

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 6784: 2007  
(Publicada por la ISO en 1982)

---

**HORMIGÓN—DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE  
ELASTICIDAD ESTÁTICO EN COMPRESIÓN  
(ISO 6784:1982, IDT)**

Concrete—Determination of static modulus of elasticity In compression

---

ICS: 91.100.30

1. Edición      Abril 2007  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

## Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

### Esta Norma Cubana:

— Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN No. 37 de Hormigón Reforzado y Morteros en el que están representadas las instituciones siguientes:

- Ministerio de la Construcción (MICONS):
  - Dirección de Desarrollo
  - Dirección de Normalización
  - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de la Construcción
  - Centro de Información
- Unión Nacional Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAIC)
- Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR) .
- Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ)
- Oficina del Historiador (DPOHC).
- Empresas del MICONS:
  - Empresa Nacional Investigaciones Aplicadas
  - EPI Ciego de Ávila
  - Empresa Productora de Prefabricado No. 2
  - Empresa Hormigón y Terrazo (HORTER)
  - Grupo Industrial Perdurit
- Centro de Información de la Construcción (CIC)
- Instituto Nacional de la Vivienda (INV)
- Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE)
- Oficina Nacional de Normalización (ONN).

— Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma Internacional Standard ISO 6784:1982 *Concrete. Determination of static modulus of elasticity in compression.*

— Es nueva en el contenido normativo nacional por lo que cubre un espacio dentro de los métodos de ensayos mecánicos del hormigón

— La norma adoptada presenta los siguientes cambios:

- Se incluyen Anexo A (informativo) y Bibliografía

— Se aplica en interrelación con las otras normas de la serie NC para la elaboración y ensayos mecánicos de probetas y testigos de hormigón endurecido

## © NC, 2007

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## HORMIGÓN—DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO EN COMPRESIÓN

### 1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma especifica un método para la determinación del módulo de elasticidad estático en compresión del hormigón endurecido sobre probetas de ensayos, las que pueden ser conformadas mediante moldeo, o de testigos extraídos en una estructura.

El módulo de elasticidad estático en compresión,  $E_s$  conocido como el módulo secante o de la cuerda el que es calculado en  $\text{N/mm}^2$  (MPa) mediante la expresión:

$$E_s = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

En la que  $\Delta\sigma$  y  $\Delta\varepsilon$ , son las diferencias entre las tensiones y la deformaciones respectivamente, entre una carga de base de  $0,5 \text{ N/mm}^2$  (MPa) y una carga superior igual a la tercera parte de la resistencia del hormigón a la rotura.

### 2 Normas de Referencia

NC 221:2002 Hormigón. Elaboración y tratamiento de las probetas para ensayo

NC 244:2005 Hormigón Endurecido. Determinación de la resistencia a compresión en probetas cilíndricas

NC 318:2003 Hormigón Endurecido. Extracción y preparación de testigos cilíndricos

NC ISO 6275:2005 Hormigón Endurecido. Determinación de la Densidad

ISO 3893:1977 Hormigón. Clasificación de la resistencia a compresión

NC 245:2003 Hormigón. Ensayo a flexión

### 3 Aparatos

Los aparatos comprenden, una prensa de ensayos que cumple con los requisitos establecido en la NC 244 y deberá ser capaz de aplicar la carga y la velocidad especificada, así como, mantenerla en el escalón correspondiente.

- Instrumentos (por ejemplo, extensómetros de espejo, defómetros de carátula, bandas extensométricas (strain gauge), captadores inductivos, bandas de cuerda vibrante), para las mediciones de cambios longitudinales, teniendo una base de medida no menor que las dos terceras parte del diámetro de las probetas de ensayo ( $2/3d$ ) y que permita la colocación de tal forma que los puntos de medida sean equidistantes de los extremos de la probeta y a una distancia no menor que la cuarta parte del largo de las probetas de ensayo ( $L/4$ ).

Las mediciones deberán ser tomadas normalmente sobre no menos de dos generatrices opuestas de la probeta. Con las probetas moldeadas en posición horizontal los defómetros longitudinales deberán ser acoplados sobre los lados verticales como se moldearon.

Los aparatos de medición deberán tener un límite error de  $\pm 5 \times 10^{-6}$

#### 4 Probetas de Ensayos

Las probetas deberán ser preferiblemente cilíndricas de dimensiones  $\varnothing$  150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Alternativamente pueden ser utilizadas otras probetas que cumplan en general con requisitos normalizados en NC 318 procurando siempre que la relación entre el largo y el diámetro se encuentren en el rango  $2 \leq l/d \leq 4$  y que el diámetro  $d$  sea como mínimo 3 veces el tamaño nominal del árido en el hormigón.

En el caso de que los testigos perforados o cortados extraídos de una estructura no cumplan completamente con estos requisitos deberá ser señalado en el Informe.

#### 5 Preparación de las probetas de ensayo probetas de ensayos

Las probetas de ensayo deberán ser elaboradas y conservadas de acuerdo con la NC 221.

Las dimensiones deberán ser comprobadas de acuerdo con los procedimientos indicados en la NC 244 o la NC 245 y las probetas se prepararan de acuerdo con la NC 244.

Si son utilizados otros procedimientos, por ejemplo, en el caso de los testigos perforados o cortados, estos deberán ser claramente señalados en el informe de los ensayos.

#### 6 Densidad (Aparente)

Determine la densidad (aparente) de las probetas de ensayo de acuerdo con la NC ISO 6275.

