

## HORMIGÓN FRESCO — DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO POR RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

Fresh concrete. Determination  
of setting time by penetration resistance

**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 37 de Hormigón Reforzado y Morteros, en el cual están representadas las siguientes instituciones:
  - Ministerio de la Construcción
  - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de la Construcción
  - Empresa de Restauración de Monumentos
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
  - Oficina Nacional de Normalización
- Consta del Anexo A, normativo.

**© NC, 2002**

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

**Oficina Nacional de Normalización (NC).  
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## HORMIGON FRESCO. DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION

### 1 Objeto

Esta norma establece el método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado inicial y final del hormigón fresco, mediante aplicaciones sucesivas de resistencia a la penetración con el penetrómetro Proctor sobre el mortero tamizado de la muestra de hormigón.

Este método de ensayo se aplica a todo tipo de hormigones hidráulicos de asentamientos mayores de cero (0), medidos en el Cono de Abrams. También es aplicable a morteros hidráulicos y lechadas de cemento para inyecciones. Las determinaciones pueden ser en el laboratorio o a pie de obra.

### 2 Referencias normativas

La siguiente norma contiene disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. La edición indicadas estaba en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma que está sujeta a revisión se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ella, que analicen la conveniencia de usar la edición más reciente de la norma citada seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Cubanas en vigencia en todo momento.

NC 167:2002                      Hormigón fresco. Toma de muestras.

### 3 Términos y definiciones

A los fines de esta norma, se aplican los términos y las definiciones siguientes:

#### 3.1 Tiempo de fraguado inicial (TFI)

Tiempo transcurrido desde el contacto inicial del cemento y el agua de la mezcla, hasta que la resistencia a la penetración del mortero alcance un valor de resistencia de 3,5 MPa, medido en horas y minutos.

#### 3.2 Tiempo de fraguado final (TFF)

Tiempo transcurrido desde el contacto inicial del cemento y el agua de la mezcla, hasta que la resistencia a la penetración del mortero alcance un valor de resistencia de 27,6 MPa, medido en horas y minutos.

#### 3.3 Hora de contacto inicial (HI)

Hora que marca el momento del contacto inicial del cemento con el agua de la mezcla y se toma como referencia para el cálculo de la hora de comienzo del ensayo de penetración.

#### 4 Principio del método

Este método de ensayo se basa en la relación que existe entre la resistencia a la penetración de la masa de mortero tamizado de una muestra de hormigón a un grupo de agujas de sección circular conocida, a las cuales se le aplica una fuerza en sentido vertical, hasta que la aguja penetre una profundidad determinada, en un tiempo dado. Determinando así el tiempo de fraguado inicial y final de la mezcla de hormigón.

#### 5 Aparatos, utensilios y medios de medición

- Penetrómetro "Proctor", el cual consiste en un mecanismo de resorte a reacción, al cual se le aplica una fuerza manual por medio de una empuñadura en el extremo de un vástago calibrado con divisiones de 9,8605 N (1 kgf ). Esta presión es transmitida a las agujas de sección circular conocida, las cuales penetran en la masa del mortero hasta una profundidad determinada. Las áreas de las secciones circulares de las agujas son: 645 mm<sup>2</sup>; 161 mm<sup>2</sup>; 65 mm<sup>2</sup>; 32 mm<sup>2</sup> y 16 mm<sup>2</sup>.
- Reloj de alarma.
- Moldes o recipientes estancos y rígidos capaces de contener un volumen de mortero tamizado de al menos 6 dm<sup>3</sup> y tener una altura mayor de 150 mm.
- Tamiz de abertura de malla de 5 mm.
- Vagón de construcción.
- Pala de construcción.
- Cuchara de miniestra.
- Termómetro de 0 °C –100 °C
- Pipeta
- Barra de compactación de diámetro 16 mm y 600 mm de longitud

#### 6 Procedimiento.

##### 6.1 Muestreo y muestras

La toma de muestras del hormigón se realiza de acuerdo con la NC 167:2002.

