

# El Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 27 - Vaciados (Colados) en clima frío

### ¿QUÉ se considera clima frío?

El clima frío se define como un período donde la temperatura promedio diaria baja de los 40° F (4° C) en más de 3 días sucesivos. Estas condiciones justifican la toma de precauciones especiales cuando se coloca, se da acabado, se cura y se protege el concreto contra los efectos del clima frío. Partiendo de que las condiciones pueden cambiar rápidamente en los meses invernales, las buenas prácticas del concreto y el planeamiento apropiado son aspectos críticos.

### ¿POR QUÉ hay que considerar el clima frío?

El vaciado (*colado*) exitoso en clima frío requiere el entendimiento de varios factores que afectan las propiedades del concreto.

En su estado plástico, el concreto se congelará si su temperatura cae por debajo de los 25°F (-4°C). Si el concreto en estado plástico se congela, su resistencia potencial puede ser reducida en más de un 50% y su durabilidad será afectada de forma adversa. El concreto estará protegido de la congelación cuando alcance una resistencia a compresión mínima de 500 libras por pulgada cuadrada (3.5 MPa), lo que tomará al menos dos días después del vaciado para la mayoría de concretos a 50°F (10°C).

Una baja temperatura del concreto tiene un efecto mayor en el ritmo de hidratación del cemento, lo que da como resultado un tiempo de fraguado y una tasa de ganancia de resistencia más lento. Una regla práctica es que una caída de la temperatura del concreto de 20°F (10°C) aproximadamente duplicará el tiempo de fraguado. Cuando se planifican las operaciones de construcción, como por ejemplo la remoción del encofrado, hay que tener en cuenta el ritmo más lento de fraguado y de ganancia de resistencia del concreto en clima frío.

El concreto en contacto con agua y expuesto a ciclos de congelación y deshielo, aunque sea sólo durante la construcción, debe contener aire incorporado. El concreto recién colocado está saturado de agua y deberá estar protegido de los ciclos de congelación y deshielo hasta que se alcance una resistencia a compresión mínima de 3500 libras por pulgada cuadrada (24.0 MPa).

La hidratación del cemento es una reacción química que genera calor. El concreto recién colocado debe ser adecuadamente aislado para que retenga su calor y consecuentemente mantenga una favorable temperatura de curado. Las diferencias grandes de temperatura entre la superficie y la masa interior del concreto deben ser evitadas pues se puede producir agrietamiento cuando esta diferencia excede los 35°F (20°C). El aislamiento o las medidas de protección deben ser gradualmente eliminadas para evitar un choque térmico.

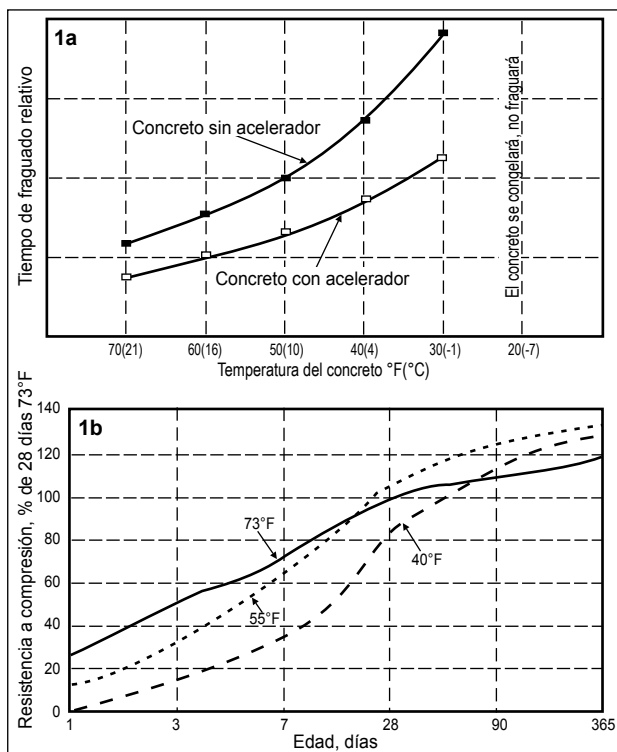


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de fraguado (1a) y la resistencia (1b) del concreto

### ¿CÓMO colocar el concreto en clima frío?

Las temperaturas recomendadas en el momento del vaciado se muestran a continuación. El proveedor de concreto premezclado puede controlar la temperatura de la mezcla mediante calentamiento del agua y/o de los agregados y debe suministrar el concreto de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM C94.

Dimensiones de la sección, o dimensión mínima (mm)	Temperatura del Concreto para el vaciado
Menos de 12 (300)	55°F (13°C)
12 a 36 (300 – 900)	50°F (10°C)
36 a 72 (900 a 1800)	45°F (7°C)

La temperatura del concreto en clima frío no deberá exceder estos valores recomendados en más de 20° F(10°C). El hormigón a altas temperaturas requiere de más agua de mezclado, tiene un ritmo elevado de pérdida de asentamiento y es más

susceptible al agrietamiento. El vaciado del concreto en clima frío da la oportunidad para una mayor calidad, pues entre más fría la temperatura inicial del concreto dará como resultado una resistencia última más alta.

Un tiempo de fraguado y una ganancia de resistencia del concreto más lentos durante el clima frío, demora las operaciones de acabado y la extracción del encofrado (*cimbra*). Los aditivos químicos y otras modificaciones a la mezcla de concreto pueden acelerar el ritmo del fraguado y de ganancia de resistencia. Los aditivos químicos acelerantes, conformes a la ASTM C494-Tipo C (*acelerantes*) y E (*reductores de agua acelerantes*), son comúnmente utilizados en invierno. El cloruro de calcio es un aditivo acelerante común y efectivo, pero no puede excederse una dosis máxima del 2% en peso del cemento. Los acelerantes sin cloruro, no corrosivos pueden ser utilizados en concreto pretensado o cuando la corrosión del refuerzo de acero o de metal en contacto con el concreto es un problema. Los aditivos acelerantes no protegen al concreto de la congelación y su empleo no excluye los requerimientos para la temperatura del concreto y para un apropiado curado.

