
NORMA CUBANA

NC

293: 2005

**CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CURADO DEL
HORMIGÓN**

Code of Good Practices for Curing Concrete

ICS: 91.100.30

1. Edición Diciembre 2005
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

NC 293: 2005

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 evidencia de consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 37 de Hormigón Reforzado y Morteros en el cual están representadas las Instituciones siguientes:
 - ◆ Ministerio de la Construcción
 - Centro Técnico para el Desarrollo de los materiales de Construcción
 - Grupo Empresarial PERDURIT
 - Centro Técnico de la Vivienda y el urbanismo
 - Empresa de Prefabricados No. 2
 - Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas
 - Dirección de Desarrollo Tecnológico
 - Dirección de Normalización
 - ◆ Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”
 - ◆ Oficina del Historiador de la Ciudad
 - ◆ Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - ◆ Ministerio de la Industria Azucarera
 - ◆ Oficina Nacional de Normalización
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la versión en inglés de la Especificación Normativa ACI 308.1-98 “Standard Specifications for Curing Concrete”
- Los cambios editoriales que se han hecho del texto original han sido indicados en recuadros dentro del texto normal, con letras cursivas y se refieren esencialmente a aspectos relativos a la referencia directa a Normas Cubanas existentes, así como a otros aspectos de actualización de la problemática y de la experiencia cubana en general.
- La lista de chequeo que acompaña el documento original y que aparece al inicio, se ha incluido como un anexo de carácter informativo.
- Sustituye la NC 52-02:1978 Curado del hormigón. Especificaciones

© NC, 2005

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.

CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CURADO DEL HORMIGÓN

Reporte del Comité 308 del ACI

Este Código establece los requisitos para los diferentes métodos de curado del hormigón. Estos métodos no son necesariamente iguales en efectividad, costo, efectos sobre la programación de la obra o el impacto sobre otros aspectos de la misma. Para la utilización de este código los especialistas no sólo pueden incluir o citar este documento como referencia en las especificaciones del proyecto, sino que deben también identificar los elementos de hormigón que van a ser curados y seleccionar el método adecuado para ello.

El Código cuenta con criterios que pueden o no ser aplicables a una obra específica y se ha incluido una Lista de Chequeo que sirve como guía para seleccionar el método de curado adecuado.

Los especialistas deben definir si las acciones de curado del hormigón concluirán después de un plazo de tiempo determinado, o sólo después de que el hormigón haya desarrollado las propiedades que hayan sido especificadas. En este último caso el especialista debe seleccionar también los métodos de ensayo para medir estas propiedades.

Palabras clave: Hormigón; Obras de hormigón; Curado; Láminas de curado; Construcción en clima caliente; Aislamiento del hormigón; Aislamiento; Compuestos formadores de membrana; Curado húmedo; Retención de la humedad; Curado con agua.

CONTENIDO

Capítulo 1 - Requisitos Generales

- 1.1 Campo de aplicación
- 1.2 Términos y definiciones
- 1.3 Organizaciones de Referencia
- 1.4 Normas de Referencia
- 1.5 Someter a aprobación
- 1.6 Aseguramiento de la calidad
- 1.7 Curado en clima frío
- 1.8 Curado en clima caliente

Capítulo 2 – Retención de la Humedad

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Productos
- 2.3 Ejecución

Capítulo 3 – Retención de la Humedad. Compuestos líquidos formadores de membrana

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Productos
- 3.3 Ejecución

Capítulo 4 – Adición de agua: Inundación

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Productos
- 4.3 Ejecución

Capítulo 5 – Adición de agua: Nebulización

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Productos
- 5.3 Ejecución

Capítulo 6 – Adición de agua: Rociado

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Productos
- 6.3 Ejecución

Capítulo 7 – Adición de agua: Materiales absorbentes

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Productos
- 7.3 Ejecución

Anexo 1 (Informativo) – Lista de Chequeo para el curado del hormigón

CAPÍTULO 1 – REQUISITOS GENERALES

1.1 – Campo de aplicación

1.1.1 Trabajo específico – Este Código de Buenas Prácticas establece los requisitos para el curado de los elementos de hormigón que son ejecutados en los lugares descritos en los documentos contractuales.

1.1.2 El hormigón especial y las tecnologías especiales de construcción, así como otros elementos de hormigón que requieran del empleo de procedimientos de curado que no se analizan en este código, no están cubiertos por el mismo.

1.1.3 Generalidades – Inmediatamente después del vertido hay que mantener el hormigón en condición húmeda, con las temperaturas especificadas y protegerlo de daños mecánicos durante el período que duren los curados inicial y final.

1.1.4 Protección contra daños mecánicos – Hay que proteger el hormigón de perturbaciones mecánicas dañinas durante todo el período de curado. Hay que proteger las superficies ya terminadas del posible daño que puedan causar equipos, materiales o métodos de construcción y del daño que pueda provocar también la aplicación de procedimientos de curado o el movimiento del agua.

1.1.5 Hay que curar el hormigón como se indica a continuación:

1.1.5.1 Superficies no encofradas – Aplicar uno de los procedimientos de curado que se describen en los Capítulos del 2 al 7. Si uno de estos procedimientos se emplea inicialmente, puede ser reemplazado por cualquiera de los otros procedimientos después de que el hormigón tenga 1 día de edad, garantizando que la superficie del mismo no se seque en ningún momento.

1.1.5.2 Superficies encofradas – Mantener húmedos los encofrados absorbentes de madera hasta que sean removidos. Una vez que sean removidos, curar el hormigón por uno de los procedimientos descritos en los Capítulos del 2 al 7 en el período de curado restante.

1.1.6 Período de curado – Hay que curar el hormigón los siguientes períodos de tiempo:

1.1.6.1 Cuando no se ejecutan ensayos previos para determinar el período necesario de curado, hay que curar el hormigón durante 7 días como mínimo.

Se ha eliminado en este apartado la parte final que incluía “garantizando que la superficie del mismo se mantenga como mínimo a 10 °C” Pues en Cuba es absolutamente imposible garantizar este requisito, que es siempre deseable pero no indispensable.

1.1.6.2 Cuando se ejecuten ensayos previos para determinar el período de curado que estén basados en la obtención de resistencia del hormigón, hay que mantener el procedimiento de curado hasta que el ensayo cumpla o exceda los requerimientos del Apartado 1.6.4.2.

1.1.6.3 Cuando se ejecuten ensayos previos para determinar el período de curado que estén basados en la obtención de requisitos de durabilidad, hay que mantener el procedimiento de curado hasta que el ensayo cumpla o exceda los requerimientos del Apartado 1.6.4.3.

1.2 – Términos y Definiciones

Clima frío – Un período en que por más de 3 días sucesivos, la temperatura promedio diaria esté por debajo de los 4 °C (Nota: la temperatura promedio diaria es el promedio entre la temperatura más alta y la más baja de media noche a media noche. Cuando las temperaturas ambientales están por encima de los 10 °C o más durante 12 horas en un mismo día, el período no puede ser considerado como clima frío)

Hormigón fresco – Hormigón en estado no endurecido que puede ser compactado por el método deseado.

Curado – Actividad que consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el hormigón durante sus primeras edades de manera que éste pueda desarrollar las propiedades o desempeño deseado.

Compuesto de curado – Un líquido que puede ser aplicado como una película en la superficie de un hormigón recién colocado para retardar la pérdida de agua, o en el caso de compuestos pigmentados, reflejar el calor de manera que le de oportunidad al hormigón para desarrollar sus propiedades en un ambiente favorable de humedad y temperatura. (Nota: De acuerdo con los requerimientos de la norma ASTM C 309, cuando estos productos se aplican tal como se establece en las normas ASTM, restringen la pérdida de agua de la superficie del hormigón, pero no la impiden completamente)

Curado final – Acción ejecutada con toda intención entre el acabado o terminación final de la superficie del hormigón y la conclusión del curado.

Curado inicial – Acción ejecutada con toda intención entre la conclusión del vertido del hormigón y el final del acabado o terminación de la superficie, con vistas a reducir la pérdida de humedad de la superficie del hormigón.

Período de curado – Espacio de tiempo en el cual se aplican procedimientos continuos de curado. (Nota: El período de curado incluye los curados inicial y final).

Diariamente – Lo que ocurre cada día con la duración estándar de 24 horas al día.

Seca – Una superficie no cubierta con humedad libre visible.

Reductor de evaporación – Material que genera una película fina continua cuando se dispersa sobre al agua de la superficie del hormigón fresco y retarda la evaporación del agua de exudación.

Clima caliente – Combinación de una alta temperatura ambiental, elevada temperatura del hormigón, baja humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar directa, que puede provocar evaporación excesiva.

Compuestos orgánicos volátiles (COV) – Compuestos químicos que se vaporizan bajo ciertas condiciones establecidas (En ciertas áreas no existen límites legales sobre la naturaleza o la concentración de estos compuestos dentro de productos tales como los compuestos formadores de membranas para el curado del hormigón).

