIO

1.6. Todas las plantas disponen de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica los accesos accesibles a ellas

• Entre sí  No  Si

• Con las viviendas situadas en las mismas plantas  No  Si

• Con las zonas de uso comunitario situadas en las mismas plantas  No  Si

OBSERVACIONES:

Para edificios o conjunto de viviendas con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas, siendo estas viviendas legalmente exigibles, indicar:

1.7. Las plantas donde se encuentran los elementos asociados a viviendas accesibles disponen de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica los accesos accesibles a ellas con dichos elementos

No  Si

OBSERVACIONES:

## II.2. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES (Según CTE-DB-SUA 9)

### PLAZAS DE APARCAMIENTOS ACCESIBLES

Si el edificio dispone de aparcamiento propio y cuenta con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas, siendo estas viviendas legalmente exigibles, indicar:

2.1. El aparcamiento dispone de una PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE por cada vivienda accesible a USUARIO DE SILLA DE RUEDAS legalmente exigible.

No  Si

OBSERVACIONES:

### PISCINAS

En edificios con viviendas accesibles para usuarios en silla de ruedas, siendo estas viviendas legalmente exigibles, indicar:

2.2. La piscina dispone de alguna entrada al vaso mediante grúa o cualquier otro dispositivo adaptado, excepto en la piscina infantil

No  Si

OBSERVACIONES:

### SERVICIOS HIGIÉNICOS

En los aseos o vestuarios exigidos legalmente de uso privado que sirven a zonas de uso privado cuyas superficies sumen más de 100 m<sup>2</sup> y cuyas ocupaciones sumen más de 10 personas calculadas conforme al SI 3, indicar

2.3. Los aseos exigidos legalmente, disponen de un ASEO ACCESIBLE por cada 10 unidades o fracción, de los inodoros instalados, admitiéndose el uso compartido por ambos sexos

No  Si

2.4. Los vestuarios exigidos legalmente, disponen de una CABINA Y UNA DUCHA ACCESIBLE por cada 10 unidades o fracción, de los instalados

No  Si

OBSERVACIONES:

### MECANISMOS ACCESIBLES

2.5. Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma son MECANISMOS ACCESIBLES (según CTE-DB-SUA) en cualquier zona, excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula.

No  Si

OBSERVACIONES:

## II.3. DOTACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y LA SEÑALIZACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES (Según CTE-DB-SUA 9)

### DOTACIÓN DE INFORMACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN

En caso de existir los siguientes elementos, indicar:

3.1. Los elementos accesibles, están señalizados mediante el "SIA"

- Los ASCENSORES ACCESIBLES  No  Si
- Las PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES, excepto las vinculadas a un residente  No  Si

En caso de existir varias entradas al edificio, indicar:

3.2. Las ENTRADAS QUE SON ACCESIBLES están señalizadas mediante el "SIA" complementado en su caso con flecha direccional

No  Si

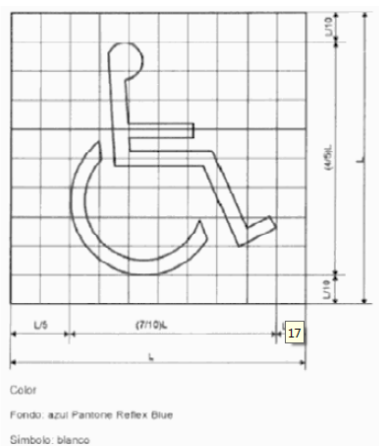
En caso de existir varios recorridos alternativos, indicar

3.3. Los ITINERARIOS QUE SON ACCESIBLES están señalizados mediante el "SIA" complementado en su caso con flecha direccional

No       Si

OBSERVACIONES:

#### GRÁFICO DEL "SIA"



## Residencial público y otros usos

### II.4. CONDICIONES FUNCIONALES DEL EDIFICIO (Según CTE-DB-SUA 9)

#### ACCESIBILIDAD EN EL EXTERIOR

4.1. El edificio dispone de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica una entrada principal al mismo

- Con la vía pública  No  Si
- Con las zonas comunes exteriores<sup>(11)</sup>  No  Si

OBSERVACIONES:

(11) Aparcamientos propios, jardines, piscina, zonas deportivas, etc.

#### ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS

4.2. El Edificio tiene más de dos plantas desde una ENTRADA PRINCIPAL ACCESIBLE hasta alguna planta que no sea de ocupación nula.

- No  Si; En su caso, indique si dispone de un elemento que comunica las plantas que no sean de ocupación nula con las plantas de entrada principal accesible al edificio:
- Ascensor o rampa accesible
- Ascensor no accesible según DB SUA  
Especificar dimensiones:
- No dispone de ascensor ni rampa accesible

4.3. El Edificio tiene más de 200 m<sup>2</sup> de superficie útil en plantas SIN ENTRADA ACCESIBLE (excluida la superficie de zonas de zonas de ocupación nula)

- No  Si; En su caso, indique si dispone de un elemento que comunica las plantas que no sean de ocupación nula con las plantas de entrada principal accesible al edificio:
- Ascensor o rampa accesible
- Ascensor no accesible según DB SUA  
Especificar dimensiones:
- No dispone de ascensor ni rampa accesible

4.4. El Edificio tiene ELEMENTOS ACCESIBLES (plazas de aparcamiento accesibles, alojamientos accesibles, plazas reservadas, servicios higiénicos accesibles, etc.)

