

NORMA A 23-1 DE LA ASOCIACION CANADIENSE DE NORMAS.

15. CURADO Y PROTECCION.

15.1 CURADO.

15.1.1 Generales. El concreto recién colado deberá protegerse contra el secado prematuro y temperaturas extremas, y deberá mantenerse con una pérdida mínima de humedad, a una temperatura relativamente constante durante un período necesario para permitir la hidratación del cemento y endurecimiento adecuado del concreto.

15.1.2 Curado inicial. La superficie del concreto deberá mantenerse continuamente húmeda hasta que la temperatura del concreto, producida por el calor de hidratación del cemento haya llegado a un máximo y descienda varios grados.

Nota: Este período variará con la temperatura inicial del concreto, la dimensión de la sección, la temperatura ambiente, el tipo y cantidad de cemento, y, el tipo y cantidad de aditivo utilizado.

15.1.3 Curado final. Inmediatamente después del curado inicial y antes de que el concreto se haya secado, deberá mantenerse un curado adicional durante un período suficiente para asegurar la obtención de la resistencia y calidad especificada. En ausencia de datos técnicos que establezcan las condiciones necesarias y duración del curado, se deberá continuar un curado húmedo hasta que el número de días acumulados o fracción de ellos hayan totalizado un mínimo de 7 días, no necesariamente consecutivos, durante los cuales la temperatura del aire en contacto con el concreto esté arriba de los 10°C (50°F).

Notas: 1.- El método de curado seleccionado deberá balancear las ventajas de obtener mayor resistencia y calidad, en condiciones de curado óptimas y la economía de ciertos procedimientos de construcción que proporcionan una resistencia y calidad adecuada.

2.- Las resistencias potenciales óptimas generalmente se obtienen mediante curado en condiciones de humedad continua a temperaturas cerca de los 13°C (55°F). Un curado a mayor o menor temperatura o en condiciones diferentes que la de humedad continua disminuirá la resistencia potencial óptima del concreto.

15.1.4 Métodos, materiales y aplicación.

15.1.4.1 Métodos. El curado, según se requiere en las cláusulas 14.1.2 y 15.1.3, se logrará utilizando uno o más de los siguientes métodos:

- a) Enlagueamiento o riego continuo.
- b) Manteniendo continuamente húmeda una manta o tela absorbente.
- c) Arena o tierra húmeda, o materiales similares húmedos.
- d) Vapor continuo, no excediendo de 66°C (150°F), o un baño con rocío de vapor.
- e) Aditivos para el curado.
- f) Otros métodos que retengan la humedad según aprobados por la Autoridad en Ingeniería.

(A20) JIMENA AMIA. Bisailón

15.1.4.2 Materiales. Los materiales para curado del concreto deberán llenar los requisitos de una de las siguientes normas:

CGSB SO-GP-1a, aditivos para curado del concreto, líquidos y formando membrana;

ASTM C 171, especificaciones para materiales membranosos para curado del concreto;

AASHO M 73, mantas de algodón para el curado del concreto.

Notas: 1.- La mayoría de los aditivos para curado no deben utilizarse donde se requiera adherencia para un colado adicional o un recubrimiento.

2.- Se recomiendan los aditivos para curado que contienen pigmento blanco para superficies expuestas al sol con el fin de que reflejen el calor, y para asegurar un recubrimiento adecuado.

3.- El concreto debe curarse con agua cuando es importante el acabado arquitectónico de la superficie.

15.1.4.3 Aplicación. Los aditivos para curado se aplicarán de tal modo que formen una película completa y sin grietas sobre la superficie del concreto, y se protegerá la película para que permanezca intacta durante todo el período de curado. La rapidez con que se aplique no será menor que la recomendada por el fabricante.

15.2 PROTECCION.

15.2.1 Todo concreto recién colado y compactado será protegido adecuadamente contra daño o deterioro debido a condiciones climatológicas adversas, vibraciones de construcción y daños físicos.

15.2.2 Para completar la protección cerca del final del período de curado, si la temperatura del concreto es mayor que la temperatura del ambiente, la primera no deberá bajarse con una rapidez mayor que la estipulada en la tabla 12.

TABLA 12

TEMPERATURAS DEL CONCRETO PARA CONSTRUCCION EN CLIMA CALIENTE Y EN CLIMA FRIO.

Dimensión mínima de la sección.	TEMPERATURAS			
	Del concreto al momento de colado.		Pérdida gradual máxima permisible en la temperatura del concreto por cada período de 24 hr al finalizar la protección.	
	mínima/máxima*			
	°C	°F	°C	°F
menor de 0.30 m (12 pulg)	13/32	55/90	28	50
de 0.30 a 0.90m (12a36pulg)	10/32	50/90	22	40
de 0.90a1.80m (37a72 pulg)	7/27	45/80	17	30
mayor de 1.80 m (72 pulg)	4.5/21	40/70	11	20

La temperatura del concreto al momento del mezclado no deberá exceder la máxima mostrada en la tabla 12. La temperatura del concreto al momento de colado deberá mantenerse lo más cerca posible a la mínima.