La aceleración del ritmo de fraguado y de ganancia de resistencia puede ser lograda también incrementando la cantidad de cemento portland o utilizando un cemento tipo III (*de alta resistencia inicial*). El porcentaje relativo de cenizas volantes o escorias molidas adicionadas al cemento puede ser reducido en clima frío, pero esto puede no ser posible si la mezcla ha sido específicamente diseñada para durabilidad. La decisión apropiada debe proporcionar una solución económicamente viable con el impacto mínimo sobre las propiedades últimas del concreto.

El concreto debe ser colocado con el asentamiento práctico más bajo posible, pues esto reduce la exudación y el tiempo de fraguado. Si se añaden 1 a 2 galones de agua por yarda cúbica (5 a 10 L/m<sup>3</sup>) se retrasará el tiempo de fraguado en 2 horas. Los tiempos de fraguado retardados prolongarán la duración de la exudación (*sangrado*). No se deben comenzar las operaciones de acabado mientras el concreto continúe la exudación, pues esto dará como resultado una superficie débil.

Deberán hacerse las preparaciones adecuadas antes del vaciado del concreto. La nieve, el hielo y la congelación deberán evitarse y la temperatura de las superficies y de los metales embebidos en contacto con el hormigón deberán estar por encima del punto de congelación. Esto pudiera requerir aislar o calentar las sub-bases y las superficies de contacto antes del vaciado.

Los materiales y equipos necesarios para proteger el concreto deben estar en el lugar (tanto durante como después la colocación) desde los primeros momentos de la congelación y para retener el calor generado por la hidratación del cemento. Son medidas comúnmente utilizadas tanto las lonas de aislamiento como la paja cubierta con láminas de plástico.

Pueden ser necesarios encofrados aislados y bien cerrados como protección adicional, en dependencia de las condiciones

ambientales. Las esquinas y los ejes son más susceptibles a la pérdida de calor y requieren de una atención especial. Los calentadores que emplean combustibles fósiles en locales cerrados, deberán ser ventilados por razones de seguridad y para evitar la carbonatación de las superficies de hormigón recientemente colocadas que causa la pulverización.

No se debe permitir que la superficie del concreto se seque mientras esté en estado plástico, pues esto causa fisuración por retracción plástica. Subsecuentemente, el concreto debe ser adecuadamente curado. El curado con agua no es recomendable cuando hay inminencia de temperaturas de congelación. Utilice compuestos curadores de membrana, papel impermeabilizante o láminas plásticas en los casos de losas de concreto.

Los Materiales de encofrado, (con excepción del caso de los metales) sirven para mantener y eventualmente distribuir el calor, lo que asegura, por esa razón una protección adecuada en caso de clima moderadamente frío. Con temperaturas extremadamente frías deben ser utilizadas mantas aislantes o encofrados (*cimbras*) aislantes térmicos, especialmente en el caso de secciones delgadas. Los encofrados no deben ser retirados entre los 1 y 7 días dependiendo las características del fraguado, las condiciones ambientales y la aplicación anticipada sobre la estructura de cargas. Se deberán utilizar probetas (cilindros de ensayo) curadas en el campo o métodos no destructivos para estimar la resistencia del concreto en el campo antes de desencofrar o aplicar cargas. Las probetas curadas en el campo no deben utilizarse para el aseguramiento de la calidad.

Deberá tenerse especial cuidado con la cilindros de concreto empleados para la aceptación o rechazo del del producto. Los cilindros deberán almacenarse en cajas aislantes, que pueden necesitar controles de la temperatura, para asegurar que son curadas entre los 60° y los 80°F (de 16° a 27°C) durante las primeras 24 a 48 horas. Deberá colocarse un termómetro de mínima/máxima en el cuarto de curado para mantener un control estadístico de la temperatura.

## Referencias

1. *Cold Weather Concreting*, ACI 306R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
2. *Design and Control of Concrete Mixtures*, Portland Cement Association, Skokie, IL.
3. *ASTM C94 Standard Specification for Ready Mixed Concrete*, ASTM, West Conshohocken, PA.
4. *ASTM C31 Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, ASTM, West Conshohocken, PA.
5. *Cold Weather Ready Mixed Concrete*, NRMCA Pub 130, NRMCA, Silver Spring, MD.
6. *Cold-Weather Finishing*, Concrete Construction, November 1993.

## Guía para el vaciado de concreto en clima frío

1. Utilice concreto con aire incorporado cuando se esperen exposiciones a la humedad y a los ciclos de hielo/deshielo.
2. Mantenga las superficies en contacto con el concreto, libres de hielo y nieve y a temperaturas por encima del punto de congelación antes del vaciado.
3. Coloque y mantenga el concreto a la temperatura recomendada.
4. Vierta el concreto al asentamiento práctico más bajo posible.
5. Proteja al concreto plástico de la congelación o del secado.
6. Proteja al concreto de ciclos de congelación y deshielo a edad temprana, hasta que haya alcanzado la resistencia adecuada.
7. Limite los cambios rápidos de temperatura cuando se retiren las medidas de protección.



Información Técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association, 900 Spring St., Silver Spring, MD 20910. [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org). Si existen dudas sobre la terminología utilizada en el presente documento, está disponible un glosario de términos en nuestra página web [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org) para su consulta. © National Ready Mixed Concrete Association. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Traducción en convenio con la



Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado