

# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Septiembre ■ 2011

## Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio

*Primera parte*



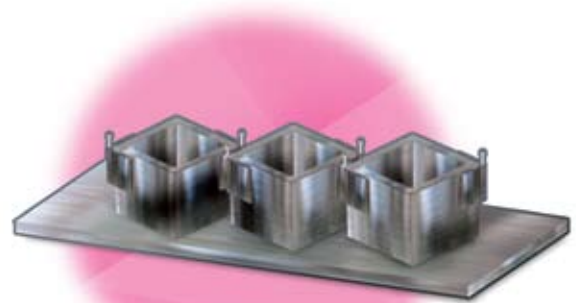
EDITADO POR EL INSTITUTO  
MEXICANO DEL CEMENTO Y  
DEL CONCRETO, A.C.



## Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio



**E**n este resumen se presenta la Norma Mexicana NMX-C-159-ONNCCE-2004, Concreto-Elaboración y Curado de Especímenes en el Laboratorio. Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, esta información no reemplaza el estudio completo que sea hecho de la misma. Es importante señalar que dado que la Norma es muy extensa, ésta será publicada en esta edición y en la siguiente. La primera parte consta de los temas: Objetivo y Campo de aplicación; Referencias; Definiciones; Materiales auxiliares; Equipos, Aparatos e Instrumentos. Por su parte, los temas referentes a la Preparación y acondicionamiento de las muestras; Procedimiento; Pruebas al concreto fresco; Expresión de los resultados y Bibliografía, aparecerán en el número de *Construcción y Tecnología en Concreto* del próximo mes de octubre.



### Objetivo y campo de aplicación

En las siguientes líneas se establecen los procedimientos para elaborar y curar en el laboratorio, los especímenes de concreto utilizados para las pruebas de resistencia a la compresión, a la flexión y a la tensión diametral.

### Referencias

Para la correcta aplicación se deben consultar las siguientes Normas vigentes:

- NMX-C-109-ONNCCE Industria de la construcción-Concreto-Cabeceo de especímenes cilíndricos.
- NMX-C-148-ONNCCE Industria de la construcción-Cementos hidráulicos-Gabinetes y cuartos húmedos y tanques de almacenamiento para el curado de especímenes de mortero y concreto de cementantes hidráulicos.
- NMX-C-156-ONNCCE Industria de la construcción-Concreto-Determinación del revenimiento en el concreto fresco.
- NMX-C-157 Industria de la construcción-Concreto-Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.
- NMX-C-158 Industria de la construcción-Concreto-Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico.
- NMX-C-160-ONNCCE Industria de la construcción-Concreto-Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
- NMX-C-162-ONNCCE Industria de la construcción-Concreto-Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico.



- NMX-C-164-0NNCCE Industria de la construcción-Agregados-Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso.

- NMX-C-165-0NNCCE Industria de la construcción-Agregados-Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado fino-Método de prueba.

- NMX-C-166 Industria de la construcción-Agregados-Contenido total de humedad por secado-Método de prueba.

- NMX-C-177-0NNCCE Industria de la construcción-Concreto-Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración.

- NMX-C-245 Industria de la construcción-Agregados-Determinación de las correcciones en masa por la humedad de los agregados en dosificaciones de mezclas de concreto.

- NMX-C-281 Industria de la construcción-Concreto-Moldes para elaborar especímenes cilíndricos de concreto verticalmente para pruebas-Especificaciones.

### Definiciones

**Curado:** Es el proceso mediante el cual se favorece la hidratación del cemento o de los materiales cementantes en la mezcla, en un ambiente específico de humedad y temperatura.

**Materiales auxiliares:** Éstos deben mantenerse a temperatura uniforme, antes del mezclado del concreto.

**Cemento:** Se debe almacenar en un lugar seco, en recipientes impermeables, de preferencia metálicos. El cemento debe mezclarse perfectamente para lograr uniformidad de la muestra en todas las pruebas y pasarse por la criba para eliminar todos los grumos.

**Agregados:** Para obtener la composición granulométrica deseada y evitar la segregación del agregado grueso, este debe ser clasificado en fracciones, según el tamaño nominal y dosificarse en la proporción adecuada por cada revoltura. En ocasiones es posible dosificar el agregado grueso como una sola fracción de un tamaño.

Por lo general, el número de fracciones es de dos a cinco para agregado menor de 63.5 mm (2 1/2"). Cuando una de las fracciones por dosificarse es de un contenido mayor al 10%, la relación de aberturas entre la criba mayor y la menor no debe exceder de 2.0. En ocasiones se aconseja emplear fracciones de menor variación granulométrica.