Para realizar el ensayo se tomarán 60 dm<sup>3</sup> de hormigón como mínimo y se tamizarán por el tamiz de 5 mm de luz de malla, eliminando el material retenido en el mismo. El mortero tamizado se colocará en recipientes iguales donde se efectuará el ensayo.

## 6.2 Registros

A partir del inicio de la elaboración de la mezcla de hormigón se registrará la hora de inicio del ensayo (HI). Durante la realización de los ensayos se registrará la temperatura ambiente y la de la masa del mortero que se ensaya.

## 6.3 Preparación de las porciones de los ensayos

Una vez elaborada la mezcla de hormigón, esta se tamiza por el tamiz de luz de malla de 5mm y con el mortero tamizado se procede al llenado de 2 recipientes para efectuar los ensayos, en 2 capas de 75 mm de altura, compactándose el mortero mediante una barra de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, aplicándole un golpe por cada 645 mm<sup>2</sup> de área, distribuidos de manera uniforme en toda la superficie del mortero. Una vez compactada la capa y se golpea suavemente el molde hasta que aparezca el agua de exudación en la superficie del mortero.

De igual forma se procede con la segunda capa de mortero. Los moldes se llenarán hasta una altura de 150 mm y quedara libre hasta el borde una distancia igual o mayor de 13 mm para permitir la extracción del agua de exudación.

Antes de iniciar los ensayos de penetración se extrae el agua de exudación de la superficie libre de los recipientes llenos de mortero tamizado, inclinando estos unos 10 grados con respecto a la horizontal, por espacio de 2 minutos, succionando el agua acumulada con una pipeta.

## 6.4 Determinaciones

Para realizar el ensayo se requiere de dos operadores, uno que ejerza las aplicaciones de la presión del equipo y otro que mida el tiempo y la profundidad de la huella.

Para los hormigones convencionales el primer ensayo puede hacerse a una hora a partir de (HI) y las lecturas siguientes con un intervalo que experimentalmente se determine, de acuerdo con el tipo de cemento que se utilice, los cuales estarán entre 15 y 60 minutos.

Si se emplean aditivos aceleradores de fraguado o existen altas temperaturas ambientales, el ensayo inicial se realiza a los 30 minutos a partir de (HI) y los siguientes ensayos con un intervalo de que se puede determinar experimentalmente y puede estar entre los 10 y 20 minutos.

Cuando se emplean retardadores de fraguado el ensayo inicial se realiza a las 2-3 horas a partir de (HI) y los ensayos siguientes se realizan con un intervalo que puede variar entre 15 y 30 minutos.

Una vez retirada el agua de exudación, con el molde colocado en posición horizontal, se coloca la primera aguja en el penetrómetro, se ajusta el anillo indicador de la escala en el vástago en su posición cero (0) y se hace presión hacia abajo verticalmente en un punto de la superficie de la masa de mortero, de modo que la aguja penetre  $25 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$  en un tiempo de  $10 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$  en cada uno de los moldes. La distancia entre los puntos de ensayos será igual o mayor a 13 mm.

El cambio de las agujas se realiza de acuerdo con la secuencia que se establece en la tabla 1.

El gráfico a la penetración aparece en el anexo.

## 7 Expresión de los resultados.

7.1 Para el cálculo de la resistencia (R) en MPa (kgf/cm<sup>2</sup>) se realiza con la expresión (1).

$$R = \frac{F}{A} \quad (1)$$

donde:

R: resistencia a la penetración del mortero en MPa (kgf/cm<sup>2</sup>).

F: fuerza que se aplica con el penetrómetro determinada por las divisiones de la escala.

A: área de la aguja que se utilice.

7.2 Cada ensayo corresponde al valor medio de las lecturas de resistencia a la penetración practicadas en cada uno de los moldes llenos de mortero tamizado, el cual se plotea en el gráfico de resistencia a la penetración establecido en 7.3.

