



BOLETÍN #7

Curado del hormigón hidráulico

CURADO DEL HORMIGÓN HIDRÁULICO

¿AÚN SE TE FISURA EL HORMIGÓN RECIÉN COLOCADO?

El hormigón hidráulico es uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción por su durabilidad y resistencia; sin embargo, para conseguirlo, es importante seguir el proceso de curado normalizado, como uno de los requerimientos indispensables a tener en cuenta al colocar hormigón. En este boletín técnico, explicaremos qué es el curado del hormigón hidráulico, por qué es importante, así como algunas formas efectivas de curado en los elementos de hormigón.

El curado es el proceso con el cual se asegura mantener el agua de mezcla del hormigón hidráulico mientras es transportado, vertido, distribuido, compactado, acabado en su lugar (curado inicial), y por al menos los 7 primeros días (curado final). Esto garantizará que el hormigón hidráulico no pierda el agua de la mezcla definida en el diseño dentro de la relación agua/cemento, permitiendo que se produzca la hidratación del cemento. La hidratación es el proceso químico mediante el cual el cemento y el agua reaccionan para desarrollar enlaces o estructuras cristalinas para finalmente pasar a ser una masa sólida y resistente.

El hormigón hidráulico no puede perder su agua de diseño; que es necesaria para poder reaccionar químicamente y desarrollar sus propiedades mecánicas, entre ellas la resistencia.

El curado adecuado del hormigón hidráulico es esencial para garantizar su durabilidad y resistencia a largo plazo. La falta de curado reduce el tiempo de vida útil de las estructuras. El curado también ayuda a prevenir el agrietamiento del concreto que se produce a medida que se seca, dentro de los primeros minutos u horas luego de su colocación.

El curado normalizado permite reducir las contracciones en el hormigón siendo una de las mejores prácticas en la construcción de pisos industriales de hormigón sin juntas. Además, un curado adecuado mejora la resistencia del hormigón a la flexión, al cortante, a la abrasión, a reducir su permeabilidad mejorando su capacidad para soportar los efectos de los agentes químicos, lo que lo hace el material más adecuado para su uso

en entornos industriales. Adicionalmente ante la corrosión, a menor permeabilidad del hormigón armado, mejor será la protección que éste proporcione al acero de refuerzo.

En un ambiente sin humedad, la falta de curado en el hormigón causará contracciones y con ella aparecerán las desagradables fisuras en el concreto a los pocos minutos u horas de su colocación. Por otro lado; no se lograrán desarrollar las propiedades mecánicas ni de durabilidad del concreto, factores que se miden a largo plazo; por lo que normalmente no asociamos estas causas – efectos.

FACTORES QUE CAUSAN EL DESECAMIENTO DEL CONCRETO Y LA FISURACIÓN TEMPRANA

Existen 4 factores que causan que el hormigón pierda su agua de diseño de la mezcla, como lo podemos corroborar en ACI305R-10 Guía para el hormigonado en clima cálido; y, estos son:

- ✓ **Elevada velocidad del viento,**
- ✓ **Baja temperatura del aire,**
- ✓ **Baja humedad ambiental; y,**
- ✓ **Elevada temperatura del concreto.**

De estos 4 factores consideramos que el viento es el crítico, para provocar la mayor pérdida de humedad superficial del concreto. Por otro lado, un cielo diurno despejado, permite que los rayos solares calienten la superficie del concreto, acelerando la pérdida de humedad, volviéndolo opaco y ávido para absorber calor incrementando fácilmente su temperatura superficial entre 5 a 10 C adicionales; y como todo material caliente, le será más fácil perder su humedad por evaporación. Si a más de esto sumamos una baja temperatura de ambiente y baja humedad ambiental tendremos un medio que favorecerá la pérdida agresiva de agua del concreto; con el riesgo de incluso perderlo, por un desarrollo agresivo de fisuras que afecten estructuralmente al hormigón.

El hormigón siempre debe mantener su brillo de humedad. ¡Cúrelo!



Foto 1. Hormigón fresco. Peladura en el pavimento durante el proceso de alisado mecánico causado por el desecamiento superficial del concreto.

Durante el alisado de pisos, el desecamiento superficial causará el desprendimiento del mortero como se aprecia en la Foto 1. Es posible recuperar la mezcla mediante la reposición del agua perdida. Así mismo, en el caso que aparezcan fisuras en el concreto recién colocado, también es posible repararlas reponiendo el agua de la mezcla, siempre y cuando el hormigón se encuentre en estado fresco (plástico). La rehidratación solo se hará para reponer el agua evaporada de la mezcla; sin excesos, evitando la presencia de agua libre sobre el concreto en este proceso, caso contrario se incrementará la relación agua/cemento consiguiendo una superficie débil.

