

## **HORMIGÓN FRESCO — DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA CONSISTENCIA CON EL TIEMPO Y LA EFICIENCIA DEL ACOMODO (RETEMPERING) DE LA CONSISTENCIA**

Fresh concrete. Determination of consistency variation on the time and the mix retempering efficiency

---

ICS: 91.100.30

1. Edición

Octubre 2003

**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: [nc@ncnorma.cu](mailto:nc@ncnorma.cu)

## **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 NC/CTN 37 de Hormigón Reforzado y Morteros en el que están representadas las instituciones siguientes:
  - Ministerio de la Construcción (MICONS)
    - Dirección de Desarrollo Tecnológico
    - Dirección de Normalización
    - Centro de Información
  - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción (CTDMC-MICONS)
  - CITEC-MINFAR
  - Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”
  - Instituto Nacional de la Vivienda
  - UNAICC
  - Empresas del MICONS
    - ENIA
    - EPP No. 2
    - TICONS
  - Oficina Nacional de Normalización
- Establece un método esencial para evaluar el comportamiento de la mezcla fresca de hormigón en climas cálidos y para poder establecer los requisitos de su acomodo (retempering), sin afectaciones en las prestaciones del hormigón en la estructura.
- No tiene equivalente en la normativa internacional consultada.

## **© NC, 2003**

**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**

### Introducción

Esta Norma Cubana consta de dos métodos de ensayo muy relacionados entre sí, la determinación de la variación de la consistencia con el tiempo y la eficiencia del acomodo (retempering) de la consistencia.

Es muy importante recalcar que el acomodo (retempering) de la consistencia de la mezcla es un procedimiento que sólo debe efectuarse cuando no se cuente con los aditivos químicos adecuados que permitan lograr el mantenimiento de la consistencia de la mezcla en el tiempo, de manera que en el momento del vertido el hormigón tenga la consistencia especificada.

El acomodo (retempering) de la consistencia de la mezcla encarece al hormigón y requiere de un control técnico cuidadoso para garantizar que no se afecten las propiedades fundamentales del hormigón (resistencias mecánicas y durabilidad).

## **HORMIGON FRESCO. DETERMINACION DE LA VARIACION DE LA CONSISTENCIA CON EL TIEMPO Y LA EFICIENCIA DEL ACOMODO (RETEMPERING) DE LA CONSISTENCIA**

### **1 Objeto**

Esta Norma establece el método de ensayo para simular en el laboratorio, la variación que sufre la mezcla fresca de hormigón con el tiempo, lo que es esencial para las mezclas sometidas al transporte y/o agitación prolongada, como es el caso del hormigón premezclado.

El método de ensayo indicado es válido para mezclas de hormigón cuya consistencia pueda ser medida por el cono de Abrams (NC 174) o por la mesa de fluidez (NC 54-251).

### **2 Referencias normativas**

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC 174:02 Hormigón fresco. Medición del asentamiento por el cono

NC 54-251:83 Materiales y productos de la construcción. Hormigón fresco. Determinación de la consistencia por el método de la mesa de fluidez

NC 222:2002 Hormigón fresco. Determinación de la masa volumétrica, el volumen real, el contenido real de cemento y el contenido teórico de aire

NC 221:2002 Hormigón. Elaboración de probetas para ensayos

NC 54-109:85 Materiales y productos de la construcción. Hormigón. Determinación de la resistencia a compresión

NC 120:2001 Hormigón hidráulico. Especificaciones

### **3 Términos y definiciones**

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

#### **3.1 Amasada**

Porción de mezcla de hormigón que se prepara de una sola vez

#### **3.2 Capacidad nominal de la hormigonera**

Volumen de hormigón totalmente compactado que es capaz de preparar la hormigonera en una amasada, según especificaciones del fabricante.

