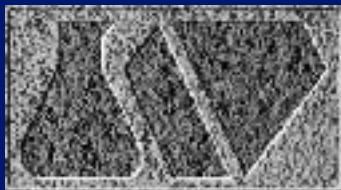






## **ÍNDICE**

- 1- ADITIVOS QUÍMICOS PARA EL HORMIGÓN**
- 2- HORMIGONADO EN CLIMA CÁLIDO**
- 3- FISURAS EN LAS SUPERFICIES DEL HORMIGÓN**
- 4- CURANDO EL HORMIGÓN EN LA OBRA**
- 5- BURBUJAS EN EL HORMIGÓN**
- 6- CURVADO DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN**
- 7- MATERIALES DE RELLENO DE BAJA RESISTENCIA**



# **ANFAH**

*Al servicio de la industria del Hormigón*

## **PRÁCTICA DEL HORMIGÓN**

**¿QUÉ, POR QUÉ Y CÓMO?**



**Asociación Nacional de Fabricantes  
de Aditivos para Hormigón y Mortero**

# 1

## ADITIVOS QUÍMICOS PARA EL HORMIGÓN



### ¿Qué son los aditivos?

Son productos que se incorporan al hormigón antes, durante o después del amasado, en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, con objeto de modificar las propiedades de la mezcla en estado fresco y/o endurecido.

Los más usados son los plastificantes, superfluidificantes, aceleradores y retardadores de fraguado, hidrófugos, aireantes.

### ¿Por qué usar aditivos?

Los aditivos se usan cuando se desea modificar favorablemente alguna de sus características, comportamiento o propiedad habitual del hormigón, ya sea en su estado fresco o endurecido.

Los aditivos mejoran la durabilidad de los hormigones, facilitan su puesta en obra o refuerzan alguna de sus características. También se usan para solucionar situaciones difíciles, tales como hormigonado en lugares cálidos o fríos, problemas de bombeo, desarrollo rápido de resistencias o exigencias de muy baja relación agua/cemento.

### ¿Cómo usar los aditivos?

Consulte siempre con el departamento técnico de su proveedor para saber cuales son los aditivos más apropiados para su aplicación, así como su forma de empleo y dosificación. En cualquier caso, antes de su uso ha de evaluarse su compatibilidad con el cemento, la puesta en obra y ajustar su uso a fin de optimizar la calidad del hormigón y los beneficios económicos.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ADITIVOS MÁS HABITUALES

**a) Los PLASTIFICANTES-REDUCTORES DE AGUA** se utilizan para conseguir:

- Aumentar la consistencia para un mismo contenido de agua. Con ello se mejora la trabajabilidad y se facilita la puesta en obra sin disminuir la resistencia.

- Disminuir el contenido de agua, manteniendo la misma consistencia. Normalmente, los plastificantes permiten una reducción de agua mínima del 5%. Esto incrementa la resistencia del hormigón y mejora su durabilidad. En climas calurosos puede aumentarse su dosificación habitual para mantener durante más tiempo la trabajabilidad del hormigón.

**b) Los SUPERFLUIDIFICANTES o REDUCTORES DE AGUA DE ALTA ACTIVIDAD** tiene las mismas funciones que los anteriores, pero de forma más intensa. Esto es, pueden reducir un mínimo del 12% de agua, a igualdad de consistencia, o bien, transformar la de un hormigón, de plástica a fluida, sin adición suplementaria de agua, puesto que el aumento de la consistencia debe ser de, al menos, el 100%.

**c) Los ACELERADORES** reducen el tiempo de fraguado. Con ello se consigue un desarrollo rápido de las resistencias iniciales. Su uso se recomienda en tiempo frío para que el hormigón sea más resistente y así poder soportar los posibles daños que pudieran causarle las heladas.

También se emplean para permitir una puesta en servicio más rápida.

**d) Los RETARDADORES** incrementan los tiempos de fraguado. Con frecuencia, se usan en climas cálidos para disponer de más tiempo para la puesta en obra, disminuir las fisuraciones de origen térmico debidas al calor de hidratación o evitar juntas frías.