#### 7 Procedimiento

##### 7.1 Determinación de la resistencia a compresión

Determine la resistencia a compresión del hormigón de tres probetas de las misma amasada, de iguales dimensiones y forma, como las utilizadas para la determinación del módulo de elasticidad estático, elaboradas y curadas bajo condiciones similares de acuerdo con el método especificado por la NC 244.

El valor promedio de la resistencia a compresión,  $R_b (f')$ , determina el esfuerzo aplicado en la determinación del módulo de elasticidad estático.

##### 7.2 Determinación del módulo de elasticidad estático

Coloque la probeta de ensayo con los instrumentos de medición acoplado axial y centralmente en la prensa de ensayo Aplique la tensión de base, por ejemplo:  $\delta b = 0.5$  MPa y registre la lectura de deformación tomada en cada línea de medición.

Gradualmente incremente la velocidad de la tensión de  $(0,6 \pm 0,4)$  MPa por segundo hasta que la tensión se iguale a la tercera parte de la resistencia a compresión del hormigón alcanzada

$(\bar{\delta}_c = f'(R'b) / 3)$ . Mantenga la tensión durante 60 segundos y registre la lectura de deformación durante los 30 segundos siguientes en cada ciclo de medición.

Si estas difieren en más del 20 % de su valor promedio, encuentre nuevamente la probeta y repita el ensayo. Si no es posible disminuir la diferencia por debajo del 20 % deseche el resultado del ensayo.

Cuando se ha logrado con el centrado de la probeta la suficiente precisión, reduzca la carga a la misma velocidad como se realizó durante la aplicación de la carga hasta el nivel de la tensión de base, ejecute por lo menos dos ciclos preliminares adicionales de carga utilizando las mismas velocidades de carga y descarga, y mantenga las tensiones ( $\bar{\delta}_a$  y  $\bar{\delta}_b$ ) constantes durante el tiempo de 60s. Después de de completar el último ciclo preliminar y el período de espera bajo la tensión de base  $\bar{\delta}_b = 0,5 \text{ N/mm}^2$  (MPa), registre las lecturas de deformaciones,  $\xi_b$ , tomadas dentro de 30 s.

Cuando todas las mediciones de la elasticidad han sido completadas, incremente la carga sobre las probetas de ensayo, a la velocidad especificada hasta que ocurra el fallo de rotura en la probeta. Si la resistencia a compresión de la probeta difiere de la resistencia del hormigón,  $R_b$ , por más del 20 % deberá ser anotado en el informe del ensayo.

## 8 Expresión de los resultados

Calcule la deformación media,  $\xi_a$  y  $\xi_b$  respectivamente en los diferentes ciclos de medición de la carga siguiendo el centrado y la ejecución de dos ciclos preliminares de carga sobre la probeta.

El módulo de elasticidad en compresión,  $E_s$ , en  $\text{N/mm}^2$  (MPa) será obtenido mediante la expresión:

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta\xi} = \frac{\sigma_a - \sigma_b}{\xi_a - \xi_b}$$

Donde:

$\bar{\delta}_a$  es la tensión superior de la carga en  $\text{N/mm}^2$  (MPa)  $f' / 3 (R'b / 3)$

$\bar{\delta}_b$  es la tensión de base ( por ej.  $0,5 \text{ N/mm}^2$  (MPa)

$\xi_a$  es la deformación promedio bajo la tensión superior de la carga

$\xi_b$  es la deformación promedio bajo la tensión inferior da la carga de base

Redondee los resultados obtenidos con l aproximación de  $500 \text{ N/mm}^2$  (MPa) para los valores superiores a los  $10,000 \text{ N/mm}^2$  (MPa) y hasta  $100 \text{ N/mm}^2$  (MPa) valores inferiores a los  $10,000 \text{ N/mm}^2$  (MPa)

## 9 Informe de Ensayos

En el Informe de ensayos deberán incluirse las siguientes informaciones:

## 9.1 Datos que deberá entregar el productor sobre las probetas de ensayos

### 9.1.1 Datos Obligatorios

- a) identificación de la probetas
- b) fecha de producción del hormigón y de las probetas ,si existen diferencias
- c) condiciones de curado y conservación
- d) edad requerida de la probeta en el momento de ensayo o fecha de ensayo si la edad es desconocida

### 9.1.2 Información Opcional

- e) Proyecto de edificación o construcción
- f) Parte o componente de la construcción
- g) (especificación) clase de resistencia a compresión de acuerdo con la ISO 3893.
- h) datos de la mezcla

## 9.2 Información que será entregada por el ensayo del Laboratorio

- a) condiciones de la probeta cuando es recibida y cualquier tratamiento superficial
- b) tipo y dimensiones de la probeta
- c) condiciones de curado y conservación
- d) fecha del ensayo
- e) edad de la probeta
- f) densidad aparente de la probeta
- g) tipo y número de los instrumentos de medición de las deformaciones
- h) resistencia a compresión de las probetas de la amasada
- i) resistencia a compresión de la probeta utilizada en la determinación del módulo de elasticidad estático
- j) módulo de elasticidad estático
- k) observaciones

## 10 Documentos Consultados

- [1] Estados Unidos. ASTM C469-02e1 Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression
- [2] España. UNE 83316:1996 Ensayos de hormigón. Determinación del módulo de elasticidad en compresión

**Anexo A**  
(informativo)







Foto — Colocación de defórmeters de carátula en probetas cilíndricas normalizadas y ensayo del módulo de elasticidad estático ( $E_s$ ) del hormigón en compresión