- No  Si; En su caso, indique si dispone de un elemento que comunica las plantas donde se encuentran los elementos accesibles con las de entrada principal accesible al edificio:
- Ascensor o rampa accesible
- Ascensor no accesible según DB SUA  
Especificar dimensiones:
- No dispone de ascensor ni rampa accesible

4.5. El establecimiento tiene zonas de uso público que en total suman más de 100 m<sup>2</sup> de superficie útil o en las que se prestan servicios distintos a los que se presentan en las plantas accesibles

- No  Si; En su caso, indique si dispone de un elemento que comunica dichas zonas con las plantas accesibles:
- Ascensor o rampa accesible
- Ascensor no accesible según DB SUA  
Especificar dimensiones:
- No dispone de ascensor ni rampa accesible

OBSERVACIONES:

### ACCESIBILIDAD EN PLANTAS DEL EDIFICIO

4.5. El edificio dispone de un ITINERARIO ACCESIBLE que comunica en cada planta los accesos accesibles a ella:

- Entre sí  No  Si
- Con las zonas de uso público  No  Si
- Con los elementos accesibles  No  Si
- Con las zonas de uso privado exceptuando zonas de ocupación nula y recintos < 50 m<sup>2</sup>  No  Si

OBSERVACIONES:

### II.5. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES (Según CTE-DB-SUA 9)

#### ALOJAMIENTOS ACCESIBLES EN ESTABLECIMIENTOS

Para edificios de uso residencial público, indicar:

5.1. Según el número de alojamientos de que dispone el establecimiento, existe un número mínimo de ALOJAMIENTOS ACCESIBLES

- Entre 5 y 50 alojamientos, se dispone de un (1) alojamiento disponible mínimo  No  Si
- Entre 51 y 100 alojamientos, se dispone de dos (2) alojamientos disponibles mínimo  No  Si
- Entre 101 y 150 alojamientos, se dispone de cuatro (4) alojamientos disponibles mínimo  No  Si
- Entre 151 y 200 alojamientos, se dispone de seis (6) alojamientos disponibles mínimo  No  Si
- Más de 200 alojamientos, se dispone de ocho (8) alojamientos disponibles como mínimo  No  Si
- A partir de 250 alojamientos, se dispone de un (1) alojamiento disponible más, por cada 50 alojamientos o fracción  No  Si

OBSERVACIONES:

#### PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES

Uso residencial público con aparcamiento propio de más de 100 m<sup>2</sup> construidos indicar

5.2. El Aparcamiento tiene una PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE por cada ALOJAMIENTO ACCESIBLE

No  Si

Uso comercial, Uso de pública concurrencia o Uso de aparcamiento público, con aparcamiento propio de más de 100 m<sup>2</sup> construidos indicar:

5.3. El Aparcamiento tiene una PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción

No  Si

Otros usos con aparcamiento propio de más de 100 m<sup>2</sup> construidos indicar:

5.4. Según el número de aparcamientos o fracciones de que dispone el establecimiento, existe un número mínimo de PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES:

- Hasta 200 plazas, se dispone de una(1) plaza de aparcamiento accesible, por cada 50 plazas o fracción  No  Si
- A partir de 201 plazas, se dispone de una (1) plaza de aparcamiento accesible más, por cada 100 plazas adicionales o fracción  No  Si



En todo caso, indicar:

5.5. El edificio o establecimiento dispone de una PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE por cada PLAZA RESERVADA PARA USUARIOS DE SILLA DE RUEDAS

No  Si

OBSERVACIONES:

#### PLAZAS RESERVADAS

Si el establecimiento o edificio tiene espacios con asientos fijos para el público (auditorios, cines, salones de actos, teatros, etc), indicar:

5.6. El edificio o establecimiento dispone por cada 100 plazas o fracción, de una PLAZA RESERVADA PARA USUARIOS DE SILLA DE RUEDAS

No  Si

5.7. El edificio o establecimiento tiene más de 50 asientos fijos y dispone por cada 50 plazas o fracción, de una PLAZA RESERVADA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA

No  Si

Si el establecimiento o edificio tiene zonas de espera con asientos fijos, indicar:

5.8. La ZONA DE ESPERA del edificio o establecimiento, dispone por cada 100 asientos o fracción, de una PLAZA RESERVADA PARA USUARIOS DE SILLAS DE RUEDAS

No  Si

OBSERVACIONES:

#### PISCINAS

En piscinas abiertas al público de establecimientos de uso Residencial Público con alojamientos accesibles, indicar:

5.9. La piscina dispone de alguna entrada al vaso mediante grúa o cualquier otro dispositivo adaptado, excepto en la piscina infantil

No  Si

OBSERVACIONES:

#### SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES

En los aseos o vestuarios exigidos legalmente de uso privado que sirven a zonas de uso privado cuyas superficies útiles asumen más de 100 m<sup>2</sup> y cuyas ocupaciones asumen más de 10 personas calculadas conforme a SI 3 y/0 los de uso público en todo caso, indicar:

5.10. Dispone de un ASEO ACCESIBLE por cada 10 unidades o fracción, de los inodoros instalados, admitiéndose el uso compartido por ambos sexos

No  Si

5.11. Dispone de una CABINA Y UNA DUCHA ACCESIBLES por cada 10 unidades o fracción, de los instalados

No  Si

OBSERVACIONES:

### MOBILIARIO FIJO EN ZONAS DE ATENCIÓN AL PÚBLICO

5.12. Las zonas de ATENCIÓN AL PÚBLICO disponen de mobiliario fijo con un PUNTO DE ATENCIÓN ACCESIBLE o alternativamente de un PUNTO DE LLAMADA ACCESIBLE para recibir asistencia

No  Si

OBSERVACIONES:

### MECANISMOS ACCESIBLES

5.12. Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma son MECANISMOS ACCESIBLES<sup>(12)</sup> en cualquier zona del edificio, excepto en las zonas de ocupación nula

No  Si

OBSERVACIONES:

(12) Mecanismos accesible son los que cumplen las características definidas en CTE-DB-SUA

## II. 6. DOTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y LA SEÑALIZACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES (Según CTE-DB-SUA 9)

### DOTACIÓN DE INFORMACIÓN CARACTERIZACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN

En zonas de uso privado, indicar (sólo para los elementos existentes):

6.1. Los siguientes elementos, están señalizados mediante el "SIA" complementando en su caso con flecha direccional.

- |  |                             |                             |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| •Todas las ENTRADAS ACCESIBLES, cuando existan varias al edificio                | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Todos los ITINERARIOS ACCESIBLES, cuando existan varios recorridos alternativos | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Los ASCENSORES ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Las PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Las PLAZAS RESERVADAS   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |

En zonas de uso público, indicar (sólo para los elementos existentes):

6.2. Los siguientes elementos, están señalizados mediante el "SIA" complementando en su caso con flecha direccional.

- |  |                             |                             |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| •Todas las ENTRADAS ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Los ASCENSORES ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Todos los ITINERARIOS ACCESIBLES  | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Las PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Las PLAZAS RESERVADAS   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Los SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES   | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |
| •Los ITINERARIOS ACCESIBLES que comuniquen la vía pública con los PUNTOS DE LLAMADA ACCESIBLES o con los PUNTOS DE ATENCIÓN ACCESIBLES | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si |

6.3. Los SERVICIOS HIGIÉNICOS DE USO GENERAL están señalizados con PICTOGRAMAS NORMALIZADOS DE SEXO en autorrelieve y contraste cromático a una altura de entre 0,80 m y 1,20 m junto al marco y la derecha de la puerta, en el sentido de entrada

No  Si

OBSERVACIONES:

En todo caso:

6.4. El edificio tiene ASCENSORES ACCESIBLES

No  Si, en este caso indicar si cuentan con indicación

•En BRAILLE Y ARÁBIGO en autorrelieve y a una altura entre 0,80 m y 1,20 m  No  Si

•Del NÚMERO DE PLANTA en la jamba derecha, en sentido de salida de la cabina  No  Si

6.5. El edificio tiene ZONAS DOTADAS DE BUCLE MAGNÉTICO

No  Si, en este caso indicar:

•Están señalizadas con PICTOGRAMAS NORMALIZADOS  No  Si

6.6. El edificio cuenta con BANDAS SEÑALIZADORAS VISUALES Y TÁCTILES exigidas en el DB-SUA

No  Si, en este caso indicar si dichas BANDA:

•Son de color contrastado con el pavimento  No  Si

•Tienen un relieve de altura  $3\pm 1$  mm, en caso de encontrarse en el interior del edificio  No  Si

•Tienen un relieve de altura  $5\pm 1$  mm, en caso de encontrarse en el exterior del edificio  No  Si

•En el arranque de las escaleras, tienen 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera.  No  Si

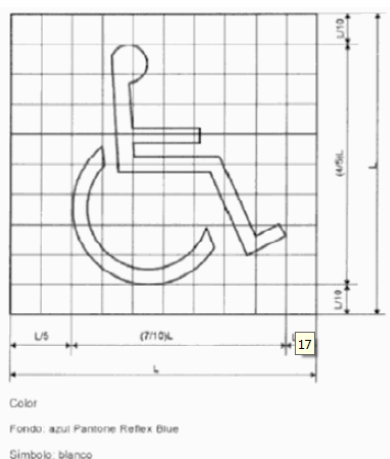
•Para señalar el ITINERARIO ACCESIBLE hasta un PUNTO DE LLAMADA ACCESIBLE o hasta un PUNTO DE ATENCIÓN ACCESIBLE, tienen acanaladuras paralelas a la dirección de la marcha y una anchura de 40 cm  No  Si