Húmedo – Cubierto con humedad libre visible; no seco.

1.3 – Organizaciones de referencia

Se relacionan a continuación las abreviaturas y los nombres completos y direcciones de las organizaciones emisoras de los documentos que son referenciados en este Código:

American Concrete Institute (ACI)
P.O. Box 9094
Farmington Hills, MI 48333-9094
Teléfono: 248-848-3700; Fax: 248-848-3701

American Society for testing and Materials (ASTM)
100 Barr Harbor Drive
West Conshohocken, PA 19428-2959
Teléfono: 610-832-9500; Fax: 610-832-9555

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)
444 North Capitol Street, N.W., Suite No. 249
Washington, D.C. 20001-1512
Teléfono: 202-624-5900; Fax: 202-624-5806

1.4 – Normas de referencia

1.4.1 Normas de referencia – Se relacionan como parte de este Código las normas del ACI, ASTM y la AASHTO referidas en el mismo, con la designación serial y el año de adopción o de revisión.

En este apartado se han sustituido las normas norteamericanas por las normas cubanas equivalentes vigentes

1.4.1.1 Normas del ACI

306.1-90 Especificaciones normativas para el hormigonado en clima frío

1.4.2 Normas ASTM

C 171-92 Especificación normativa para los materiales laminares empleados en el curado del hormigón

C 309-94 Especificación normativa para los compuestos líquidos formadores de membrana para el curado del hormigón

C 1074-93 Práctica para la estimación de la resistencia del hormigón por el método de la madurez

1.4.3 Normas de materiales de la AASHTO

M 182-91 Especificación para las mantas tejidas de yute y kenaff

1.4.4 Normas Cubanas

NC 120:2004 Hormigón hidráulico. Especificaciones

NC 221:2002 Hormigón. Elaboración de probetas para ensayos

NC 244:2003 Hormigón endurecido. Determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas

NC 353:2004 Aguas para el amasado y curado del hormigón y los morteros. Especificaciones

1.5 – Someter a aprobación

1.5.1 Se requiere que los datos requeridos y que estén indicados en este código para el curado del hormigón sean revisados y aprobados por los especialistas antes de la ejecución y con suficiente antelación para la revisión del proceso.

1.5.2 Hay que aprobar el procedimiento de los métodos de curado a ser empleados y los datos demostrativos de que los materiales cumplen con el Código.

1.5.3 Si se propone un método de ensayo no destructivo para estimar la resistencia del hormigón en el lugar, el contratista obtendrá la aprobación de los especialistas para la aplicación del método de ensayo. Se garantizarán los datos del ensayo correlacionando la resistencia del hormigón del hormigón determinada por el método de ensayo no destructivo propuesto, con la resistencia a compresión obtenida de las probetas cilíndricas fabricadas y curadas en el laboratorio o de los testigos perforados.

1.5.4 Someter a aprobación los procedimientos de curado en clima frío como mínimo un mes antes del hormigonado en estas condiciones.

1.5.5 Someter a aprobación los procedimientos de curado en clima caliente como mínimo 1 mes antes de emplearlos, así como los datos que demuestran que los materiales empleados cumplen con los requerimientos del Código, incluyendo lo siguiente:

- a. Datos técnicos del producto reductor de la evaporación
- b. Procedimientos de nebulización
- c. Otras medidas de protección a ser empleadas.

1.6 – Aseguramiento de la calidad

1.6.1 Los materiales y los procedimientos de curado pueden ser ensayados e inspeccionados por el inversionista en la medida que los trabajos se desarrollan, para verificar que son adecuados.

1.6.2 *Entidades de ensayos* – Las entidades de ensayos que prestan servicios de ensayos de los materiales del hormigón tienen que estar debidamente acreditadas. El ensayo de los hormigones se efectuará por especialistas competentes. La entidad que efectúa los ensayos reportará sus resultados en el período de tiempo conveniado.

Se han eliminado las referencias a la Norma ASTM C 1077 para los laboratorios y a los requerimientos de técnicos Grado 1 del ACI para los ensayos

1.6.3 El contratista garantizará el área adecuada para el almacenaje seguro de las probetas que se curan en el campo hasta el momento del ensayo.

1.6.4 Los ensayos para determinar el tiempo de duración del curado tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1.6.4.1 *Generalidades* – Los ensayos para determinar el tiempo de terminación del curado deben ser ejecutados por una entidad acreditada que sea aceptable para los especialistas.