**e) Los HIDRÓFUGOS** reducen la absorción capilar del hormigón endurecido por ser productos que repelen el agua y obstruyen los capilares.

**f) Los AIREANTES** producen microburbujas dentro del hormigón, lo cual hace que éstos sean más resistentes a los ciclos hielo-deshielo. Estos aditivos también mejoran la plasticidad y disminuyen la segregación. Hay que tener en cuenta que, con altos contenidos de cemento, pueden llegar a reducir la resistencia hasta un 5% por cada 1% adicional de aire ocluido. Este efecto disminuye a medida que lo hace el contenido de cemento. Además de los tipos de aditivos citados, existen otros muchos que permiten solucionar cualquier requerimiento que se le pida a un hormigón, como por ejemplo: inhibidores de corrosión de armaduras, aditivos para bombeo, para hormigones o mortero proyectados, colorantes, etc.

### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- 1.- Instrucción para el proyecto y ejecución de hormigón estructural EHE.
- 2.- Norma UNE-EN 934-2 sobre "Aditivos para hormigones, morteros y pastas"

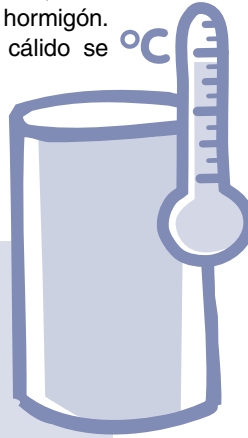
# 2

## HORMIGONADO EN CLIMA CÁLIDO

### ¿Qué es clima cálido?

Clima cálido puede ser definido como un periodo de alta temperatura, durante el cual se deben de tomar precauciones especiales para, fabricar, manipular, colocar, terminar y curar el hormigón.

El problema de clima cálido se presenta principalmente durante el verano, sin embargo factores climáticos asociados, como el aire muy seco y vientos fuertes pueden presentarse en cualquier momento, especialmente en áreas de ambiente seco o tropical. Dichas condiciones pueden producir entre otros problemas, una rápida evaporación del agua en la superficie del hormigón, acelerar el fraguado, etc. Generalmente las altas humedades relativas tienden a reducir los efectos de las altas temperaturas.



### ¿Por qué hay que tener en cuenta el clima cálido?

Es importante tener en cuenta los efectos del clima cálido cuando se preparen proyectos, a causa de los posibles efectos sobre el hormigón fresco y recién colocado. Las altas temperaturas por si solas, pueden incrementar la demanda de agua, que hará aumentar la relación agua/

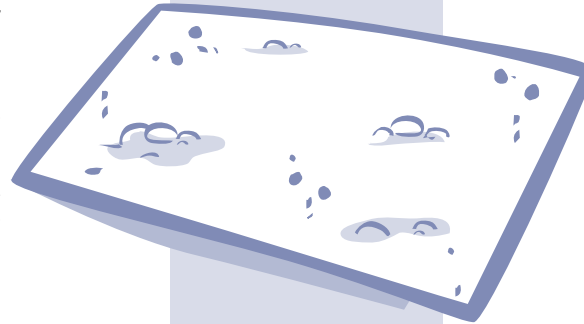
La formación de las burbujas es más probable si:

1. El subsuelo está frío y el hormigón del fondo fragua lentamente.
2. El aire ocluido es más alto de lo normal, por lo que la superficie está lista para ser acabada antes.
3. Si se aplica un espolvoreado en fresco, particularmente en hormigones con alto contenido en aire ocluido.
4. Si el hormigón es pegajoso debido a un alto contenido de cemento o exceso de arena fina. Los hormigones pobres en cemento exudan rápidamente durante un tiempo corto, presentando una exudación elevada lo que tiende a retrasar el acabado.
5. La losa es gruesa.
6. La losa yace sobre hojas de polietileno y la plasticidad es menor de 7-10 cm.
7. Se usa excesivamente el vibrador o la regla vibrante, con lo que se crea superficialmente una capa gruesa de mortero.