6.7. El SÍMBOLO INTERNACIONAL DE ACCESIBILIDAD PAR LA MOVILIDAD (SIA) empleado en la señalización de edificio tiene las características y dimensiones que establece la Norma UNE 41501:202, según gráfico adjunto

No  Si

OBSERVACIONES:

#### GRÁFICO DEL "SIA"



### II. 7. VALORACIÓN FINAL DE LAS CONDICIONES BÁSICAS DE ACCESIBILIDAD

El técnico competente abajo firmante valora que:

- EL EDIFICIO SATISFACE COMPLETAMENTE LAS CONDICIONES BÁSICAS DE ACCESIBILIDAD
- EL EDIFICIO NO SATISFACE COMPLETAMENTE LAS CONDICIONES BÁSICAS DE ACCESIBILIDAD, presentando deficiencias respecto a las siguientes exigencia.

#### USO RESIDENCIAL VIVIENDA

##### 1. CONDICIONES FUNCIONALES DEL EDIFICIO

- ACCESIBILIDAD EXTERIOR
- ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS DEL EDIFICIO
- ACCESIBILIDAD EN LAS PLANTAS DEL EDIFICIO

##### 2. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

- EN PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLE
- EN PISCINAS
- EN SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES
- EN MECANISMOS ACCESIBLES

#### USO RESIDENCIA PÚBLICO Y OTROS USOS

##### 1. CONDICIONES FUNCIONALES DEL EDIFICIO

- ACCESIBILIDAD EXTERIOR
- ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS DEL EDIFICIO
- ACCESIBILIDAD EN LAS PLANTAS DEL EDIFICIO

##### 2. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

- EN ALOJAMIENTOS ACCESIBLES
- EN PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES
- EN PLAZAS RESERVADAS
- EN PISCINAS

<p><b>3. DOTACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES</b></p> <p><input type="checkbox"/> EN CUALQUIER ZONA DEL EDIFICIO</p>	<p><input type="checkbox"/> EN SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES</p> <p><input type="checkbox"/> EN MOBILIARIO FIJO</p> <p><input type="checkbox"/> EN MECANISMOS ACCESIBLES</p> <p><b>3. DOTACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES</b></p> <p><input type="checkbox"/> EN CUALQUIER ZONA DEL EDIFICIO</p>
<b>II.8. AJUSTES RAZONABLES EN MATERIA DE ACCESIBILIDAD<sup>(13)</sup></b>	
En el caso en que el edificio no satisfaga completamente las condiciones básicas de accesibilidad.	
<b>II.8.1 Análisis de los posibles efectos discriminatorios de la no adopción de las medidas de adecuación.</b>	
II.8.1.1 Según datos facilitados por el representante de la propiedad, el número de personas empadronadas en el edificio con discapacidad oficialmente reconocida o mayores de 70 años es:	
II.8.1.2 Indicar el número de viviendas a las que no se puede acceder desde la vía pública mediante un itinerario accesible:	
OBSERVACIONES:	
<b>II.8.2. Consideraciones sobre la estructura y características de la propiedad del inmueble</b>	
OBSERVACIONES:	
<b>II.8.3. Costes estimados de las medidas de adecuación para satisfacer las condiciones básicas de accesibilidad (desglosados por medidas):</b>	
Medida 1. Descripción:	Medida 1. Coste estimado: _____ € Ayuda oficial estimada: _____ €
Medida 2. Descripción:	Medida 2. Coste estimado: _____ € Ayuda oficial estimada: _____ €
Medida 3. Descripción:	Medida 3. Coste estimado: _____ € Ayuda oficial estimada: _____ €
Medida n. Descripción:	Medida n. Coste estimado: _____ € Ayuda oficial estimada: _____ €
<b>III.8.4. Determinación del carácter proporcionado o no de la carga económica de las medidas de adecuación. (considerando los costes estimados de cada una de las medidas de adecuación y las posibilidades de obtener financiación oficial o cualquier otra ayuda).</b>	
II.8.4.1. Según datos facilitados por el representante de la propiedad, el importe equivalente a 12 mensualidades ordinarias de gastos comunes es de:	
II.8.4.2. Posibilidades de obtener financiación oficial o cualquier otra ayuda:	

II.8.4.3. Según datos facilitados por el representante de la propiedad. ¿Existen unidades familiares a las que pertenezca alguno de los propietarios que forman parte de la comunidad, que tengan ingresos anuales inferiores a 2,5 veces el indicador Público de Renta de Efectos Múltiples (IPREM)?

OBSERVACIONES:

**II.8.5. Susceptibilidad de realizar ajustes razonables en materia de accesibilidad**

El técnico competente abajo firmante considera que:

- EL EDIFICIO NO ES SUSCEPTIBLE DE REALIZAR AJUSTES RAZONABLES<sup>(13)</sup> en materia de accesibilidad.
- EL EDIFICIO ES SUSCEPTIBLE DE REALIZAR AJUSTES RAZONABLES<sup>(14)</sup> en materia de accesibilidad,
- total o  parcialmente.