A menos que el agregado fino sea dividido en fracciones de tamaños individuales; es decir, en porciones retenidas en diferentes cribas, debe mantenerse en condiciones húmedas hasta el momento de ser empleado para evitar la segregación. Si se requiere estudiar granulometrías poco usuales, puede ser necesario secar y separar el agregado fino. En este caso si la cantidad total requerida del agregado fino es mayor de la que se pueda mezclar en una misma revoltura, deben determinarse las masas en las cantidades requeridas de cada porción para cada revoltura individual. Cuando sea posible, la cantidad total del agregado fino que se requiere para la investigación debe ser mezclada perfectamente, dosificada y mantenida en condición húmeda.

La masa específica y la absorción de los agregados deben ser determinadas de acuerdo con las normas NMX-C-164-0NNCCE y NMX-C-165-0NNCCE. Los agregados deben ser preparados antes de incorporarlos al concreto. A los agregados con absorción de 1.0 % se les determina su masa en condiciones de ambiente seco, haciendo la corrección por la cantidad de agua absorbida por el agregado antes de fraguar el concreto. Este procedimiento es útil para el agregado grueso, el cual debe ser dosificado en tamaños individuales. Debido a que el agregado fino puede producir segregación, debe ser empleado sólo cuando se haya separado en porciones de tamaños individuales. A las porciones de tamaños individuales del agregado se les puede determinar su masa por separado, en un recipiente marcado con la dosificación requerida y sumergidas en agua por dos horas antes de ser usadas. Después, se decanta el exceso de agua y se determina la masa combinada del agregado y del agua de mezclado.

El agregado debe ser saturado y mantenido en esa condición, con humedad superficial







en cantidades suficientemente pequeñas para evitar la pérdida por drenado, por lo menos 24 horas antes de ser usado. Cuando se utilice este método, para permitir el cálculo de la cantidad correcta del agregado húmedo, el contenido de humedad del agregado debe ser determinado de acuerdo con las normas NMX-C-245 y NMX-C-166. El agregado fino o grueso debe ser puesto y mantenido en condiciones de saturado y superficialmente seco hasta el momento de su uso en masa. Este método debe ser usado sólo cuando se prepara material para revolturas no mayores de 7 L. Deben observarse precauciones para evitar el secado del material durante la determinación de su masa y demás operaciones.



**Agregado ligero:** Los procedimientos para obtener la masa específica y la absorción -y para el manejo de los agregados mencionados en esta norma mexicana- se refieren a materiales con capacidad normal de absorción.

Los agregados ligeros, la escoria granulada por aire y algunos agregados naturales de alta porosidad, o vesiculares, pueden ser tan absorbentes que se puede dificultar el procedimiento para medir el contenido de humedad del agregado ligero. Al mezclarlo, puede tener efectos importantes sobre las características de los concretos, ya sean recién mezclados o endurecidos, tales como pérdida del revenimiento, de la resistencia a la compresión y de la resistencia a la congelación y el deshielo.

**Aditivos:** Los aditivos en polvo que sean insolubles por completo o en gran parte, que no contengan sales higroscópicas y que deban agregarse en pequeñas cantidades, deben ser mezclados con el cemento antes de introducir los materiales a la revolvedora; materiales esencialmente insolubles, que sean empleados en cantidades mayores de un 10 % en masa del cemento -tales como puzolanas- deben ser manejados y agregados a la revoltura en la misma forma que el cemento. Los adicionantes en polvo insolubles en gran parte pero que contengan sales higroscópicas, pueden producir grumos en el cemento, por lo cual deben ser mezclados con la arena. Los aditivos solubles en agua y los de consistencia líquida, deben ser agregados a la revoltura, en forma de solución, en el agua de mezclado.

Los aditivos que sean incompatibles en forma concentrada, tales como soluciones de cloruro de calcio, algunos inclusores de aire y retardantes, no deben ser mezclados entre sí antes de ser agregados al concreto. El método es cogido debe ser uniforme para todas las revolturas y debe reproducir las condiciones óptimas de la obra.

#### **Equipo, aparatos e instrumentos**

**Moldes:** Los moldes y los accesorios para elaborar los especímenes de concreto, deben ser de acero, fierro fundido, o cualquier otro material no absorbente y no reactivo con el cemento Portland u otros cementantes hidráulicos. Los moldes deben cumplir con las dimensiones y tolerancias especificadas en esta norma mexicana. Deben ser *no* permeables durante su empleo. Si es necesario, puede usarse un material de sello

por la parte externa con el fin de evitar fugas de agua por las juntas. Deben estar provistos de los elementos necesarios para fijarlos firmemente en sus bases.