### COMO PREVENIR LAS BURBUJAS

El acabado de la superficie de un hormigón que aparenta estar listo para los trabajos de alisado antes de lo que cabría esperar, debe de realizarse con cautela. El énfasis en el acabado debe de hacerse colocando, regleando y alisando el hormigón lo más rápidamente posible y sin que se cree una capa de mortero excesivamente gruesa. Después de completar estas operaciones, el acabado final debe ser retrasado tanto como sea posible y la superficie se debe

proteger con una lámina de polietileno o con un líquido de curado. En el alisado inicial, la hoja de la llana debe de ponerse plana a fin de evitar la compactación demasiado rápida de la capa superficial.



El uso de un acelerador o de un hormigón precalentado evita a menudo la formación de burbujas en tiempo frío.

Si se forman burbujas, trabaje la superficie con una llana de madera y retrase el acabado tanto como le sea posible. Resulta muy útil tomar cualquier medida que retrase la evaporación.

### SIGA ESTAS REGLAS PARA EVITAR LAS BURBUJAS

1. No acabe las superficies hasta que el aire o la exudación de agua del fondo hayan salido.
2. Evitar el espolvoreado en fresco en hormigones aireados.
3. Use aceleradores de fraguado para conseguir un fraguado uniforme a través de todo el grosor de la losa.
4. No coloque las losas directamente sobre láminas de polietileno.

## 6 CURVADO DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN

### QUE ES EL CURVADO

El curvado es una distorsión de la losa de hormigón que se incurva debido a la doblez bien sea hacia arriba o hacia abajo de los bordes. Esta distorsión levanta los bordes y las esquinas de la losa dejándolos sin apoyo, las cuales pueden quebrarse si se les aplican cargas pesadas. Algunas veces el curvado es evidente ya desde el primer momento, en otros la losa puede doblarse al cabo de un periodo de tiempo largo.

### PORQUÉ SE CURVAN LAS LOSAS DE HORMIGÓN

La curvatura típica hacia arriba de los bordes de la losa es causada por la retracción o contracción del borde superior respecto al fondo. Cuando una superficie de la losa cambia de medida más que otra, la losa se incurva por sus bordes en la dirección de la más corta. Este curvado es más evidente en los lados y las esquinas. Los cambios en las dimensiones que producen el curvado están con frecuencia relacionados con los gradientes de temperatura y humedad de la losa. Una característica primaria del hormigón que resulta afectado por el curvado es la retracción por el secado. El caso más frecuente de curvado es, cuando se seca la parte superior y encoge con respecto a la del

fondo, entonces la losa se incurva hacia arriba. El curvado inmediato de la losa está muy probablemente relacionado con un curado pobre y un rápido secado de la superficie, todo lo que incrementa la retracción por secado, tal como hace un aditivo tenderá a incrementar el curvado. El exudado y un curado pobre tienden a crear en la superficie del hormigón un más alto potencial de retracción por secado que en el fondo de la losa. El exudado se acentúa en losas de hormigón colocadas encima de polietileno o con mezclas de acabado superficial (topping), también



aquí las diferencias de retracción entre el fondo y la superficie son mayor que en las losas que estén encima de un subsuelo absorbente.

Las losas delgadas con juntas gruesas tienen tendencia a aumentar el curvado. Por este motivo, acabados superficiales finos necesitan tener las juntas bastante próximas con poca separación. En los suelos industriales, la poca separación entre las juntas puede no ser recomendable, debido al incremento del número de ellas y a los problemas de mantenimiento asociados.

Sin embargo, este problema debe de ser

evaluado frente a la aparición de fisuras aleatorias y al incremento del curvado en las juntas.

Otro elemento causante del curvado es la diferencia de temperaturas entre el fondo y la superficie de la losa. La parte superior expuesta al calor solar se expande respecto al fondo que está frío, causando el curvado hacia abajo de los bordes.

Alternativamente, durante una noche fría cuando la parte superior se contrae con respecto al subsuelo cálido, el curvado debido a esta diferencia de temperatura se añade al que se crea por diferencia de humedad.

