

Hormigón - Ensayo de tracción por flexión

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

La norma NCh1038 ha sido preparada por el Departamento de *Arquitectura y Construcción* del Instituto Nacional de Normalización sobre la base de un documento elaborado por el Centro Tecnológico del Hormigón y en su estudio participaron los organismos y las personas naturales siguientes:

Cámara Chilena de la Construcción
Cementos Bío-Bío S.A.

Comité de Contratistas de OO.PP.
Concretos Ready Mix
Corporación de la Vivienda, CORVI, MINVU, Sub-Depto.
Diseño
Corporación de Obras Urbanas, COU, MINVU

Dirección de Arquitectura, MOP
Dirección de Obras Portuarias, MOP

Distribuidora Nacional de Cemento y Materiales de
Construcción, DINACEM

Empresa de Agua Potable de Santiago, EAPS

Héctor Henríquez
Arnoldo Bucarey
Hans Bucher
Ramón Torres
Hugo Bascou

Hernán Rivera
Gerardo Jiménez
Anselmo Salvo
Jaime Téllez
Jorge Wilson
Sergio Gómez
Julio Schwartzman
Miguel Valenzuela

Hernán Delpiano
Armando Soto
Eduardo Alvarez

NCh1038

Instituto Nacional de Normalización, INN
Laboratorio Cemento Polpaico
Laboratorio Dirección de Pavimentación de Santiago
Laboratorio Vialidad, MOP

U.T.E. Temuco, Depto. Construcción Civil, Laboratorio
Hormigones
Universidad Católica, Departamento de Investigaciones
Científicas, DICTUC
Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura, Departamento
de Tecnología y Administración de Obras

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y
Matemáticas, Centro de la Vivienda y Construcción
Universidad de Chile, Instituto de Investigaciones y Ensayes
de Materiales, IDIEM
Universidad Técnica del Estado, Facultad de Ingeniería,
Depto. de Obras Civiles

Universidad Técnica del Estado, Valdivia, Departamento
Construcción Civil
Universidad Técnica Federico Santa María, Facultad de
Ingeniería Civil

Alfredo Cifuentes
Patricio Downey
Armando Díaz
Luis Guzmán
Jorge Salgado

Orlando Fernández

Sergio Rojas

Patricio Garay
Belisario Maldonado

Jorge V. Martín

Juan Egaña

Enrique Gramegna
Maximiliano Núñez

Heriberto Vivanco

Patricio Bonelli

Esta norma se estudió para uniformar los procedimientos para efectuar el ensayo de tracción por flexión a la rotura de probetas prismáticas de hormigón simplemente apoyadas.

Esta norma concuerda en parte con las normas ASTM C78-75 y C293-74 *Flexural strength of concrete (Third Point and Center Point Loading)*.

El anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el día 16 de Septiembre de 1976.

Esta norma ha sido declarada Oficial de la República de Chile por Decreto N°52, de fecha 17 de Enero de 1977, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Esta norma es una *reedición sin modificaciones* de la norma chilena Oficial NCh1038.Of77, Hormigón - Ensayo de tracción por flexión, vigente por Decreto N°52 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, de fecha 17 de Enero de 1977.

Hormigón - Ensayo de tracción por flexión

1 Alcance

1.1 Esta norma establece los procedimientos para efectuar el ensayo de tracción por flexión a la rotura de probetas prismáticas de hormigón simplemente apoyadas.

2 Campo de aplicación

2.1 Esta norma se aplica al ensayo de tracción por flexión de probetas obtenidas según NCh1017 y NCh1171.

2.2 Se aplica uno de los siguientes procedimientos, de acuerdo a la dimensión básica de la probeta:

2.2.1 Cargas $P/2$ en los límites del tercio central de la luz de ensayo

Se aplicará a probetas de dimensión básica (altura) igual o mayor a 150 mm.

2.2.2 Carga P en el centro de la luz de ensayo

Se aplicará a probetas de dimensión básica (altura) menor a 150 mm.

2.2.3 Estos dos procedimientos no son alternativos y sus resultados no son comparables.

3 Referencias

NCh31/3	Magnitudes y unidades – Parte 3: Mecánica.
NCh1017	Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.

NCh1038

NCh1171 Hormigón - Extracción y ensayo de testigos de hormigón endurecido.

NCh1172 Hormigón - Refrentado de probetas.

4 Aparatos

4.1 Prensa de ensayo

4.1.1 Tendrá la rigidez suficiente para resistir los esfuerzos del ensayo sin alterar las condiciones de distribución y ubicación de la carga y lectura de resultados.

4.1.2 La sensibilidad de la prensa será tal que la menor división de la escala de lectura sea menor o igual al 1% de la carga máxima.