1.6.4.2 *Ensayos sobre la base de la resistencia* – Cuando la terminación del curado se base en el desarrollo de la resistencia del hormigón, el curado no debe concluir antes de que la resistencia a compresión del hormigón alcance el 70% de la resistencia característica especificada. Lo que se determina por uno de los siguientes métodos:

1.6.4.2.a *Basados en la resistencia a compresión* – Las probetas cilíndricas elaboradas de acuerdo con la norma NC 221:2002 y la realización del ensayo, de acuerdo con la norma NC 244:2003, se mantienen en curado hasta que el ensayo de dos probetas cilíndricas como mínimo curadas en el campo junto al hormigón que éstas representan, hayan alcanzado la resistencia a compresión especificada para la terminación del curado.

1.6.4.2.b *Basados en el método de la madurez* – Se mantiene el curado hasta que el hormigón logre la resistencia a compresión especificada para la terminación del curado, que se estima según lo establecido en la norma ASTM C 1074.

1.6.4.2.c *Basados en métodos de ensayo no destructivos* – Se mantiene el curado hasta que los ensayos indiquen que se ha alcanzado la resistencia a compresión especificada.

1.6.4.3 *Ensayos sobre la base de la durabilidad* – Se mantiene el curado hasta que sean alcanzados los resultados especificados.

1.7 – Curado en clima frío

Se ha eliminado el articulado de este apartado por no corresponder a las características del clima cubano

1.8 – Curado en clima caliente

1.8.1 Este apartado cubre la protección y los requerimientos adicionales de curado que es necesario implementar en clima caliente. Hay que emplear el método o métodos de curado inicial para evitar la fisuración por retracción plástica.

1.8.2 En el período de curado inicial hay que emplear reductores de la evaporación, nebulización, o pantallas de sombra (individualmente o en combinación), para controlar el ritmo de evaporación del agua de exudación y el secado subsiguiente del hormigón.

1.8.3 *Productos*

1.8.3.1 Utilizar materiales reductores de la evaporación que forman una película continua y evitan la pérdida rápida de humedad de la superficie del hormigón, producto del agua de exudación. Aplicar los materiales reductores de la evaporación de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

1.8.3.2 El equipamiento para la nebulización produce una niebla a partir de una nariz atomizadora de agua con suficiente velocidad para cubrir toda la superficie del hormigón. Pueden ser necesarias elevadas presiones y ritmos de flujo de operación para poder entregar la niebla de agua a grandes distancias.

1.8.3.3 La temperatura del agua de curado no será mayor de 10 °C por debajo de la temperatura superficial del hormigón en el momento en que el agua y el hormigón entren en contacto.

1.8.4 *Ejecución*

1.8.4.1 Hay que preparar la implementación del procedimiento de curado en clima caliente antes de que se manifiesten las condiciones del clima caliente.

1.8.4.2 Garantizar los recursos humanos necesarios para ejecutar adecuadamente los procedimientos de hormigonado en clima caliente mientras el hormigón se vierte y se le da acabado de forma continua.

1.8.4.3 Humedecer el sustrato, los encofrados, el refuerzo y otros metales embebidos así como las superficies previamente vertidas, inmediatamente antes de verter el hormigón.

1.8.4.4 Prevenir el secado del hormigón antes de la aplicación de los métodos de curado final, empleando los métodos apropiados de curado inicial. Cuando sea necesario y con vistas a prevenir el secado de la superficie del hormigón, reducir la pérdida de humedad del hormigón evitando la acción directa de los rayos solares sobre las mezcladoras, los encofrados y el acero de refuerzo, levantando pantallas de sombra, rompevientos o una combinación de ambas. Colocar y terminar el hormigón en horas de la noche cuando la pérdida de humedad del hormigón no tenga que ser controlada por los métodos anteriormente mencionados y cuando las condiciones de evaporación son menos severas que durante el día.

1.8.4.5 Emplear uno de los dos métodos siguientes para efectuar el curado inicial:

a. Empleando la nebulización de agua tal como se especifica en el apartado 5 de este Código

b. Atrapando el agua de exudación de la superficie del hormigón bajo una película uniformemente distribuida de un retardador de evaporación. Coloque la película del retardador de la evaporación entre las diferentes operaciones de terminación o acabado. No se debe trabajar el material de la película líquida dentro de la pasta durante las subsiguientes operaciones de acabado. No se debe trabajar el agua de la superficie del hormigón en el proceso de acabado.

1.8.4.6 Ejecutar los métodos de curado final inmediatamente después de completar la operación final de acabado. El curado final puede ser ejecutado empleando cualquiera de los métodos descritos en este Código.