### COMO MINIMIZAR EL CURVADO DE LAS LOSAS

Los factores principales que controlan los cambios dimensionales en el hormigón son: la retracción por secado, las prácticas de construcción, subsuelos húmedos o mojados, y ciclos de temperatura alternados noche-día. Las siguientes prácticas le ayudarán a minimizar el curvado de las losas:

1. Use la plasticidad más baja posible y no añada agua a la mezcla, especialmente en clima cálido.
2. Use la medida mayor posible de los áridos y / o el más alto contenido posible de áridos para minimizar la retracción por secado.
3. Tome precauciones para evitar el exudado excesivo. Use un subsuelo húmedo pero absorbente, para que los exudados no se vean forzados hacia la parte superior de la losa.
4. Evite el uso de barreras de vapor de

polietileno, si no están cubiertas al menos por una capa de 5 cm. de arena húmeda.

5. Evite un contenido en cemento más alto de lo necesario si el sustrato está mojado. Un hormigón denso impermeable producirá gran diferencia entre la humedad del fondo y de la superficie, lo que favorecerá más el curvado. El uso de cenizas volantes es preferible a un elevado contenido de cemento, debiendo considerarse si la resistencia especificada debe alcanzarse a los 56 o a los 90 días.

6. Deje curar el hormigón completamente. Si se usan membranas de mezclas para curación, aplique dos veces la cantidad recomendada en los dos lados que formen ángulos rectos.

7. En aquellas áreas donde el curvado tiende a producir problemas, cure el hormigón con un compuesto sellante para



suelos a base de cera densa, del tipo usado para los terrazos. (Nota: Los adhesivos para baldosas no se pegan sobre este material)

8. Deje una separación entre juntas (en pies ingleses) igual a dos veces el espesor de la losa en pulgadas (recomendación PCA del máximo diámetro de los áridos, menos de (2 mm.)

9. Para acabados superficiales finos, limpie la base de la losa para asegurar una buena adherencia y considere el uso de estacas u cables alrededor de los bordes y en particular en las esquinas.

10. Use losas delgadas

11. El uso de un bien diseñado y la correcta colocación del refuerzo para la losa, puede disminuir el riesgo del curvado.

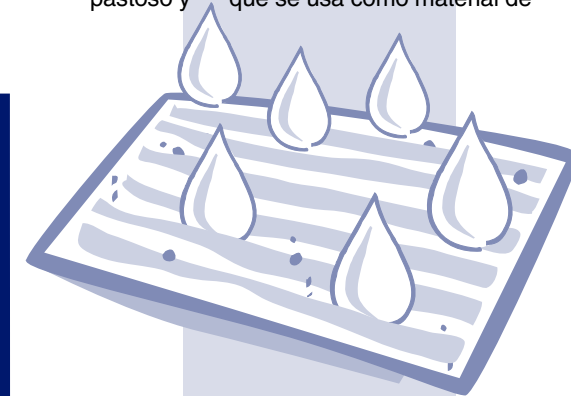
### REFERENCIAS

1. Terminología del cemento y el hormigón, ACI SP-19. Instituto Americano del Hormigón. P.O. Box 19150, Estación de Detroit, Michigan 48219
2. Guía para suelos de hormigón y construcción de losas (ACI 302), Manual ACI de prácticas del hormigón, Parte 2
3. "Retracción y curvado en las losas, Parte II - Alabeo y Curvado" de R.F. Yteerbeg ACI Hormigón internacional, Mayo 1987, pág. 54-61.
4. "Retracción por secado del hormigón". R.C. Meinniger, NRMCA, informe de Ingeniería N°. RD3 (Sumario del laboratorio de la Junta de Investigación) junio 1966, 22pp.
5. NRMCA "Practica del hormigón" Serie (CIP).
6. "Losas en pendiente" ACI Hormigón artesanal.
7. Investigación sobre transporte, Archivo 1207, Diseño de Pavimentos, Consejo Nacional de Investigaciones, Washington D.C. 1988 p.44
8. "Diseño y control de las mezclas de hormigón", Asociación del cemento Portland, 13 Edición 1968.