### 3.3 Acomodo de la mezcla (retempering)

Ajuste que se hace en la mezcla fresca de hormigón, con el empleo de agua o aditivos químicos, para que la mezcla obtenga el valor de consistencia deseado para su colocación, al concluir su tiempo total de transporte y agitación y previo y/o durante el vertido, sin que se afecten las propiedades fundamentales de diseño del hormigón endurecido (resistencias mecánicas y durabilidad). El acomodo de la mezcla solo puede efectuarse si se conoce con suficiente exactitud el volumen de hormigón real en la hormigonera.

## 4 Equipos, herramientas y medios de medición

- Hormigonera de laboratorio, de acción gravitacional y tambora basculante, con capacidad no menor de 65 L
- Paño con un tamaño que permita cubrir totalmente la abertura de la tambora de la hormigonera y que pueda ser atada
- Soga o cordel
- Cronómetro con precisión de 1 s
- Cono de Abrams con todos su aditamentos (bandeja metálica, varilla compactadora, embudo de carga y cuchara), o mesa o tabla de fluidez con sus respectivos aditamentos.

## 5 Método de ensayo

### 5.1 Ensayo para la determinación de la variación de la consistencia con el tiempo

Se prepara en la mezcladora un volumen de mezcla de hormigón ( $V_m$ ) que sea no menor del 80% de la capacidad nominal de la misma y cuya dosificación sea igual a la de la mezcla de hormigón a la que se requiere determinar la variación de su consistencia con el tiempo. La mezcla deberá estar totalmente preparada (a punto) en los tres primeros minutos transcurridos a partir de la unión del cemento con el agua, tal como se ha indicado en el procedimiento general de la tabla 1.

Es indispensable efectuar un ajuste cuidadoso de la dosificación por la humedad de los áridos. Si la mezcla requiere más o menos agua para obtener la consistencia requerida según la dosificación, deberá controlarse y registrarse el agua y la relación agua/cemento ajustada en el momento de la preparación de la mezcla.

Se anotará la temperatura ambiente del lugar donde se efectuará el ensayo, la temperatura del agua, del resto de las materias primas y la temperatura del hormigón antes de comenzar el ensayo.

La abertura de la hormigonera se cubrirá con el paño húmedo, atado con el cordel, durante todo el proceso de mezclado y agitación, para evitar la evaporación excesiva del agua.

A continuación se seguirá rigurosamente el procedimiento indicado en la tabla 1. El proceso de agitación, se simulará inclinando la tambora de la hormigonera a unos 45° con la horizontal.

**Tabla 1 — Procedimiento del ensayo para la determinación de la variación de la consistencia con el tiempo**

<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Operación</b>
0 - 3	Mezclado
3 - 6	Reposo
6 - 8	Mezclado
10	Medida de la consistencia (1)
11 - 28	Agitación
30	Medida de la consistencia (2)
31 - 58	Agitación
60	Medida de la consistencia (3)
61 - 88	Agitación
90	Medida de la consistencia (4)
91 - 118	Agitación
120	Medida de la consistencia (5)

Después de cada determinación de la consistencia, por el método de ensayo previsto, la mezcla será devuelta totalmente a la mezcladora.

### 5.1.1 Expresión de los resultados

Se llevará un control de los 5 valores de consistencia obtenidos durante el ensayo. El valor número 1 (a los 10 minutos) se considera el de referencia y los cuatro restantes indicarán la variación de la consistencia de la mezcla con el tiempo.

Se elabora una tabla y un gráfico de variación de la consistencia con el tiempo. En el gráfico las ordenadas indicarán los valores de consistencia obtenidos (en las medidas correspondientes en dependencia del tipo de ensayo utilizado) y las abscisas el tiempo en minutos.

Se indicará además la temperatura ambiente del local de realización de los ensayos, la temperatura de las materias primas y del hormigón al iniciarse los ensayos

En el caso en que haya sido necesario se indicará el agua y la relación agua/cemento ajustadas en el momento de la preparación.

Se indicará el número de revoluciones por minuto de la tambora de la hormigonera utilizada en la realización del ensayo.