1.8.4.6a. Emplear un compuesto líquido formador de membrana pigmentado (Tipo 2 según la norma ASTM C 309)

1.8.4.6b. Emplear un plástico blanco o reflectante.

1.8.4.6c. No utilizar un material retardador de la evaporación como compuesto de curado.

CAPÍTULO 2 – RETENCIÓN DE LA HUMEDAD

2.1 – Generalidades

2.1.1 Descripción – Este Capítulo establece los métodos y los procedimientos para el curado del hormigón con el empleo de láminas plásticas, láminas plásticas adheridas a tejidos absorbentes de agua, o papel reforzado.

2.2 – Productos

2.2.1 Las láminas plásticas serán de polietileno con un espesor mínimo de 0,1 mm, o películas de polietileno de igual espesor mínimo adheridas a una capa de algodón, tejido manufacturado u otro material absorbente. Las láminas cumplirán los requisitos establecidos en la norma ASTM C 171.

2.2.2 El papel reforzado consistirá en dos capas de papel kraft adheridas a una capa de adhesivo bituminoso, reforzado con fibras (que no sean de asbesto). El papel reforzado cumplirá los requerimientos de la norma ASTM C 171.

2.3 – Ejecución

2.3.1 Colocar el material encima de la superficie del hormigón tan pronto como sea posible pero sin afectar la superficie. Cubrir toda la superficie expuesta del hormigón y fuera de los límites de la superficie del hormigón. Adherir firmemente las láminas unas con otras o solaparlas. Mantener la integridad del material y su capacidad de contención del agua sobre la superficie del hormigón a través de todo el período de curado.

2.3.2 Verificar que el hormigón está continuamente húmedo bajo las láminas; de lo contrario añadir agua por debajo de las mantas empleando mangueras.

2.3.3 Cuando la temperatura ambiente diaria está por debajo de los 15 °C, hay que emplear láminas plásticas negras o coloreadas. Las láminas blancas o similarmente reflectantes se utilizarán cuando la temperatura ambiente diaria esté por encima de los 30 °C. Se empleará cualquier lámina plástica coloreada o transparente con temperaturas entre 15 ° y 30 °C.

CAPÍTULO 3 – RETENCIÓN DE LA HUMEDAD: COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA

3.1 – Generalidades

3.1.1 Descripción – Este Capítulo establece los métodos y procedimientos para el curado del hormigón empleando compuestos líquidos formadores de membrana.

3.1.2 Someter a aprobación

3.1.2.1 Se someterá a aprobación el procedimiento de curado que se empleará y los datos que demuestren que los materiales propuestos cumplen con los requerimientos del Código, que deben incluir lo siguiente:

- a. Datos técnicos del fabricante que incluyan el ritmo de pérdida de humedad del producto al ritmo de aplicación establecido y los datos de seguridad del material.
- b. Certificación del fabricante verificando la conformidad del producto con los límites que estén establecidos (si lo están) para los compuestos orgánicos volátiles.

3.2 – Productos

3.2.1 Los compuestos líquidos formadores de membrana cumplirán los requerimientos de la norma ASTM C 309. Se emplearán los compuestos de color blanco o gris para la reflexión de la luz.

3.3 – Ejecución

3.3.1 Aplicar los compuestos líquidos formadores de membrana uniformemente y al ritmo recomendado por el fabricante, pero a un ritmo no superior al que exige el ensayo indicado en la norma ASTM C 309. Aplicar los compuestos líquidos formadores de membrana inmediatamente después del acabado final de la superficie y tan pronto como el agua libre haya desaparecido, que no sea visible el brillo del agua y que la exudación haya cesado esencialmente. Mantener la superficie del hormigón húmeda sin agua remanente. Proteger la membrana de cualquier daño durante todo el período de curado. Asegurar una adecuada ventilación durante la formación de la membrana.

3.3.2 Coloque los compuestos de curado con un aspersor eléctrico o de gasolina. Se permite el uso de una bomba aspersora manual, o un rodillo de pintar para áreas menores de 200 m, o si la aplicación doble con aspersores eléctricos o de gasolina pudiera dañar los materiales adyacentes.

CAPÍTULO 4 – ADICIÓN DE AGUA: INUNDACIÓN

4.1 – Generalidades

4.1.1 Descripción – Este Capítulo establece los métodos y procedimientos de curado sobre la adición de agua a la superficie del hormigón por inundación o inmersión.