**II.8.6. Ajustes razonables<sup>(13)</sup> en materia de accesibilidad**

El técnico competente abajo firmante considera que el edificio es susceptible de realizar los siguientes ajustes razonables en materia de accesibilidad:

Descripción:	Coste estimado: _____ €
--------------	-------------------------

(13) Según el apartado c del artículo 7 de la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, se entiende por Ajuste razonable: "las medidas de adecuación del ambiente físico, social y actitudinal a las necesidades específicas de las personas con discapacidad que, de forma eficaz y práctica y sin que suponga una carga desproporcionada, faciliten la accesibilidad o participación de una persona con discapacidad en igualdad de condiciones que el resto de los ciudadanos. Para determinar si una carga es o no proporcionada se tendrán en cuenta los costes de la medida, los efectos discriminatorios que suponga para las personas con discapacidad su no adopción, la estructura y características de la persona, entidad u organización que ha de ponerla en práctica y la posibilidad que tenga de obtener financiación oficial o cualquier otra ayuda".

(14) Ver artículo 10 de la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad Horizontal.

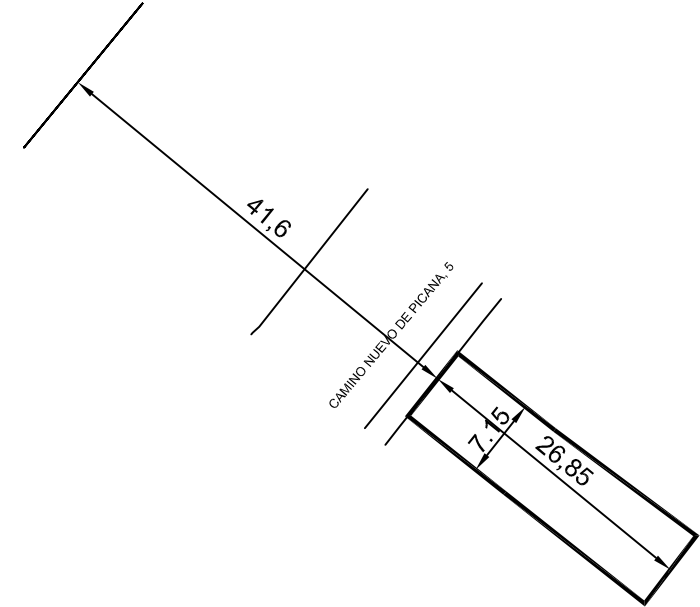
En .....

a ..... de ..... de

Firmado: El Técnico competente

### **Parte III: Certificado de eficiencia energética**

cuando el presente informe tenga por objeto un edificio **de tipología residencia colectiva** (entendiendo por tal aquel que contenga más de una vivienda,, sin perjuicio de que pueda contener, de manera simultánea, otros usos distintos del residencial) deberá adjuntarse como Parte III de este informe, el **Certificado de Eficiencia Energética del Edificio**, con el contenido y mediante el procedimiento establecido para el mismo por la normativa vigente



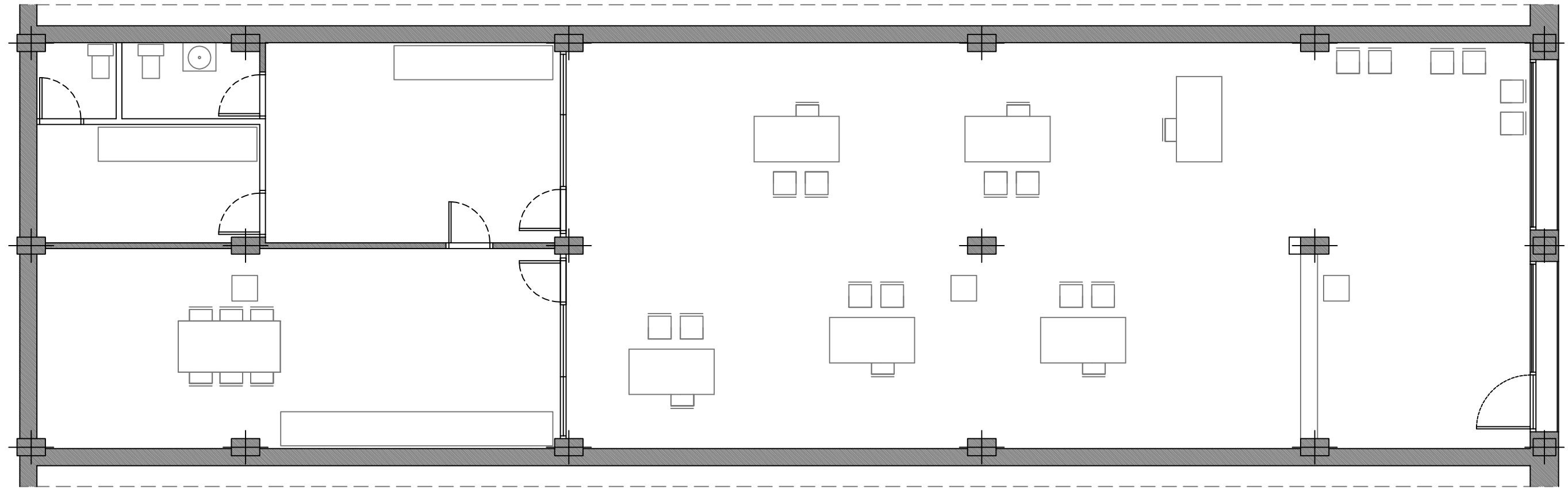
REFERENCIA CATASTRAL	3509601YJ2730H0068SF
SUPERFICIE LOCAL COMERCIAL	199.90 m <sup>2</sup>