## MATERIALES DE RELLENO DE BAJA RESISTENCIA

### ¿Qué es un relleno fluido?

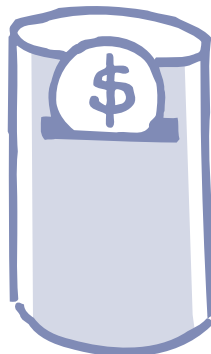
Es un material cementicio de baja resistencia, mezclado en forma de líquido pastoso y que se usa como material de



relleno económico y que se aboca en la cavidad que se quiere rellenar. Normalmente su plasticidad es de 20 cm. o más, resultando por tanto auto-nivelante por lo que puede colocarse con un mínimo esfuerzo y no precisa vibrado o compactado. El comité del ACI 229 los llama "Materiales de baja resistencia controlada" (CLSM) y no los considera hormigón. También se conocen con otros nombres como "morteros de relleno" y "rellenos fluidos". Si se prevee que este material puede ser eliminado en algún momento futuro, su resistencia debería ser, en general, menor de 2 MPa. En general, la resistencia final de los materiales de relleno, debe de estar entre 0.5 y los 5 MPa, medida a compresión en probeta



### ¿Por qué usar materiales de relleno?



Los materiales de relleno fluidos son una alternativa económica que permite ahorrar tiempo y trabajo en vez de colocar y compactar tierra o materiales granulares.

El uso de materiales de relleno incluye:

**1. RELLENOS** de alcantarillas, zanjas, pilares de puentes, zanjas para conducciones, excavaciones y muros de retención.

**2. RELLENOS ESTRUCTURALES** como cimientos subsuelos, bases para losas en el suelo y lechos para tuberías.

**3. OTROS USOS** como rellenos de sótanos abandonados, tanques de almacenamiento, pozos, galerías de servicio fuera de uso, espacios vacíos debajo de pavimentos, sumideros o registros en lugares cenagosos.

### ¿Cómo pedir los materiales de relleno?

Se debe indicar especialmente cual va a ser el uso futuro y si va a ser necesario eliminarlo más adelante. Los fabricantes de hormigones premezclados han desarrollado mezclas de materiales de relleno adecuadas para cada situación.

### Resistencia para ser retirado posteriormente.

En este caso se precisa una resistencia inicial de alrededor de los 0.15 MPa a los

3 días y de 1.5 a 2.0 MPa los 28 días. Ello permite asegurar la adecuada capacidad portante, alternativa a la conseguida con un suelo compactado de la más alta calidad. Sin embargo, la resistencia final limitada permite en el futuro, su fácil eliminación con un equipo adecuado, por ejemplo, manualmente o con la ayuda de retro excavadoras.

### Resistencia estructural.

Cuando hace falta una resistencia superior a los 2 MPa, las mezclas se diseñan con mayores contenidos de ligantes hidráulicos, pudiéndose conseguir fácilmente, resistencias estructurales de hasta 5 MPa.

### Fraguado y resistencias iniciales

El fraguado y las resistencias iniciales pueden ser importante si debe soportar el tráfico, equipos o cargas pesadas. Una prueba del fraguado puede hacerse, rascando simplemente la superficie. En cualquier caso, la resistencia inicial del material puede controlarse como si se tratara de un suelo normal compactado.

### Densidad en la obra

Usualmente debe ser de entre 1600 a 1800 Kg/m<sup>3</sup>. Si se precisaran rellenos ligeros o con más alto aislamiento térmico, debe aumentarse la cantidad de aire ocluido, usando materiales espumosos y/o áridos más ligeros.

### Consistencia

La consistencia de los materiales de relleno es importante, pues la mezcla debe de llenar completamente el espacio en cuestión y autocompactarse. En general se ajustará sin ningún problema en función del tipo de obra a realizar.

### Durabilidad

Los materiales de relleno no están diseñados para resistir heladas, deshielos, abrasiones, erosiones o ataques químicos agresivos. Si esto fuera necesario deben usarse los cementos y dosificaciones adecuados de acuerdo con el requisito de durabilidad correspondiente. Los materiales de relleno son normalmente enterrados o confinados, con lo que si el material de relleno se deteriorara en la obra, actuará siempre como si fuera un relleno granular normal.