4.2 – Productos

4.2.1 la temperatura del agua de curado no será nunca menor de 10 °C más fría que la temperatura superficial del hormigón en el momento en que el agua y el hormigón entren en contacto. El agua será potable o cumplirá los requisitos establecidos en la Norma Cubana NC 353:2004 y tiene que estar libre de materiales que tengan la posibilidad de manchar el hormigón.

4.3 – Ejecución

4.3.1 Se ejecutará la inundación del elemento a curar construyendo una barrera de tierra, arena u otro material alrededor del elemento de hormigón e inundándolo con agua.

4.3.2 Comenzar la inundación de la superficie del hormigón tan pronto como sea posible sin dañar la superficie.

4.3.3 Reemplazar el agua perdida por evaporación o por filtración al ritmo suficiente para mantener la inundación. No se permitirá que ocurran ciclos de humedecimiento y secado de la superficie del hormigón. Hay que mantener la superficie del hormigón continuamente húmeda.

CAPÍTULO 5 – ADICIÓN DE AGUA: NEBULIZACIÓN

5.1 – Generalidades

5.1.1 *Descripción* – Este Capítulo establece los métodos y procedimientos de curado para la adición de agua a la superficie del hormigón por nebulización.

5.2 – Productos

5.2.1 La temperatura del agua de curado no será nunca menor de 10 °C más fría que la temperatura de la superficie del hormigón en el momento en que el agua y el hormigón entren en contacto. El agua será potable y cumplirá los requisitos establecidos en la Norma Cubana NC 353:2004 y tiene que estar libre de materiales que tengan la posibilidad de manchar el hormigón.

5.2.2 El equipamiento empleado producirá la nebulización del agua mediante una nariz atomizadora con suficiente velocidad para cubrir la superficie del hormigón. Pueden ser necesarias presiones de operación y flujos más elevados para entregar la nebulización de agua a grandes distancias. Los equipos de más baja presión son aceptables para el curado final.

5.3 – Ejecución

5.3.1 *Procedimiento de curado inicial* – Nebulizar el agua atomizada, directamente encima de la superficie del hormigón para permitir que la niebla se amontone debajo, en la superficie del hormigón. Es inaceptable la descarga directa del agua atomizada sobre la superficie del hormigón. Hay que generar suficiente velocidad de las gotitas de agua atomizada para alcanzar los bordes extremos de la superficie del hormigón. La nebulización continua es necesaria para mantener la apariencia reflectante del hormigón húmedo. No se puede permitir que la superficie se seque, o que se manifiesten ciclos de secado y humedecimiento. Mantenga mojada la superficie del hormigón, pero no deje acumular agua hasta que se haya ocurrido el fraguado final del hormigón.

5.3.2 Procedimiento final de curado – Mantener la superficie del hormigón continuamente húmeda. No se pueden permitir ciclos alternos de humedecimiento y secado de la superficie del hormigón.

CAPÍTULO 6 – ADICIÓN DE AGUA: ROCIADO

6.1 – Generalidades

6.1.1 Descripción – Este Capítulo establece los métodos de curado del hormigón y los procedimientos para el rociado.

6.2 – Productos

6.2.1 La temperatura del agua de curado no será nunca menor de 10 °C más fría que la temperatura de la superficie del hormigón en el momento en que el agua y el hormigón entren en contacto. El agua será potable y cumplirá los requisitos establecidos en la Norma Cubana NC 353:2004 y tiene que estar libre de materiales que tengan la posibilidad de manchar el hormigón.

6.2.2 El equipamiento consistirá en mangueras de agua, rociadores de césped, o una combinación de ambos.

6.3 – Ejecución

6.3.1 El rociado se ejecuta en el curado final empleando mangueras de agua o rociadores de jardín. Hay que tener mucho cuidado de que la superficie del hormigón no sea erosionada.

6.3.2 Emplear las mangueras de agua para el curado inicial de paredes (paneles) y columna de hormigón después del momento del fraguado inicial y antes de que los encofrados sean removidos. Hay que colocar la manguera en la parte superior de la pared (panel) y de las columnas de manera que el agua penetre entre el hormigón y el encofrado.

6.3.3 Hay que mantener las superficies del hormigón continuamente húmedas.

CAPÍTULO 7 – ADICIÓN DE AGUA: MATERIALES ABSORBENTES

7.1 – Generalidades

7.1.1 Descripción – Este Capítulo establece los métodos y procedimientos para la adición de agua a la superficie del hormigón mediante materiales absorbentes.

7.2 – Productos

7.2.1 La temperatura del agua de curado no será nunca menor de 10 °C más fría que la temperatura de la superficie del hormigón en el momento en que el agua y el hormigón entren en contacto. El agua será potable y cumplirá los requisitos establecidos en la Norma Cubana NC 353:2004 y tiene que estar libre de materiales que tengan la posibilidad de manchar el hormigón.