TRABAJO FINAL DE GRADO  
 INFORMES DE PERITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
 Camino Nuevo de Picaña nº 5 46014 Valencia  
 Promueve: Cdad Prop Camino Nuevo de Picaña n 5 de Valencia

Plano P.0.1  
 Escala 1/1000

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO





TRABAJO FINAL DE GRADO

INFORMES DE PERITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Camino Nuevo de Picaña nº 5 46014 Valencia

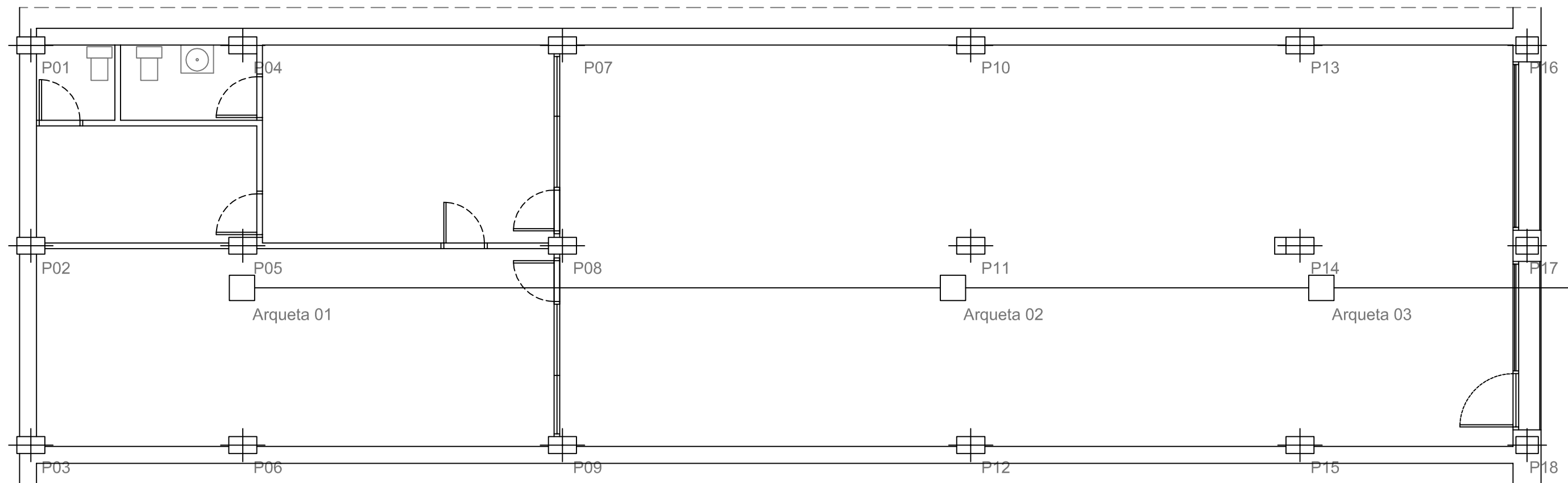
Promueve: Cdad Prop Camino Nuevo de Picaña n 5 de Valencia