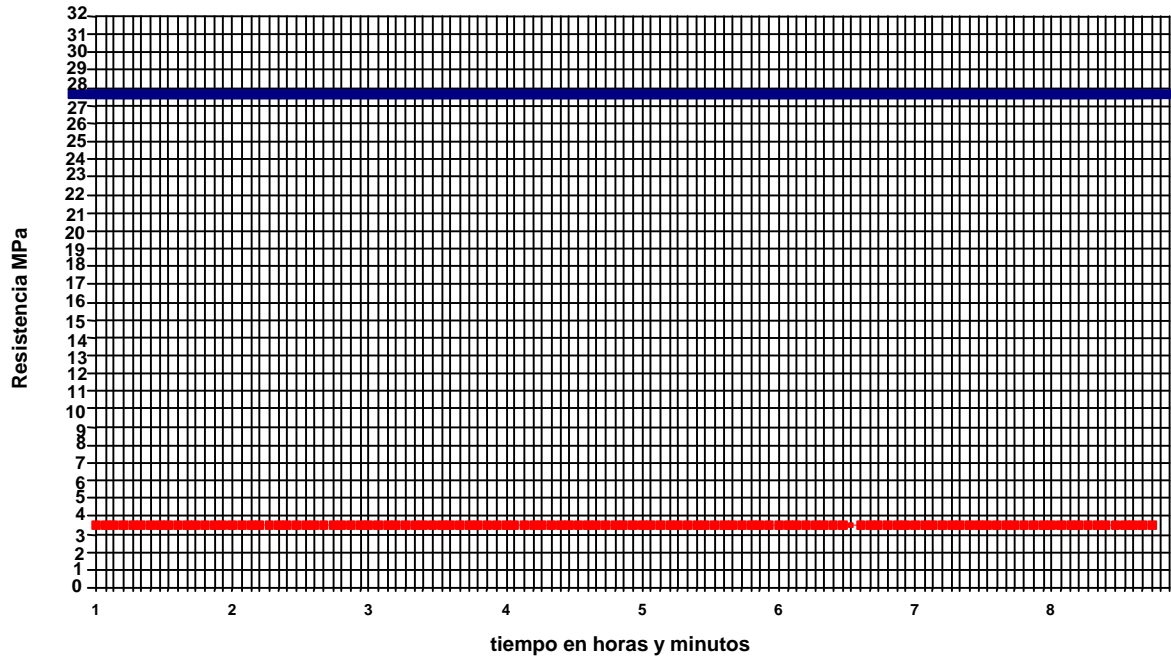
7.3 Se elabora el gráfico de ensayo de penetración, que tiene en el eje de las ordenadas los valores de resistencia y en el eje de las abscisas el tiempo en horas y minutos. Con dos líneas horizontales y paralelas se indican las marcas de 3,5 MPa (TFI) y 27,6 MPa(TFF) (ver Anexo A). En este modelo se dibuja la curva de resistencia a la penetración contra el tiempo de ensayo y se toma como tiempo de fraguado inicial y final aquel punto donde la curva intercepta las líneas horizontales de 3,5 y 27,6 Mpa respectivamente.

**Tabla 1 — Secuencia para el cambio de agujas.**

No	Agujas (mm <sup>2</sup> )	Lectura (F)	Cambiar la aguja
1	645	45-90	161
2	161	40	65
3	65	45-55	32
4	32	45-55	16
5	16	< 50	Concluye el ensayo

Anexo A  
(normativo)

Gráfico de penetración



**Bibliografía**

**Estados Unidos**, ASTM C-403 “Método de ensayo normalizado para el tiempo de fraguado de mezclas de hormigón por la resistencia a la penetración.”

**Cuba**, NC 120:2001 “Hormigón hidráulico. Especificaciones.”

**Cuba**, NC 174:2002 “Hormigón fresco. Medición del asentamiento por el cono.”