## REQUISITOS PARA CLIMA FRÍO.

16.1 Preparación en la obra. Cuando el concreto vaya a ser colado en clima frío, todos los materiales y equipo necesarios para la protección adecuada y el curado deberán estar a la mano y listos para utilizarse antes de que se inicie el colado. La preparación se extenderá de acuerdo con los requisitos de las cláusulas 16.2 a la 16.7.

16.2 Temperatura del concreto. Cuando la temperatura del aire sea de 4.5°C (40°F) o menos, o cuando haya la posibilidad de que llegue a ese límite dentro de las 24 horas después del colado (según lo pronostique la Oficina Meteorológica Local Oficial), la temperatura del concreto en el lugar deberá estar dentro de los límites mostrados en la tabla 12 para la clase de concreto indicado.

16.3 Colado. Se quitará la nieve y hielo de toda superficie antes de depositar el concreto en ella. En las cimbras, no se utilizará el cloruro de calcio como agente descongelante. El concreto no se colocará sobre o contra cualquier superficie que se encuentre a temperaturas menores de 4.5°C (40°F), o que hagan descender la temperatura del concreto en el lugar por abajo del valor mínimo mostrado en la tabla 12.

16.4 Requisitos para la protección.

16.4.1 Protección contra daños a edades tempranas debido al congelamiento. Deberán proporcionarse medidas efectivas para mantener la temperatura del concreto en el lugar por encima de los límites mínimos mostrados en la tabla 12, hasta que haya ocurrido suficiente hidratación para proteger el concreto contra el daño producido por congelamiento.

Nota: El grado de hidratación se habrá logrado cuando el concreto alcance una resistencia a la compresión de 70.3 a 105.5 kg/cm<sup>2</sup> (1000-1500 lb/pulg<sup>2</sup>).

16.4.2 Protección para la seguridad estructural. Cuando las condiciones ambientales subsecuentes son aptas para continuar el desarrollo de la resistencia, el período de protección sólo necesita extenderse para asegurar que el concreto haya logrado suficiente resistencia como para la seguridad estructural. Este nivel de resistencia será establecido por la Autoridad.

16.4.3 Protección para la resistencia de diseño y la durabilidad. Cuando las condiciones ambientales subsecuentes no sean aptas para continuar el curado y desarrollo de la resistencia el período de protección se extenderá durante un período suficiente para asegurar que se puede alcanzar la resistencia y calidad especificada (ver cláusula 15.1.3).

Nota: Información adicional está incluida en la norma 306 del ACI, Práctica Recomendable para Colar Concreto en Climas Fríos.

16.4.4 Curado con agua. El curado del concreto utilizando agua se acabará 12 horas antes de que finalice el período de protección para la temperatura. Se permitirá que el concreto se seque hasta alcanzar la temperatura del aire dada en la tabla 12 antes que o durante el período de ajuste.

16.5 Métodos de protección. Los requisitos de protección especificados en la cláusula 16.4 pueden cumplirse construyendo alrededor del concreto un encerramiento completo, cubriendo las superficies del concreto con lonas impermeables, o mediante el uso de aislantes complementarios adecuados. Se preverá la introducción de ca-

al encerramiento o cubierta según lo requerido en la tabla 13.

Nota: La magnitud de la protección dependerá de la temperatura exterior, la velocidad del viento, la humedad relativa y el volumen de concreto.

16.6 Aceleración del desarrollo de la resistencia.

16.6.1 Cuando se desee desarrollar la resistencia hasta un nivel requerido dentro de un período más corto, se debe obtener permiso de la Autoridad para utilizar aditivos acelerantes, cemento de alta resistencia inicial o cemento adicional. Su uso no será nocivo para otras propiedades del concreto.

16.6.2 Cuando el cloruro de calcio se utilice en o como un aditivo acelerante, la dosis no deberá exceder de un 2 por ciento en peso del cemento. No deberá utilizarse donde se requiera un concreto resistente a los sulfatos, ni en concreto presforzado.

Notas: 1.- Los aditivos que contienen cloruro de calcio han sido relacionados con la corrosión de metales tales como el aluminio y acero galvanizado embebido en el concreto.

2.- Recomendaciones detalladas para el uso de aditivos químicos están dadas en la norma A 266.4 de la CSA titulada "Recomendaciones para el uso de Aditivos en Concreto".