### ¿Cómo se entregan y colocan en la obra los materiales de relleno?

### PRECAUCIONES

- Los materiales de relleno fluidos son muy pesados y durante la colocación (antes de su fraguado) ejercen una alta presión hidráulica contra cualquier encofrado o pared que contenga el relleno.
- La colocación de materiales de relleno fluidos alrededor y por debajo de tanques, tubos o grandes contenedores pueden causar que estos floten o se muevan.

### CONTROL DE LOS MATERIALES DE RELLENO

- Para medir la resistencia a la compresión se recomienda usar moldes cilíndricos de plástico de 15 x 30 cm., llenarlos hasta que rebosen y taparlos con cuidado.

Dejar curar las probetas dentro del molde (al menos durante 14 días). Cortar con cuidado el plástico del molde con un cuchillo para extraer la probeta. Debe de ponerse mucho cuidado en el proceso de refrentado de las probetas con compuestos de azufre, ya que durante el mismo se pueden dañar debido a su baja resistencia. Otro método que da buenos resultados es la utilización de yeso como material de refrentado.

- Controlar el peso de las probetas, tratandolas de forma cuidadosa
- Comprobar el contenido de aire con un medidor de presión si se ha usado un aireante.



cemento, y acabará por producir una menor resistencia. La alta temperatura tiende a acelerar la pérdida de plasticidad que a su vez reduce la cantidad de aire oculto en el hormigón. La alta temperatura, tiene su mayor efecto en el tiempo de fraguado. Así un hormigón colocado a altas temperaturas fragua rápidamente y requiere un acabado inmediato. El hormigón que ha fraguado rápidamente a alta temperatura, no tiene la misma resistencia a los 28 días que uno fraguado a una temperatura más moderada de por ejemplo 22° C. Las altas temperaturas, los vientos fuertes y las bajas humedades relativas, pueden afectar al hormigón fresco en dos maneras: La rápida evaporación puede provocar una retracción plástica prematura o la fisuración por retracción durante el secado, así mismo la alta velocidad de evaporación elimina el agua de la superficie necesaria para la hidratación, excepto cuando se usen métodos de curado adecuados. El cuarteamiento térmico puede tener lugar si hay un rápido descenso de la temperatura, tal es el caso de las paredes y losas de hormigón que sufren un día caluroso seguido de una noche fría. Las elevadas temperaturas también aceleran la hidratación del cemento y contribuye al fisuramiento potencial de estructuras de hormigón en masa.

### ¿Cómo hormigonar en clima cálido?

La clave del éxito para hormigonar en clima cálido es: (1) la identificación de los factores que afectan al hormigón y (2) planificar el trabajo para reducir al mínimo sus efectos, para ello es conveniente hacer ensayos según las recomendaciones locales para determinar la dosificación

adecuada del hormigón, usando productos tales como aditivos reductores de agua y retardantes. Con el empleo de un cemento de bajo calor de hidratación o añadiendo adiciones pueden reducir los efectos de las altas temperaturas.

Los puntos más importantes son un cuidadoso control del tiempo con una planificación adecuada para evitar retrasos en la entrega, colocación y acabado del hormigón. Las hormigoneras deben poder descargar inmediatamente y hay que utilizar personal experto para colocar y manipular el hormigón. Siempre que sea posible debe de evitarse la descarga en el momento más caluroso del día.

En caso de temperaturas extremas o con grandes masas de hormigón, la temperatura puede rebajarse, usando agua refrigerada o hielo como parte del agua utilizada. Otras medidas tales como la aspersión sobre los áridos y el mantenerlos en la sombra antes de la mezcla, pueden usarse para ayudar a mantener una temperatura baja del hormigón. Si se espera baja humedad relativa y vientos fuertes, deben usarse pantallas, toldos, fibras, aspersores de agua, etc., para evitar la fisuración por retracción plástica de las losas.

### RECOMENDACIONES PARA HORMIGONAR EN CLIMA CÁLIDO

**1-** El diseño de mezclas del hormigón, debe de incluir: retardadores y reductores de agua, así como el contenido de cemento. Mezclas modificadas con retardadores, cemento de bajo calor de hidratación, adición de puzolanas u otras soluciones locales ya experimentadas.