**Moldes cilíndricos verticales:** Los moldes deben ser de lámina metálica gruesa, o de cualquier otro material rígido y no absorbente. Deben estar provistos de una base metálica maquinada; ésta debe ser del mismo material que el de las paredes del molde o metálicas, con planos lisos y con elementos para sujetarla firmemente al molde, y cumplir con lo especificado en la Norma Mexicana NMX-C-281.

**Moldes cilíndricos verticales desechables:** Se requiere atención especial para garantizar que las deformaciones se mantengan dentro de las tolerancias especificadas y que los materiales no sean absorbentes.

**Moldes cilíndricos horizontales para prueba de deformación diferida (flujo plástico):** Se emplean sólo para aquéllos especímenes que contengan deformímetros ahogados axialmente. Deben tener una ranura horizontal, con un ancho de medio diámetro del espécimen, y a todo lo largo del molde, a fin de recibir el concreto con el molde en posición horizontal. Deben contar con dos placas metálicas, torneadas, para las bases del cilindro. Estas bases se prepararán de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-C-109-0NNCCE. Deben contar con dispositivos para fijar firmemente las bases al molde y los necesarios para colocar en posición correcta el medidor de deformaciones. A una de las bases se le hará una perforación de adentro hacia afuera, con un ángulo tal que permita el paso del alambre del medidor de deformaciones a través del borde de la placa.

**Moldes prismáticos:** Los moldes para las pruebas de flexión, u otras que requieran especímenes de forma prismática, deben ser rectangulares, a menos que se especifique otra forma, y de las dimensiones que estipule el método de prueba correspondiente. Los lados y el fondo deben formar ángulos rectos entre sí. Deben ser superficies planas.

**Varillas para compactación:** Según el tipo de prueba, se especifican dos tamaños de varillas; cada una debe consistir en una barra lisa cilíndrica de acero, cuando menos con un extremo semiesférico, de diámetro igual al de la barra.

**Varilla larga:** Una barra lisa de 16mm  $\pm$  1.5mm de diámetro y 600mm  $\pm$  30mm de longitud.

**Varilla corta:** Una barra lisa de 10mm  $\pm$  1mm de diámetro y 300mm  $\pm$  15mm de longitud.

**Vibradores de inmersión:** Pueden ser de flecha flexible o rígida, de preferencia accionada por un motor eléctrico.

**Vibradores externos:** Pueden ser de dos tipos: de mesa o de plancha. Se debe contar con dispositivos adecuados para fijar firmemente los moldes al aparato vibrador y se debe emplear un tacómetro para verificar la frecuencia de vibración. Los impulsos vibratorios frecuentemente se imparten por medio de vibradores electromagnéticos, o por masas excéntricas accionadas directa o indirectamente con motores eléctricos.

**Herramienta auxiliar:** Se debe contar con palas, recipientes, llanas, enrasadores, cucharones, reglas, guantes de hule, mazo con cabeza de hule y charolas de lámina.

**Equipo de revenimiento:** El equipo debe cumplir con los requisitos de la Norma Mexicana NMX-C-156-0NNCCE.

**Charola para el mezclado de la muestra:** Debe ser de lámina metálica gruesa o de material no reactivo con la pasta de cemento portland, impermeable, con una profundidad conveniente y una capacidad suficiente que permita un mezclado eficiente de toda la revoltura con la pala o cuchara, o si la mezcla se hace mecánicamente.

**Equipo para determinar el contenido del aire:** Debe cumplir con lo especificado por las Normas Mexicanas NMX-C-157, NMX-C-158 y NMX-C-162-0NNCCE, respectivamente.

**Báscula:** Debe tener una aproximación de 0.3 % de la carga de prueba en cualquier punto dentro del intervalo de uso. Cuando se determine la masa de una pequeña cantidad de material se debe tener un cuidado muy especial, definiéndola por diferencia entre dos cantidades mayores.

**Mezcladora de concreto:** Consiste de un tambor rotatorio de una mezcladora de espas con eje horizontal o de una mezcladora de espas con eje vertical, capaz de mezclar las revolturas del tamaño y revenimiento requerido de modo homogéneo. Para mezclar concreto con revenimiento menor de 25 mm puede ser más eficiente una mezcladora de espas con eje horizontal o vertical que un tambor rotatorio. C



**Nota:** Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-159-0NNCCE-2004. Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y Cuidado de Especímenes en el Laboratorio. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: [normas@mail.onnce.org.mx](mailto:normas@mail.onnce.org.mx), o al teléfono 5663 2950, de México, DF.