4.1.3 La exactitud de la prensa tendrá una tolerancia de $\pm 1\%$ de la carga dentro del intervalo utilizable de la(s) escala(s) de lectura.

NOTAS

- 1) En general el intervalo utilizable se considera comprendido entre el 10% y el 90% de la respectiva escala de lectura.
- 2) Se recomienda contrastar las prensas de ensayo por lo menos una vez al año con un patrón reconocido por el Instituto Nacional de Normalización (ver anexo).

4.2 Dispositivo de tracción por flexión

Tendrá piezas para apoyo de la probeta y piezas para aplicar la carga, con sus correspondientes accesorios, y cumplirán con los siguientes requisitos:

4.2.1 Sus elementos de contacto con la probeta tendrán la superficie cilíndrica (de este modo se logra un contacto rectilíneo).

4.2.2 Aplicarán la carga y sus reacciones en forma vertical, y estarán dispuestas de modo que las líneas de contacto sean paralelas entre sí y perpendiculares a la luz de ensayo.

4.2.3 Contarán con accesorios que permitan fijar y mantener la luz de ensayo.

4.2.4 Tendrán rótulas regulables, a fin de evitar excentricidades.

4.2.5 Tendrán una longitud igual o mayor al ancho, b de las probetas.

4.3 Regla rectificadora

Tendrá una longitud igual o mayor a 500 mm.

4.4 Regla graduada (huincha)

Estará graduada en milímetros y tendrá una longitud igual o mayor a 1 m.

5 Procedimiento

5.1 Retirar las probetas de su curado según NCh1017 o NCh1171 inmediatamente antes de ensayar, protegiéndolas con arpilleras húmedas hasta el momento en que se coloquen en la máquina de ensayo, para evitar el secamiento especialmente en la cara apoyada, la cual recibirá la máxima tracción.

5.2 La luz de ensayo cumplirá con las siguientes condiciones, según la forma de aplicación de la carga:

5.2.1 Cargas P/2 aplicadas en los límites del tercio central

$$L \geq 3 h \text{ (Ver figura 1)}$$

en que:

L = luz de ensayo;

h = altura de la probeta.

5.2.2 Carga P centrada

$$L \geq 2 h \text{ (Ver figura 2)}$$

5.2.3 La distancia x entre cada línea de apoyo y el extremo más cercano de la probeta será igual o mayor a 2,5 cm.

5.3 Trazar rectas finas sobre las cuatro caras mayores que marquen las secciones de apoyo y de carga en forma indeleble y que no alteren el tamaño, forma o características estructurales de las probetas.

NOTA - Al realizar el trazado se recomienda verificar la rectitud de los contactos con la regla rectificadora. No debe pasar luz entre la cara de la probeta y la regla.

5.4 Verificar y registrar la luz de ensayo, expresándola en milímetros con aproximación a 1 mm, medida en la cara inferior de la probeta en su posición de ensayo.

5.5 Limpiar la superficie de las piezas de apoyo y de carga y las zonas de contacto de la probeta.

5.6 Colocar la probeta en la prensa de ensayo, dejando la cara de llenado en un plano vertical, y haciendo coincidir las líneas de trazado con las piezas de apoyo y de carga correspondientes.

5.7 El contacto entre la probeta y cada pieza de apoyo o de carga deberá ser total, con las tolerancias y condiciones siguientes:

5.7.1 Se aceptará una separación igual o menor a 0,05 mm.

5.7.2 Si la separación es mayor que 0,05 mm y menor a 0,5 mm se aceptará el uso de láminas de cuero natural o sintético interpuestas en el contacto. Estas láminas tendrán un espesor uniforme igual o mayor a 5 mm, un ancho igual o mayor a 25 mm y un largo igual o mayor al ancho de la probeta. Se desecharán las láminas que presenten deformaciones apreciables a simple vista.

5.7.3 Si la separación es igual o mayor que 0,5 mm y menor que 2 mm, se procederá a refrentar según NCh1171.

5.7.4 Si la separación es mayor que 2 mm, desechar la probeta.

5.8 Aplicar hasta un 5% de la carga de rotura prevista, y verificar que:

- a) todos los contactos cumplen con párrafo 5.6;
- b) las distancias entre las piezas de apoyo y de carga se mantienen constantes, con una tolerancia de ± 1 mm.

5.9 Proseguir la aplicación de la carga en forma continua, sin choques y a una velocidad uniforme que permita cumplir con las siguientes condiciones:

- a) alcanzar la rotura de la probeta en un tiempo igual o mayor a 300 s;
- b) no superar la velocidad de $0,016 \text{ N/mm}^2/\text{s}$ ($\approx 0,16 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$).