No permita que el hormigón se seque durante los primeros 7 días. Luego de la colocación, el curado permitirá conseguir un excelente acabado y ayudará a que no se produzcan fisuras en el hormigón. El curado posterior al acabado, asegurará que el hormigón alcance su máxima resistencia de diseño.



Foto 2. Hormigón endurecido. Superficie débil de pavimento causado por el desecamiento del concreto durante el proceso constructivo. La extracción de núcleos puede demostrar que el hormigón cumple su resistencia estructural; sin embargo, la falta de curado inicial afectó su resistencia superficial.



Foto 3. Concreto endurecido. Fisuras estéticas sin implicación estructural, demuestran que existió un proceso de curado deficiente.



Foto 4. Concreto endurecido. La falta de curado sumado a condiciones agresivas ambientales que causan desecamiento durante el hormigonado, producen muchas fisuras en el pavimento.

Las fisuras estéticas a las que hace referencia la Foto 3, irán acompañadas con la disminución de la resistencia superficial y con baja durabilidad del texturizado del pavimento con el riesgo de que se pierda por la circulación del tráfico a las pocas semanas de su apertura, exponiendo adicionalmente los agregados a la superficie.



Foto 5. Durante la etapa constructiva, el concreto experimenta un proceso de desecamiento superficial volviéndolo cohesivo y pegajoso al paso del bailejo, llana o flota, lo cual puede ocasionar deformaciones en su superficie. Un adecuado proceso de curado mejorará el acabado y la planicidad superficial.

PARA REDUCIR ESTOS PROBLEMAS CITADOS Y OTROS, CAUSADOS POR EL DESECAMIENTO DEL CONCRETO DEBIDO A LA EVAPORACIÓN DE LA HUMEDAD SUPERFICIAL, ES RECOMENDABLE:

- 1** Bajar o eliminar la velocidad del viento (se recomienda hormigonar en un ambiente cerrado cuando la obra lo permita, Foto 6);
- 2** Subir la humedad relativa del ambiente, Foto 6;
- 3** Subir la temperatura del ambiente (difícilmente aplicable al hormigonado de pisos); y,
- 4** Bajar la temperatura del concreto; sin embargo, todas estas sugerencias no son perfectamente manejables ni económicas por lo que es necesario seguir las recomendaciones del ACI 302 para reponer la pérdida de la humedad superficial del concreto.

Al respecto, el **ACI 302** Guía para la construcción de pisos y losas de concreto, en la sección 10.3.11, cita: “Cuando las condiciones ambientales crean una gran pérdida de agua debido a la evaporación, es necesario rociar niebla de agua sobre el concreto. Después del acabado, cualquier retraso en la protección de la losa con compuestos de curado u otros materiales que retengan el agua, puede resultar en un aumento del agrietamiento por contracción plástica, baja resistencia superficial, formación de polvo y deterioro temprano.”



Foto 6. Ambiente cerrado con niebla de agua para crear las condiciones ideales de humedad que requiere el hormigón dentro de su curado inicial.

Nuestra mejor recomendación para aplicar una niebla en el proceso de curado es con la ayuda de hidrojets de al menos 2000 psi, abastecido con manguera de agua de ½ pulgada a presión. La niebla debe ser aplicada con el fin de rehidratar la superficie del concreto luego de que, el agua de mezcla se pierde hacia el ambiente, cuando el hormigón pierde su brillo superficial. Si aún se están dando las operaciones de acabado, no se deberá encharcar agua sobre la superficie de concreto.

Si está alisando el concreto, no lo encharque con el agua de curado. Si se encharcó involuntariamente, permita que el agua se evapore y posteriormente a los pocos minutos cuando ya no tenga agua libre, continúe alisándolo.



Foto 7. Rayos solares calentando la superficie del concreto, favorece el desecamiento. El riesgo de fisuración se elimina aplicando el procedimiento de curado normalizado con niebla de agua y posteriormente cubriendo el pavimento con láminas de plástico.