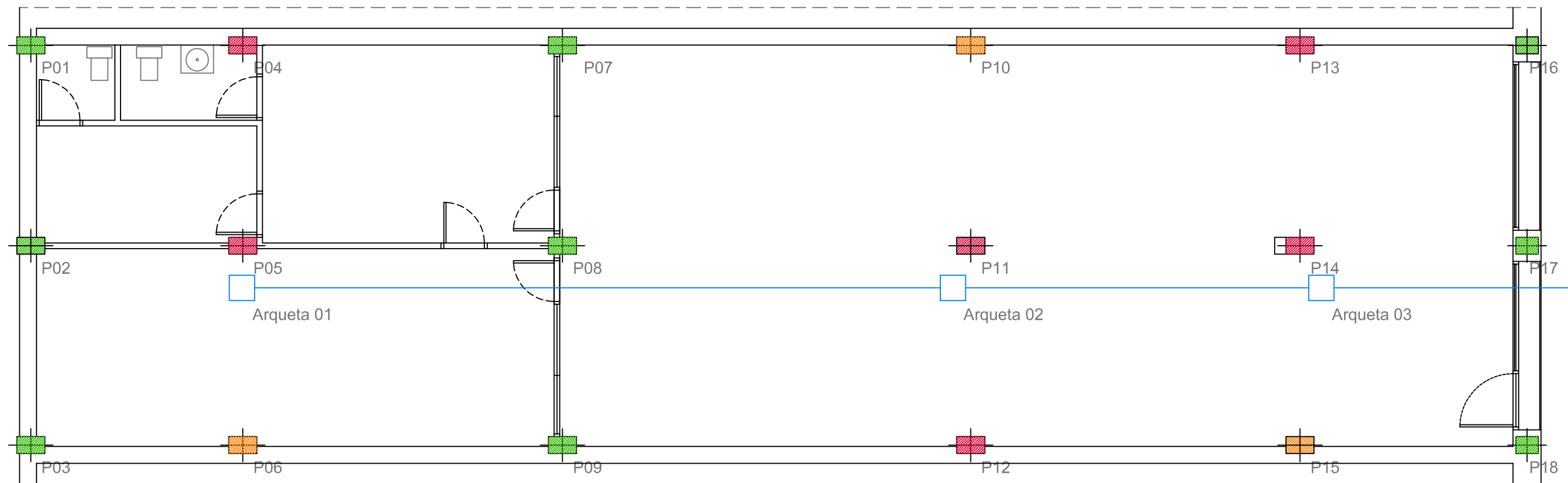
Plano P 1.1 Escala 1/75

LOCAL COMERCIAL. SITUACIÓN ACTUAL

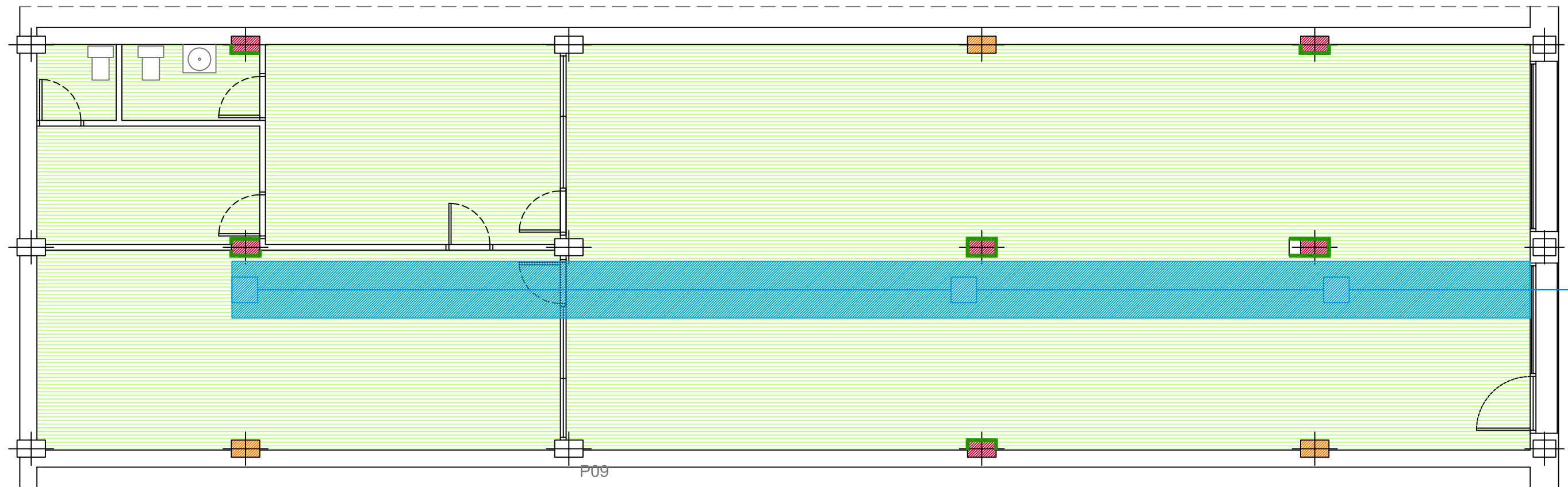
Alumno: Guillermo Tudela Marco  
Tutor: Héctor Navarro Calvo

Julio 2014





- Pilar gravemente afectado por corrosión de armaduras y desprendimiento de hormigón
- Pilar ligeramente afectado por corrosión de armaduras y desprendimiento de hormigón
- Pilar no afectado



- Refuerzo de pilar con empresillado por medio de angulares 4L 120x12 con presillas 470 x 80 x 10 mm c/400 mm
- Limpieza profunda de armaduras, revestimiento con mortero pasivante SIKA 610 Monotop y recuperación de planeidad inicial de las caras con mortero SIKA 612 Monotop
- Levantamiento de tabique LH-7 guarnecido en su cara expuesta para protección contra incendios según DB-SI 6
- Excavación de zanja y sustitución de red de saneamiento enterrada
- Sustitución de pavimento