NOTA - Según NCh31/3, $1 \text{ kgf} = 9,8066 \text{ N}$; para los efectos de esta norma se considera:
 $1 \text{ kgf} \approx 10 \text{ N}$

5.10 Una vez fijada la velocidad y especialmente en la segunda mitad de la carga, no se hará modificaciones de ella hasta el término del ensayo.

5.11 Registrar la carga máxima, P expresada en N (kgf).

5.12 Medir el ancho, b, y la altura, h, medios de la probeta en la sección de rotura con aproximación a 1 mm. Registrar b y h.

6 Expresión de resultados

6.1 Ensayo con cargas P/2 en los límites del tercio central de la luz de ensayo

6.1.1 Si la fractura de la probeta se produce en el tercio central de la luz de ensayo, calcular la resistencia a la tracción por flexión como la tensión de rotura según la fórmula siguiente:

$$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

en que:

R = tensión de rotura, N/mm² (kgf/cm²);

P = carga máxima aplicada, N (kgf);

L = luz de ensayo de la probeta, mm (cm);

b = ancho promedio de la probeta en la sección de rotura, mm (cm);

h = altura promedio de la probeta en la sección de rotura, mm (cm).

6.1.2 Si la fractura se produce fuera del tercio central de la luz de la probeta, en la zona comprendida entre la línea de aplicación de carga y una distancia de 0,05 L de esa línea, calcular la resistencia a la tracción por flexión como la tensión de rotura según la fórmula siguiente:

$$R = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

en que:

a = distancia entre la sección de rotura y el apoyo más próximo, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la probeta, cm.

6.1.3 Si la fractura se produce fuera del tercio central de la luz de ensayo y más allá de la zona indicada en subpárrafo 6.1.2, desechar los resultados del ensayo.

6.1.4 Expresar los resultados en N/mm² (kgf/cm²) aproximando a 0,05 N/mm² (\approx 0,5 kgf/cm²).

6.2 Ensayo con carga P en el punto medio de la luz de ensayo

6.2.1 Calcular la resistencia a la tracción por flexión como la tensión de la rotura según la fórmula siguiente:

$$R = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

en que:

- R = tensión de rotura, N/mm² (kgf/cm²);
- P = carga máxima aplicada, N (kgf);
- L = luz de ensayo de la probeta;
- b = ancho promedio de la probeta en la sección de rotura, mm (cm);
- h = altura promedio de la probeta en la sección de rotura, mm (cm).

6.2.2 Expresar los resultados en N/mm² (kgf/cm²) aproximando a 0,05 N/mm² (\approx 0,5 kgf/cm²).

7 Informe

7.1 El informe contendrá todos y cada uno de los resultados de ensayo. La aceptación o rechazo de resultados, debido a deficiencias de muestreo o ensayo, se efectuará de acuerdo con norma correspondiente.

7.2 El informe incluirá lo siguiente:

7.2.1 Antecedentes generales

El registro de los antecedentes generales de las probetas de acuerdo con NCh1017 o NCh1171 según corresponda.