En la **Foto 7** se podrá observar condiciones ambientales que favorecen la evaporación del agua de mezcla de la superficie del concreto; rayos solares calentado al hormigón y facilidad para que el viento corra. En este caso es necesario la reposición del agua perdida con una niebla de agua inmediatamente. Nótese, la secuencia del mixer descargando al fondo, el personal tendiendo el concreto, el proceso de curado con niebla de agua y el acabado con flota, todo simultáneamente. El continuo calentamiento del hormigón debido a los rayos solares causará que siga perdiendo humedad; la niebla de agua repone el agua perdida, a la vez que refresca la superficie del concreto por el proceso de “pérdida de calor por el agua evaporada”.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Hormigón Armado **NEC-SE-HM** en la sección 9.6.1 CURADO cita: “Las superficies expuestas de hormigón que contienen cemento hidráulico deben mantenerse húmedas por el tiempo especificado en cada proyecto. Si no se dispone de esta especificación deben mantenerse húmedas por al menos de 5 a 7 días. Mientras mayor es la cantidad de humedad retenida dentro del hormigón, mayor es la eficiencia del curado.” Es recomendable que, luego de que se hayan terminado las operaciones de acabado, inmediatamente se encharque agua sobre la superficie del concreto.

Todo elemento hormigonado que emplee cemento hidráulico, requiere garantizar que no pierda su agua definida por el laboratorio dentro del diseño de la mezcla, por lo que también se debe curar las zapatas, columnas, muros, prefabricados, morteros, etc.



Foto 8. Metro de Quito. Estación Quitumbe. Curado de columnas empleando grúas de 20 tn y andamios para forrarlas con plástico.

Aunque las recomendaciones de curado son necesarias para todo tipo de hormigón, para el caso de hormigones especiales como lo son los concretos masivos, es necesario tomar precauciones adicionales debido a las altas temperaturas que se pueden generar por la hidratación química del cemento, involucrando reacciones exotérmicas con temperaturas incluso superiores a 85 C. Las especificaciones para la colocación de hormigón masivo, podrían incluso recomendar limitar la temperatura de vertido del hormigón a valores inferiores a 20C. Para más detalles, recomendamos la lectura de nuestro ***Boletín Técnico #5 elaborado por la Ing. Alicia Garófalo: Concretos Masivos – Simulaciones Térmicas.***

Las recomendaciones de curado, permitirán que el cemento hidráulico, tenga el agua necesaria dentro de la masa del concreto para crear los compuestos cementantes responsables del desarrollo de la resistencia a la compresión, a la tracción, a la abrasión del concreto, a la reducción de su permeabilidad y a una mayor durabilidad de la estructura de hormigón.

En resumen:

Curado

Curado del hormigón en estado fresco

Mantenga siempre húmedo al hormigón fresco con su brillo superficial. Cuando el hormigón pierde su brillo y se vuelve opaco, significa que el agua de diseño de la mezcla del concreto se está perdiendo. Repóngala con una niebla empleando hidrojets de al menos 2000 psi, abastecido con manguera de mínimo ½ pulgada de diámetro con agua a presión. Si aún se están dando las operaciones de acabado, no se deberá encharcar agua sobre la superficie de concreto. El curado evitará que el hormigón se deseeque y se contraiga en estado plástico evitando el desarrollo de fisuras de todo tipo: microfisuras, fisuras pequeñas, grandes, que atraviesan todo el hormigón y fisuras sobre las barras de acero. El curado facilitará las operaciones de acabado con el uso de la flota o llana; mejorará la planicidad de la superficie, mejorará la calidad del acabado y en el uso de alisadores mecánicos evitará el desprendimiento de la superficie alisada y las típicas manchas de “quemado” del concreto.

Curado del hormigón en estado endurecido

Luego de que hayan terminado las operaciones de acabado, inmediatamente se deberá encharcar con agua toda la superficie de concreto. Manténgalo mojado por al menos 7 días. Emplee plástico para cubrir la superficie y reducir el consumo de agua. Así garantizará que el hormigón desarrolle todas sus resistencias mecánicas: a la compresión, a la tracción, al corte, a la abrasión, a la reducción de su permeabilidad y a una mayor durabilidad de la estructura de hormigón.

Los invitamos a compartir, e implementar esta información técnica en sus proyectos y en sus especificaciones. Adicionalmente al curado, sugerimos considerar las demás recomendaciones que proporciona el ACI 318 y la NEC-SE-HM respecto a Tipos de Cemento, relación agua/cemento, recomendaciones por durabilidad, recubrimiento de armadura, vibrado, etc., para asegurar la calidad de sus hormigones colocados.

xavier.arce@holcim.com

