

Junio 2001

### TÍTULO

**Ensayos de hormigón endurecido**

**Parte 5: Resistencia a flexión de probetas**

*Testing hardened concrete. Part 5: Flexural strength of test specimens.*

*Essai pour béton durci. Partie 5: Résistance à la flexion sur éprouvettes.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12390-5 de octubre 2000.

### OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE 83305 de noviembre 1986 antes de 2004-01-01.

### 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 5: Resistencia a flexión de probetas**

Testing hardened concrete.  
Part 5: Flexural strength of test  
specimens.

Essai pour béton durci.  
Partie 5: Résistance à la flexion sur  
éprouvettes.

Prüfung von Festbeton.  
Teil 5: Biegezugfestigkeit von  
Probekörpern.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2000-02-18. 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**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
ANTECEDENTES.....	5
<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>7</b>
<b>6 PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>8</b>
<b>8 INFORME.....</b>	<b>8</b>
<b>9 PRECISIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>ANEXO A (Normativo) ENSAYO MEDIANTE LA CARGA EN UN PUNTO CENTRAL.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 1 – Dispositivo de carga de probetas (dos puntos de carga).....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2 – Dispositivo de carga de probetas (punto central de carga).....</b>	<b>9</b>

## ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 "Hormigón: prestación, producción, 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 abril de 2001, 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 relativas a ensayos de hormigón.

Está basada en la Norma Internacional ISO 4013 – *Hormigón. Determinación de la resistencia a flexión de probetas.*

Es de buena práctica incluir la medida de la densidad antes de determinar la resistencia a flexión, como una comprobación de la compactación del hormigón.

Se ha tomado como método de referencia el de dos puntos de carga, pero la utilización de un punto central de carga se incluye como anexo normativo. Se ha realizado una intercomparación de los métodos con dos puntos y punto central como parte de un programa de ensayos, copatrocinado por la CE bajo el Programa de Measurement and Testing, contrato MAT I-CT-94-C043. El método del punto central dio resultados que eran un 13% más altos que los del método con dos puntos.

Un borrador de esta norma fue publicado en 1996 para encuesta CEN como prEN 12359. 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 prEN 12390 incluye las partes siguientes, dándose entre paréntesis los números bajo los que estos métodos de ensayo se publicaron para encuesta CEN:

EN 12390 – Ensayos de hormigón endurecido.

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).

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma especifica un método para determinar la resistencia a flexión sobre probetas de hormigón endurecido.

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

EN 12390-1:2000 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, dimensiones y otros requisitos para 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.*

## 3 FUNDAMENTO

Una probetas prismática se somete a un momento flector mediante la aplicación de una carga a través de rodillos superiores e inferiores. Se registra la máxima carga alcanzada y se calcula la resistencia a flexión .

## 4 APARATOS

### 4.1 Máquina de ensayo

El ensayo se realizará con una prensa que cumpla las especificaciones del proyecto de Norma Europea EN 12390-4.

### 4.2 Aplicación de la fuerza

El dispositivo para la aplicación de cargas (ver figura 1) consistirá de:

- dos rodillos soportes;
- dos rodillos superiores soportados por una placa articulada, que reparte la carga aplicada por la prensa entre los dos rodillos por igual.

Todos los rodillos estarán contruidos de acero y tendrán una sección circular con un diámetro de 20 mm a 40 mm. Deberán ser al menos 10 mm más largos que el ancho de la probeta.

Tres rodillos, incluyendo los dos superiores, serán capaces de girar libremente alrededor de sus ejes y de inclinarse en un plano normal al eje longitudinal de la probeta.

La distancia,  $l$ , entre los rodillos exteriores será igual a  $3d$ , siendo  $d$  el ancho de la probeta. La distancia entre los rodillos interiores será igual a  $d$ . Los rodillos interiores estarán centrados entre los rodillos exteriores como se muestra en la figura 1. Todos los rodillos se ajustarán a las distancias indicadas en la figura 1 con una precisión de  $\pm 2$  mm.

## 5 PROBETAS DE ENSAYO

### 5.1 Generalidades

Las probetas de ensayo serán prismáticas de acuerdo con las especificaciones de la Norma Europea EN 12390-1. Las probetas se fabricarán en moldes de acuerdo con las Normas Europeas EN 12350-1 y EN 12390-2. La dirección de hormigonado se marcará en la probeta.

También se pueden ensayar probetas cortadas siempre que cumplan las especificaciones de la Norma Europea EN 12390-1.

Se deberán examinar las probetas y anotar cualquier anomalía que se observe.