**2-** Mano de obra especializada, para colocar rápidamente, acabar y curar el hormigón.

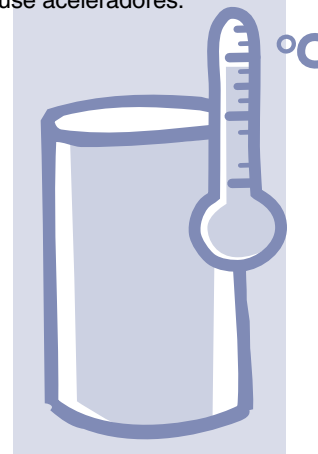
**3-** Limitar la adición de agua en la planta. Deben de evitarse las adiciones posteriores, en obra. En caso de ser necesario corregir la consistencia, hacerlo mediante la utilización de un aditivo.

**4-** Se realizará el acabado tan pronto como el brillo desaparezca de la superficie, iniciar el curado tan pronto como el acabado haya terminado, manteniéndolo al menos durante 3 días. Para la evaporación prematura se utilizará agua o aun mejor, un líquido de curado. La adición de un pigmento blanco al líquido de curado ayudará a la disminución del calor.

**5-** Humedezca la base, los encofrados y las armaduras antes de colocar el hormigón, evitando la formación de charcos de agua.

**6-** Proteja las probetas de hormigón colocándolas a la sombra, evitando la evaporación y procurando que la temperatura de los mismos se mantenga a unos 25 °C.

**7-** No use aceleradores.



## 3 FISURAS EN LAS SUPERFICIES DEL HORMIGÓN

### ¿Cómo son algunas de las fisuras que aparecen en el hormigón?

El hormigón al igual que otros materiales de construcción, se contrae y dilata con los cambios de humedad y temperatura y se flexiona según las condiciones de carga y de los soportes.

Si en el momento de diseñar la construcción, no se han tenido en cuenta los citados movimientos, es posible la aparición de fisuras. Las formas más comunes de fisuras son:

- a)** Fisura por retracción plástica.
- b)** Fisuras por juntas inapropiadas.
- c)** Fisuras debidas a una restricción externa y continuada (p.e. Muro hormigonado en obra y apoyado en la losa a lo largo de su borde inferior).
- d)** Fisuras en cimientos-pavimento.
- e)** Fisuras por acción del hielo / deshielo.
- f)** Fisuras por cuarteamiento.
- g)** Fisuras por asentamiento.

La presencia o no de fisuras en estructuras de hormigón y sobre todo si son armadas, puede contribuir en gran manera en conseguir el nivel de durabilidad esperado para dicha estructura. En este sentido, la nueva EHE establece en su artículo 49.2.4 los valores máximos admisibles de abertura de fisura en función de la correspondiente clase de exposición. El mantenimiento de los límites máximos establecidos, resulta pues de gran importancia.

En especial, las fisuras debidas a la acción



del hielo/deshielo resultan extraordinariamente peligrosas ya que acaban deteriorando finalmente la estructura.

### ¿Por qué se fisuran las superficies del hormigón?

La mayor parte de las fisuras del hormigón, se producen normalmente debido a un mal diseño o a una mala ejecución de la construcción, tal como:

- a) Falta de juntas de aislamiento y control o mala práctica en su realización.
- b) Inadecuada preparación de la subbase.
- c) Uso de hormigón excesivamente fluido o con exceso de agua.
- d) Acabado inadecuado.
- e) Mal curado o ausencia del mismo.



naje. Las subbases llanas y lisas evitan la formación de fisuras. El encofrado debe de ser construido de manera que pueda resistir la presión del hormigón sin deformarse. Las láminas de curado de polietileno aumentan el sangrado y por tanto el fisurado de hormigones con exceso de agua. Cubrir las láminas de curado con una capa de arena humedecida de 2,5 a 5 cm. de espesor para reducir el sangrado. Humedecer la subbase, el encofrado y las armaduras inmediatamente antes de colocar el hormigón.