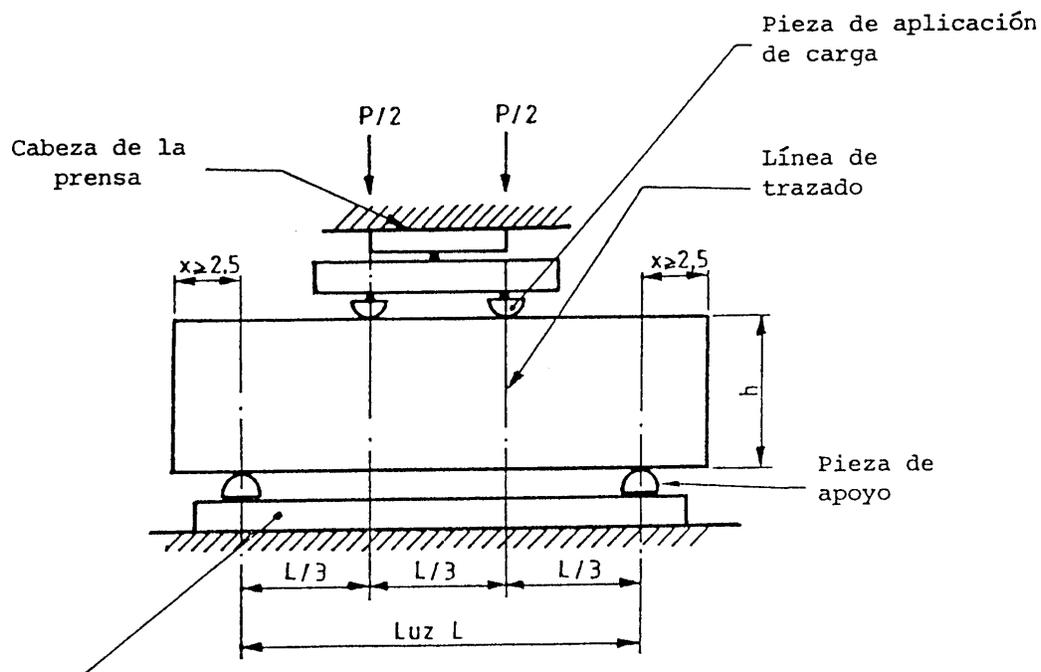
7.2.2 Antecedentes de cada probeta

- a) Fecha y edad en el momento del ensayo;
- b) ancho medio en la sección de rotura, mm;
- c) altura media en la sección de rotura, mm;
- d) luz de ensayo, mm;
- e) defectos exteriores en la probeta y si fue refrentada o se usaron láminas para ajuste de piezas de carga;

- f) procedimiento de curado y condición aparente de humedad de la probeta en el momento del ensayo;
- g) carga máxima registrada, N (kgf);
- h) resistencia a la tracción por flexión (calculada de acuerdo a párrafo 6.1 ó 6.2, según corresponda), N/mm^2 (kgf/cm²);
- i) observaciones relativas al hormigón después de la rotura (oquedades, porosidades, adherencias insuficientes, segregación, rotura anormal, etc.);
- j) cualquier otra información específica del ensayo útil para su mejor interpretación;
- k) referencia a esta norma.

USO EXCLUSIVO MINDU

Dimensiones en centímetros



Asiento de la prensa
(perfil, placa de soporte o marco rígido metálico).

Figura 1 - Esquema de ensayo de tracción por flexión con carga $P/2$ aplicada en los límites del tercio central de la luz

Dimensiones en centímetros

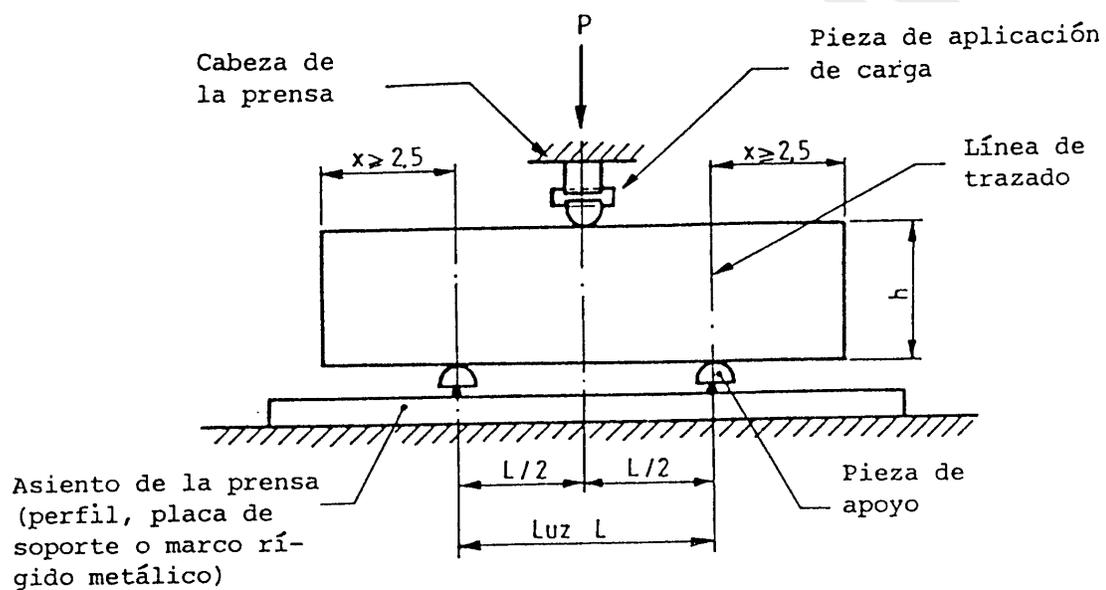


Figura 2 - Esquema de ensayo de tracción por flexión con carga P aplicada en el centro de la luz

Anexo
(Informativo)

A.1 Contratación de prensas de ensayo

En tanto no exista norma chilena para la contratación periódica de prensas de ensayo, se recomienda emplear la norma AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM E 4-72 *Standard Method of Verification of Testing Machines*.

Hormigón - Ensayo de tracción por flexión

Concrete - Test for flexural tensile strength

Primera edición : 1977

Reimpresión : 1999

Descriptor: *materiales de construcción, hormigón, ensayos, ensayos de tensión*

CIN

COPYRIGHT © 1983 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

* Prohibida reproducción y venta *

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 - Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Web : www.inn.cl

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)