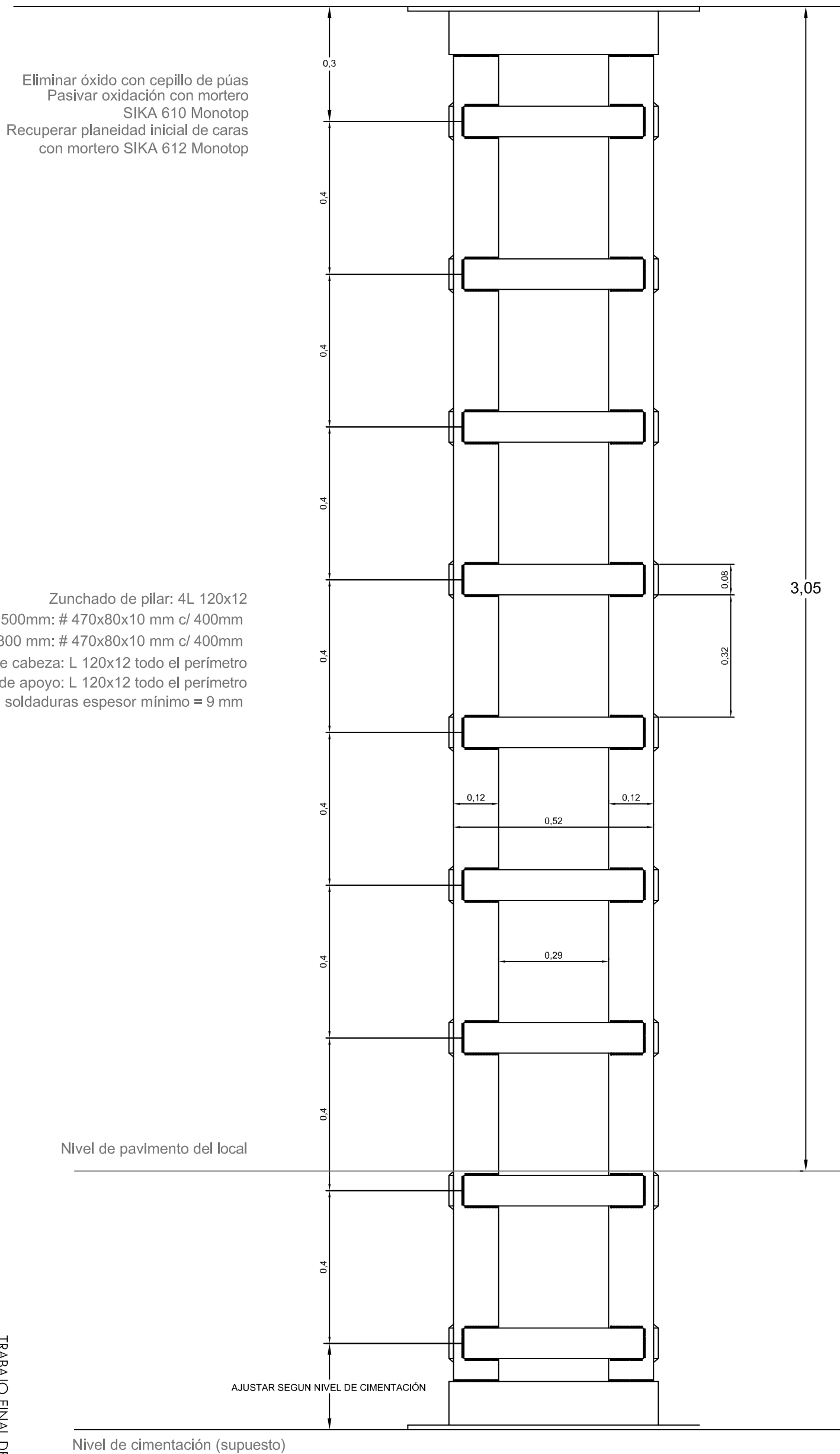
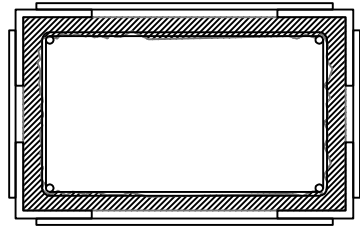
INFORMES DE PERITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
 Camino Nuevo de Picaña nº 5 46014 Valencia

Promueve: Cdad Prop Camino Nuevo de Picaña n 5 de Valencia

Plano P 3.2 Escala 1/75

TRABAJO FINAL DE GRADO

ACTUACIONES A REALIZAR



Eliminar óxido con cepillo de púas  
 Pasivar oxidación con mortero  
 SIKA 610 Monotop  
 Recuperar planeidad inicial de caras  
 con mortero SIKA 612 Monotop

Zunchado de pilar: 4L 120x12  
 Presillas cara 500mm: # 470x80x10 mm c/ 400mm  
 Presillas cara 300 mm: # 470x80x10 mm c/ 400mm  
 Collar de cabeza: L 120x12 todo el perímetro  
 Collar de apoyo: L 120x12 todo el perímetro  
 Todas las soldaduras espesor mínimo = 9 mm

Nivel de pavimento del local

AJUSTAR SEGUN NIVEL DE CIMENTACIÓN

Nivel de cimentación (supuesto)

Alumno: Guillermo Tuedo Marco  
 Tutor: Héctor Navarro Calvo

Plano  
**P.4.1**  
 Escala 1/10

DEFINICIÓN DEL REFUERZO

Julio 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO  
 INFORMES DE PERITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
 Camino Nuevo de Picheña nº 5 - 46014 - Valencia  
 Promueve: Cidp Prop Camino Nuevo de Picheña nº 5 de Valencia