### 5.2 Método de ensayo para determinar la eficiencia del acomodo (retempering) de una mezcla de hormigón

Con el mismo procedimiento general indicado en el apartado 6.1, se parte de conocer el valor del tiempo para el cual será necesario efectuar el acomodo (retempering) de la mezcla,

Por ejemplo si se prevé que el acomodo se hará a los 90 minutos, el procedimiento se efectuará según se indica en la tabla 2.

**Tabla 2 — Procedimiento del ensayo para determinar la eficiencia del acomodo (retempering) de una mezcla de hormigón**

Tiempo en minutos	Operación
0 - 3	Mezclado
3 - 6	Reposo
6 - 8	Mezclado
10	Medida de la consistencia (1)
11 - 28	Agitación
30	Medida de la consistencia (2)
31 - 58	Agitación
60	Medida de la consistencia (3)
61 - 88	Agitación
90	Medida de la consistencia (4)
91 - 94	Acomodo y mezclado
96	Medida de la consistencia (5)

A los 10 minutos, además de efectuar el ensayo correspondiente de medición de la consistencia, se procede a efectuar el ensayo de determinación de la densidad de la mezcla fresca y de determinación de su rendimiento, según los requerimientos de la NC 222, además se tomarán dos probetas, cumpliendo lo establecido en la NC 221 para efectuar su rotura a compresión a 28 días, siguiendo los requerimientos de la NC 54-109.

El volumen de mezcla en la hormigonera, en el momento de efectuar el acomodo (retempering) será entonces:

$$V_{ma} = V_m - 10,6029 \quad (L)$$

donde:

$V_{ma}$ : es el volumen real de mezcla en la hormigonera en el momento de efectuar el acomodo (retempering)

10,6029: es el volumen en litros de las 2 probetas extraídas a los 10 minutos

Es indispensable mantener una medida lo más exacta posible del volumen de la mezcla de hormigón en la hormigonera, por lo que se evitarán al máximo las pérdidas durante las mediciones de los asentamientos y la toma de las probetas.

La medición del agua o del aditivo químico, en el momento de efectuar el acomodo, o sea para lograr la consistencia deseada, será efectuada con mucho cuidado, empleando una probeta graduada, para evitar que el valor previsto de consistencia sobrepase los valores de tolerancia establecidos en la NC 120 para el valor de consistencia deseado.

La acomodación (retempering) solo puede ser efectuada con un control riguroso de la cantidad de agua o de aditivo si el valor de la consistencia en el momento de efectuar el acomodo cae dentro del valor mínimo permisible para el método de ensayo empleado.

Se efectuará el acomodo y el mezclado del hormigón en el tiempo indicado en la tabla 2 (3 minutos), a continuación se hará la medición de la consistencia, la determinación de la densidad de la mezcla fresca y su rendimiento y se extraerán dos probetas para determinar la resistencia a compresión a 28 días.

### 5.2.1 Expresión de los resultados

Los parámetros que miden la eficiencia del acomodo (retempering) de la mezcla fresca de hormigón serán expresados como:

- La variación de la resistencia media a compresión del hormigón a 28 días, entre las probetas tomadas a los 10 minutos y las probetas tomadas después de efectuar el acomodo
- La variación del rendimiento de la mezcla, entre el valor determinado a los 10 minutos y el valor determinado después de efectuar el acomodo
- Consumo real de agua o aditivo para efectuar el acomodo por metro cúbico de hormigón
- La variación de la relación agua/cemento (de cálculo) de la mezcla antes y después de efectuar el acomodo

Se indicará además la temperatura ambiente del local de realización de los ensayos, la temperatura de las materias primas y del hormigón al iniciarse los ensayos

En el caso en que haya sido necesario se indicará el agua y la relación agua/cemento ajustadas en el momento de la preparación.

Se indicará el número de revoluciones por minuto de la tambora de la hormigonera utilizada en la realización del ensayo.

### **Bibliografía**

Cuba. Instrucciones técnicas para el control de la acomodación (retempering) de la mezcla de hormigón después del transporte y la agitación prolongada. Howland Albear Juan J. 1996