7.2.2 Emplear arena, paja, mantas o tejidos de algodón, o tierra que estén libres de materiales que puedan provocarle manchas a la superficie del hormigón.

7.2.3 Los materiales térreos estarán libres de materias orgánicas y de partículas mayores de 25 mm.

7.2.4 Las mantas tejidas cumplirán con los requerimientos establecidos en la Norma AASHTO M 182-91.

7.3 – Ejecución

7.3.1 Hay que distribuir los materiales absorbentes de forma uniforme por toda la superficie del hormigón. Se aplicará agua a los materiales de manera que éstos no sean desplazados. Hay que mantener las superficies del hormigón continuamente húmedas. No se puede permitir que las superficies del hormigón se sequen o sufran ciclos alternados de humedecimiento y secado. No se puede colocar los materiales durante el período inicial de curado. No se puede manchar el hormigón.

Anexo A
(informativo)

LISTA DE CHEQUEO PARA EL CURADO DEL HORMIGÓN

Esta lista de chequeo tiene como objetivo ayudar a los especialistas a través del proceso de selección del método adecuado de curado del hormigón. En ella se identifica el Capítulo y apartados de este Código, así como la acción requerida por el especialista para lograr una adecuada selección.

Capítulo/Apartado del Código	Notas para el Especialista
1.4	Revisar las normas de referencia para asegurarse que las fechas de publicación son aplicables a la obra específica
1.1.1 y 1.1.2	Describe el tipo de elemento que será curado en correspondencia con este Código. Hay que especificar claramente las razones por las cuales no se va aplicar este Código.
1.1.3	Los trabajos de curado pueden concluir ya sea cuando haya concluido un tiempo determinado, o cuando se hayan alcanzado determinados desempeños en el hormigón en la obra o n muestras que sean representativas en el laboratorio. Los especialistas determinan cuales de estos criterios se emplearán en los apartados 1.1.6.1; 1.1.6.2 y 1.1.6.3
1.1.5.1	A menos que los especialistas requieran otra cosa en las especificaciones del proyecto, el apartado 1.1.5.1 permite el empleo de cualquiera de los métodos de curado descritos en los Capítulos del 2 al 7
1.1.5.2	A menos que los especialistas requieran otra cosa en las especificaciones del proyecto, el apartado 1.1.5.2 requiere que para las superficies encofradas, los encofrados absorbentes deben permanecer húmedos hasta su remoción, la que será seguida de la aplicación de uno de los métodos de curado descritos en los Capítulos del 2 al 7 hasta que se cumpla el período de duración previsto o los requerimientos de resistencia.
1.1.5.1; 1.1.5.2 y el Capítulo 5	El nebulizado de agua que está descrito en el Capítulo 5 se puede especificar cuando haya insuficiente agua de exudación para mantener las condiciones apropiadas de humedad, o cuando se pueda tolerar una pequeña pérdida de humedad. El hormigón que contiene cementos finamente molidos, cementos expansivos, cenizas volantes, escorias granuladas de altos hornos, microsílíce, puzolanas naturales u otros materiales cementicios, o que contengan una relación agua/material cementicio inferior a 0,4 en peso, pueden requerir la nebulización en el período inicial de curado. La nebulización puede ayudar a evitar la fisuración por retracción plástica.
1.1.6	El especialista selecciona el período de curado (apartado 1.1.3) y el método a emplear para determinar cuando deben concluirse las operaciones de curado (apartados 1.1.6.1; 1.1.6.2; 1.1.6.3)