**b) Hormigón.** Como regla general usar hormigón de plasticidad moderada (no más de 12 cm.). Evitar siempre un añadido posterior de agua con amasado suplementario. Si el hormigón debe ser fluido con más de 17 cm. de cono, las proporciones de la mezcla deben modificarse, utilizándose mezclas especiales con superplastificantes que eviten un sangrado excesivo, segregaciones y bajas resistencias. Especificar siempre hormigón aireado para losas al exterior que puedan sufrir heladas.

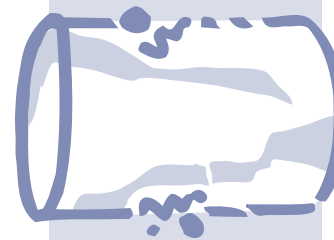
**c) Acabado.** No realizar operaciones de acabado si hay agua en la superficie. El nivelado inicial debe de ser seguido de un rápido fratasado. Para un mejor agarre en superficies exteriores, úsese un acabado con escoba. Si la evaporación es excesiva, redúzcala en lo posible para evitar la fisuración por retracción plástica. Cubra el hormigón con una arpillera húmeda o con hojas de polietileno durante las operaciones de acabado si las condiciones atmosféricas son severas.

**d) Curado.** Inicie el curado tan pronto como sea, manteniendo húmeda la super-

ficie de los elementos de hormigón. Rocíe la superficie con un líquido de curado o cúbrala con arpilleras húmedas al menos durante tres días. Si desea una mejor calidad, aplique otra capa de líquido de curado al día siguiente.

**e) Juntas.** Para controlar los efectos de contracción y expansión debido a los cambios de temperatura y/o humedad, deben de construirse, mediante sierra, disco o con herramientas adecuadas, unas juntas de construcción del grueso de la losa, con una separación entre ellas no superior a 30 veces el grueso de la misma. Con frecuencia deben de ponerse las juntas próximas unas a las otras para evitar largas áreas estrechas. La longitud de estas no debe de ser mayor de 1,5 veces el ancho. Las juntas perimetrales deben de incluirse en aquellos sitios donde puedan existir restricciones para los movimientos verticales u horizontales, tales como la unión de muros y suelos, columnas o pavimentos. En este caso deben ser profundas y se construyen insertando algún tipo de elemento barrera para prevenir la adhesión entre la losa y los otros elementos.

**f) Recubrimientos de las armaduras.** Las fisuras en el hormigón armado debidas a la corrosión de las armaduras por formación y expansión de óxido de hierro, deben evitarse proporcionando el recubrimiento mínimo fijado en el artículo 37.2.4 de la EHE.



### SIGA ESTAS REGLAS PARA MINIMIZAR LAS FISURAS

- 1- Diseñe los elementos teniendo en cuenta todas las cargas conocidas.
- 2- Disponga las juntas de construcción adecuadas.
- 3- Para trabajos en losas, prepare una subbase estable.
- 4- Coloque y haga el acabado de acuerdo con las normas establecidas.
- 5- Cure y proteja el hormigón adecuadamente. Utilice líquidos de curado.
- 6- Mantenga la relación agua/cemento lo más baja posible con el uso de aditivos.
- 7- Utilice fibras y aditivos reductores de la retracción plástica e hidráulica.

### ¿Qué es la fisuración por retracción plástica?

Las fisuras por retracción plástica son aquellas que aparecen en la superficie de los elementos de hormigón fresco, a las pocas horas tras el acabado de los mismos. Dichas fisuras son en general, paralelas unas a otras, separadas entre sí de 30 a 90 cm. y con una profundidad de 2.5 a 5 cm. y raramente llegan hasta el borde de la losa. Las fisuras por retracción plástica pueden afectar negativamente la durabilidad de los suelos y pavimentos de hormigón, produciendo además, un mal aspecto. La aparición y desarrollo de estas fisuras puede minimizarse si se toman las medidas adecuadas antes y durante la construcción de las losas.

Las fisuras por retracción plástica se deben diferenciar de otras que aparecen rápidamente antes del endurecimiento del hormigón, causadas por el asentamiento del hormigón a ambos lados de las armaduras de refuerzo superiores debido a la exudación, por la tensión que produce el