### 5.2 Rectificado de probetas

Cuando la forma o dimensiones de las probetas no cumplan las tolerancias especificadas en el apartado 4.3 de la Norma Europea EN 12390-1, serán rechazadas o se rectificarán como sigue:

- las desigualdades superficiales se eliminarán mediante pulido;
- las desviaciones angulares se corregirán mediante corte y/o pulido.

## 6 PROCEDIMIENTOS

### 6.1 Preparación y colocación de las probetas

El exceso de humedad, en las probetas curadas en agua, se eliminará de las caras de las probetas, antes de su colocación en la máquina de ensayo.

Todas las superficies de los soportes del dispositivo de ensayo se limpiarán y se eliminarán de las caras de la probeta que van a estar en contacto con los rodillos toda la arena suelta u otros materiales extraños.

La probeta se colocará en el dispositivo de ensayo, correctamente centrada con su eje longitudinal en ángulo recto con los ejes longitudinales de los rodillos.

Asegurarse que la dirección de referencia de la carga es perpendicular a la dirección de hormigonado de la probeta.

NOTA – La dirección de carga con respecto a la dirección de hormigonado puede afectar a los resultados.

### 6.2 Carga

La carga no comenzará a aplicarse hasta que los rodillos de carga y los de apoyo no descansen firmemente sobre la probeta.

Se selecciona un incremento de tensión constante dentro del rango de 0,04 MPa/s (N/mm<sup>2</sup>·s) a 0,06 MPa/s (N/mm<sup>2</sup>·s). La carga se aplica sin brusquedades y se incrementa continuamente, a la velocidad seleccionada ± 1 %, hasta que la probeta no soporte una carga mayor.

NOTA – La velocidad de carga requerida en la máquina de ensayo se calcula mediante la fórmula:

$$R = \frac{s \cdot d_1 \cdot d_2^2}{l}$$

donde

- |   |   |
|---|---|
| <i>R</i>                                      | es la velocidad de carga requerida, en newtons por segundo;   |
| <i>s</i>                                      | es el incremento de tensión, en megapascuales por segundo (newtons por milímetro cuadrado por segundo); |
| <i>d</i> <sub>1</sub> y <i>d</i> <sub>2</sub> | son las dimensiones laterales de la probeta, en milímetros;   |
| <i>l</i>                                      | es la distancia entre los rodillos inferiores, en milímetros.   |

Cuando se usen prensas con control manual, se corrige la velocidad de carga cuando tienda a descender, en el momento que se acerque a la rotura, mediante el oportuno ajuste de los controles.

Se anotará la máxima carga alcanzada.

Indicar cuando la rotura se produce fuera de los rodillos de carga.

## 7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

La resistencia a flexión viene dada por la fórmula:

$$f_{cf} = \frac{F \cdot l}{d_1 \cdot d_2^2}$$

donde

$f_{cf}$  es la resistencia a flexión, en megapascales (newtons por milímetro cuadrado);

$F$  es la carga máxima, en newtons;

$l$  es la distancia entre los rodillos soportes, en milímetros;

$d_1$  y  $d_2$  son las dimensiones laterales de la probeta, en milímetros (véase la figura 1).

Expresar la resistencia a flexión con una aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>).

## 8 INFORME

El informe deberá incluir:

- a) identificación inequívoca de la probeta;
- b) dimensiones de la probeta;
- c) detalles del rectificado por pulido (si procede);
- d) tipo de aparato: dos puntos/punto central;
- e) condiciones de humedad de la superficie de la probeta en el momento de ensayo (saturada/húmeda);
- f) fecha de ensayo;
- g) carga máxima de rotura, en kilonewtons;
- h) resistencia a flexión de la probeta con una aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>);
- i) situación de la rotura (si se produce fuera de los rodillos superiores);
- j) aspecto del hormigón (si no es normal);
- k) desviaciones del método de ensayo normalizado;
- l) declaración del técnico responsable de que el ensayo ha sido realizado de acuerdo con esta norma con la excepción detallada en k).