Capítulo/Apartado del Código	Notas para el Especialista
1.1.6.1	El especialista especificará la extensión mínima del período de curado cuando este no esté sustentado por resultados de ensayos. A tal efecto tienen que considerar el diseño de la mezcla, las condiciones ambientales y el nivel de experiencia del contratista en la selección del tiempo de curado. El valor predeterminado en principio es de 7 días. El especialista debe determinar la aceptabilidad de este valor y sustituirlo por otro más apropiado cuando sea necesario.
1.1.6.2 y 1.6.4.2	Bajo el criterio de los ensayos de resistencia para la duración del curado, el especialista tiene que especificar la resistencia a compresión que hay que alcanzar en probetas curadas en el campo antes de concluir los trabajos de curado. El valor predeterminado de resistencia a compresión para concluir los trabajos de curado es el 70% de la resistencia característica especificada del hormigón. El especialista tiene que determinar la aceptabilidad de este valor y sustituirlo por uno más apropiado cuando sea necesario.
1.1.6.2 y 1.6.4.2	El especialista puede sustituir o incrementar el requerimiento de resistencia a compresión del hormigón para la terminación del curado por los requerimientos de desarrollo de otras propiedades mecánicas relacionadas con la resistencia, como por ejemplo la resistencia a la flexión, a tracción indirecta, o el módulo de elasticidad. En estos casos el especialista tiene que especificar el método de ensayo a emplear y los resultados de los ensayos que hay que alcanzar.
1.1.6.3 y 1.6.4.3	Si el curado tienen que mantenerse hasta que se hayan obtenido determinadas propiedades relacionadas con la durabilidad del hormigón, el especialista tiene que especificar la propiedad concreta a obtener, los métodos de ensayo a emplear para determinar tal propiedad y los resultados de los ensayos a ser alcanzados. El especialista debe dirigirse por información a este Código, al ACI 201.2R "Guía para la obtención de un hormigón duradero" y a la Norma ASTM STP 169C "Significación de las propiedades del hormigón y de los materiales aglomerados de hormigón"
1.4	El especialista puede revisar las siguientes normas y evaluar su aplicabilidad en la obra específica: Norma ASTM C 156-95 "Método de ensayo para determinar la retención de agua de los materiales de curado del hormigón"; Norma Cubana NC 243:2003 "Hormigón-Pérdida de agua por exudación"; Norma ASTM C 1151-91 "Método de ensayo para la evaluación de la efectividad de los materiales de curado del hormigón"
1.6.4	Cualquiera de los 3 métodos de ensayo que están descritos para determinar la resistencia es aceptable, a menos que el especialista requiera otra cosa
1.6.4.2c	A menos que el especialista haya dirigido otra cosa, el contratista puede solicitar el empleo de un método de ensayo no destructivo para demostrar que el hormigón en el lugar cumple con el desempeño deseado a los efectos de la terminación del curado, de acuerdo con este Código.

Capítulo/Apartado del Código	Notas para el Especialista
1.6.4.3	El especialista tiene la opción de definir cuando concluir los trabajos de curado, basado en ensayos de la superficie del hormigón. Dirigirse al ACI 201.25 "Guía para un hormigón duradero" y la Norma ASTM STP 169C "Significación de las propiedades del hormigón y de los materiales aglomerados de hormigón",
2.1	Es opcional no permitir el uso de láminas plásticas para el curado, ni de láminas plásticas adheridas a tejidos o papel reforzado
2.2.1 y 2.2.2	El especialista puede referirse a la Norma AASHTO M 182 en lugar de la Norma ASTM C 171
2.3.2	El especialista puede especificar la frecuencia de la inspección
2.3.3	Si en el primer día la temperatura ambiente excede los 20 °C, es preferible emplear láminas plásticas blancas o similarmente reflectantes.
3.2.1	Los compuestos líquidos formadores de membrana: Cuando se van a colocar elementos de piso o se van a hacer tratamientos superficiales en el hormigón, el especialista debe especificar si el material de curado es compatible con adhesivos, pinturas o selladores que se vayan a colocar sobre el sustrato de hormigón.
3.2.1	El especialista puede requerir un valor de ensayo de pérdida de humedad para el compuesto de curado que sea inferior que el requerido por la Norma ASTM C 309. Por el ACI 302.1R-96 se requiere para pisos destinados para una alta resistencia al desgaste, un desarrollo óptimo de resistencia en la superficie y un ancho mínimo de fisuras, una pérdida de humedad no mayor de 0,3 kg/m ² para un cubrimiento de 7,4 m ² /L
3.3.1	El especialista puede requerir una aplicación más fuerte del producto que la recomendada por el fabricante. Ver la nota 3.2.1 que está encima, sin embargo hay que tener en cuenta lo concerniente a la compatibilidad con el subsiguiente tratamiento de la superficie.
3.3.2	El especialista puede necesitar la aprobación del empleo de brocha de pintor o rodillo en áreas pequeñas.
1.8	El empleo de este apartado es cuando las condiciones ambientales conducen a ritmos de evaporación de agua en la superficie del hormigón que excedan la exudación del hormigón fresco. Proteger la integridad del hormigón a través del proceso de mezclado, transporte, vertido, acabado y curado del hormigón.
1.8.4.5 y 1.8.4.6	El contratista tiene la opción de seleccionar uno de los dos métodos de curado inicial del hormigón y seleccionar el método de curado final en clima caliente, a menos que se especifique otra cosa por el especialista.