16.7 Calefacción de encerramiento. Al momento del colado y durante el curado inicial, las superficies del concreto deberán protegerse contra la exposición directa a los gases de combustión de los calentadores mediante la cimbra o una membrana impermeable.

## REQUISITOS PARA CLIMA CALIENTE.

17.1 Preparación en la obra. Se deben proporcionar facilidades para proteger el concreto en el lugar contra los efectos debidos a condiciones climatológicas calientes y/o secas. En clima extremadamente caliente, la cimbra, el refuerzo y el equipo para el colado deberán protegerse de los rayos directos del sol, o enfriarse mediante rociado o enfriamiento por evaporación.

17.2 Temperatura del concreto. Cuando la temperatura del aire sea de 27°C (80°F) o mayor, o cuando hay la posibilidad de que se eleve a los 27°C (80°F) durante el momento de colado (según lo pronostique la Oficina Meteorológica Local Oficial), se debe realizar un esfuerzo especial para mantener la temperatura del concreto tan baja como sea práctico, en cualquier caso, no más que lo estipulado en la tabla 12.

Nota: Cuando la temperatura del concreto al momento de colado esté por encima de los 27°C (80°F), se debe considerar el uso de aditivos retardantes adecuados. Recomendaciones detalladas para el uso de aditivos químicos están dadas en la norma A 266.4 de la CSA titulada "Recomendaciones para el Uso de Aditivos en el Concreto".

17.3 Protección y Curado.

17.3.1 Generales. Cuando la temperatura del aire sea de 27°C (80°



TABLA 13

REQUISITOS DE PROTECCION Y CURADO PARA LA CONSTRUCCION EN CLIMA CALIENTE Y EN CLIMA FRIO.

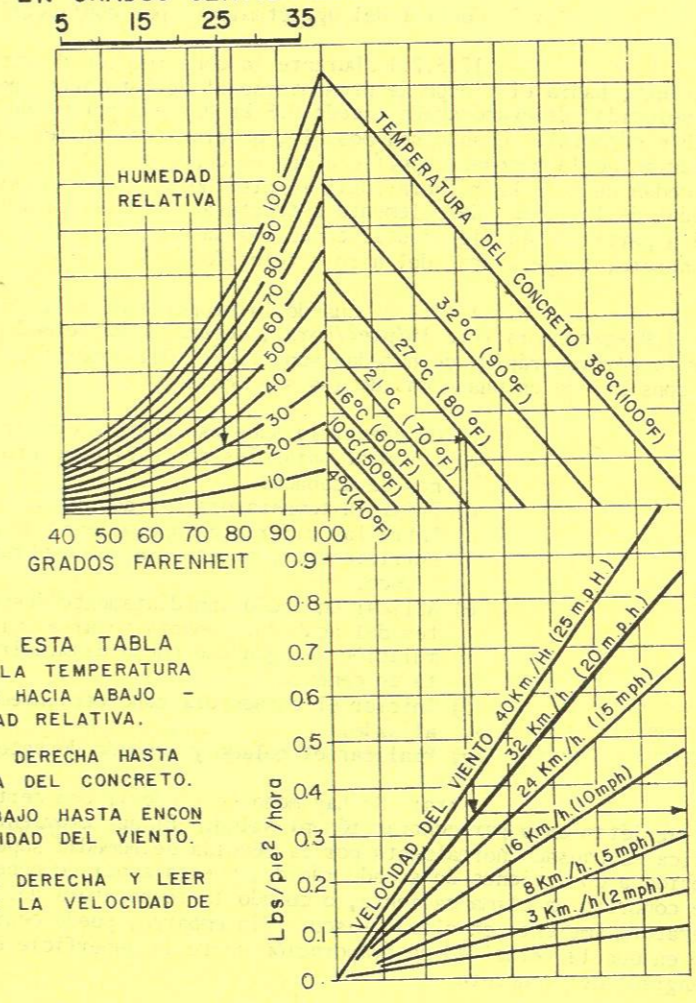
NOTA: Los números en la tabla 13 se refieren a los requisitos 1, 2, 3, etc., inmediatamente al pie de la tabla.

Temperatura del aire durante el período de protección	Dimensión menor de la sección	
	Menor que 0.90 m (36 pulg)	Mayor que 0.90 m (36 pulg)
Menor de -12°C (10°F)	1	2
De -12 a -1°C (10 a 30°F)	2	3
De -1 a 10°C (30 a 50°F)	3	4
De 10 a 27°C (50°F a 80°F)	5	6
Mayor de 27°C (80°F)	6	7

- 1.- Un encerramiento completo junto con calefacción complementaria o un aislante adecuado\*.
- 2.- Encerrar con una cubierta adecuada además con calefacción complementaria o un aislante adecuado\*.
- 3.- Encerrar con una cubierta adecuada además con calefacción complementaria lista o, un aislante adecuado\*.
- 4.- Protección mediante una cubierta o aislante adecuado.
- 5.- Curado normal - no se requiere protección para la temperatura.
- 6.- Curado inicial continuo con agua para minimizar la elevación de temperatura en el concreto.
- 7.- Curado inicial continuo con agua para minimizar la elevación de temperatura en el concreto. Se puede obtener un mayor control en la temperatura mediante el uso de cemento de bajo calor, puzolanas, aditivos y/o sistemas de enfriamiento según especificados por la Autoridad

\* El aislante generalmente será adecuado cuando se aplica con un espesor estimado en la norma 306 del ACI titulada "Práctica Recomendada para Colar Concreto en Clima Frío".

TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CENTIGRADOS



PARA UTILIZAR ESTA TABLA  
1- ENTRAR CON LA TEMPERATURA DEL AIRE, MOVER HACIA ABAJO HASTA LA HUMEDAD RELATIVA.  
2-MOVER HACIA LA DERECHA HASTA LA TEMPERATURA DEL CONCRETO.  
3-MOVER HACIA ABAJO HASTA ENCONTRAR LA VELOCIDAD DEL VIENTO.  
4-MOVER HACIA LA DERECHA Y LEER APROXIMADAMENTE LA VELOCIDAD DE EVAPORACION.

FIG. 1.- ESTIMACION DE LA VELOCIDAD DE EVAPORACION DE UNA SUPERFICIE HUMEDA EN EL CONCRETO.

( TOMADO DEL BOLETIN PCA-ST95, CURADO DEL CONCRETO )



F) o mayor, el curado inicial se realizará mediante rociado con agua, arena o costales húmedos en vez de aditivos para el curado con el fin de utilizar el enfriamiento por evaporación.

Nota: Se puede encontrar información adicional en la norma 305 del ACI titulada "Práctica Recomendable para Colar Concreto en Clima Caliente".

### 17.3.2 Control del agrietamiento por contracción plástica.

17.3.2.1 Durante la construcción de superficies expuestas de concreto, habrá el riesgo de presentarse el agrietamiento por contracción cuando la velocidad de evaporación exceda 0.5 kg de agua por m<sup>2</sup> de superficie por hora (0.1 lb/pie<sup>2</sup>/hora). Cuando sea posible, deberán tomarse medidas para disminuir la evaporación de la humedad superficial en el concreto. A velocidades de evaporación que excedan de 0.75 kg/m<sup>2</sup>/hora (0.15 lb/pie<sup>2</sup>/hora), deberán levantarse rompevientos alrededor de los lados del elemento estructural. La velocidad de evaporación se estimará a partir de la Fig. 1 utilizando los datos de humedad relativa, temperatura del concreto, temperatura del aire y velocidad del viento.

17.3.2.2 Cuando la evaporación de la humedad superficial exceda 1.0 kg/m<sup>2</sup>/hora (0.2 lb/pie<sup>2</sup>/hora), deberán tomarse medidas adicionales para evitar la pérdida rápida de humedad superficial del concreto. Tales medidas adicionales consistirán en una o más de las siguientes:

- Humedecer la sub-base antes de colar el concreto.
- Levantar parasoles sobre el concreto durante las operaciones de acabado.
- Bajar la temperatura del concreto.
- Entre las diferentes operaciones de acabado cubrir la superficie del concreto con una membrana de polietileno blanco.
- Aplicar un rocío inmediatamente después del colado y antes del acabado. Deberá tomarse cuidado de evitar la acumulación de agua que pueda disminuir la calidad de la pasta de cemento.
- Iniciar el curado del concreto inmediatamente después del alisado.
- Realizar el colado y acabado durante la noche.

Nota: No hay modo de predecir con certidumbre cuándo ocurrirá el agrietamiento por contracción plástica. El agrietamiento por contracción plástica es causado normalmente por la pérdida de humedad superficial en el concreto debido a condiciones de secado rápido, y está asociado generalmente con el colado de concreto en clima caliente, o cuando la temperatura del concreto exceda a la temperatura ambiente en clima fresco. Sin embargo, puede ocurrir en cualquier momento en que la velocidad de evaporación sobre la superficie exceda a la velocidad de sangrado del concreto.

Traducción: Oscar González Garza.  
Revisión de traducción: J. Francisco Garza Tamez.

Donald J. Schutz\*

Será discutida con detalle la reparación de concreto agrietado y de integrado mediante el uso de morteros y concretos con polímeros que rellenen y a la vez sellen con buena adhesión. Se discutirán también los morteros y concretos hechos a base de cemento Portland con polímero modificado.

Se comentarán además los métodos de ensaye actualmente en uso para las reparaciones.

Vice-Presidente de Investigación y Desarrollo de Sika Chemical Corporation.