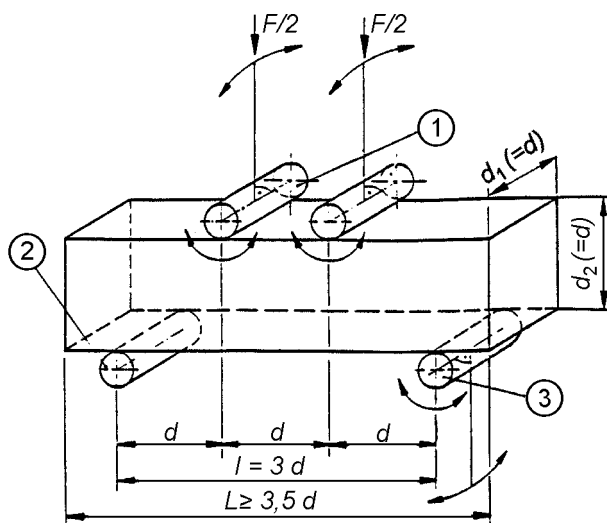
El informe también puede incluir:

- m) condiciones de la probeta en la recepción para su almacenado;
- n) edad de la probeta en el momento de ensayo (si se conoce);
- o) aspecto del hormigón (si no es normal).

## 9 PRECISIÓN

En la actualidad no existen datos sobre la precisión de este ensayo ni para el alternativo, descrito en el anexo A.

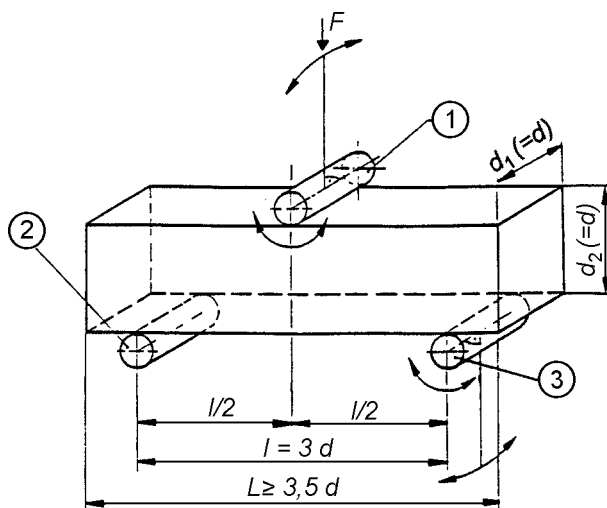




Leyenda

- 1 Rodillo de carga (capaz de girar e inclinarse)
- 2 Rodillo soporte
- 3 Rodillo soporte (capaz de girar e inclinarse)

Fig. 1 – Dispositivo de carga de probetas (dos puntos de carga)



Leyenda

- 1 Rodillo de carga (capaz de girar e inclinarse)
- 2 Rodillo soporte
- 3 Rodillo soporte (capaz de girar e inclinarse)

Fig. 2 – Dispositivo de carga de probetas (punto central de carga)

**ANEXO A (Normativo)****CARGA EN UN PUNTO CENTRAL**

**A.1** En el caso que se use la carga en un punto central, el método de ensayo se cambiará de acuerdo con este anexo.

NOTA – Este método da valores más altos en la resistencia a flexión que el método de los dos puntos. Una intercomparación llevada a cabo por la CE bajo el Programa de Measurement and Testing, contrato MAT I-CT-94-C043, indica que el método del punto central da resultados un 13 % más altos que los del método con dos puntos.

**A.2 Aplicación de la fuerza**

El dispositivo de carga consistirá de un rodillo de aplicación de carga centrado como se indica en la figura 2.

El rodillo de aplicación será capaz de girar libremente alrededor de sus ejes de carga y de inclinarse en un plano normal al eje longitudinal de la probeta.

**A.3 Aplicación de la carga**

La carga se aplicará de acuerdo con el apartado 6.2 con excepción de la velocidad de carga que se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$R = \frac{2 \cdot d_1 \cdot d_2^2 \cdot s}{3 \cdot l}$$

donde

$R$  es la velocidad de carga requerida, en newtons por segundo;

$s$  es el incremento de tensión, en megapascales por segundo (newtons por milímetro cuadrado por segundo);

$d_1$  y  $d_2$  son las dimensiones laterales de la probeta, en milímetros;

$l$  es la distancia entre los rodillos inferiores, en milímetros.

**A.4 Expresión de resultados**

La resistencia a flexión viene dada por la fórmula:

$$f_{cf} = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot d_1 \cdot d_2^2}$$

donde

$f_{cf}$  es la resistencia a flexión, en megapascales (newtons por milímetro cuadrado):

$F$  es la carga máxima, en newtons;

$l$  es la distancia entre los rodillos soportes, en milímetros;

$d_1$  y  $d_2$  son las dimensiones laterales de la probeta, en milímetros.

La resistencia a flexión se expresa con una aproximación de 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>)

**A.5 Informe**

En el informe indicar claramente que se ha utilizado el método del punto central de carga.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32