LOS "CUÁNDO, POR QUÉ Y CÓMO" DE LAS FISURAS EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO: FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN POR SECADO

PRIMERA PARTE

Ms. Ing. Maximiliano Segerer
Control y Desarrollo de Hormigones S.A.
www.cdhormigones.com.ar

FISURACIÓN DEL HORMIGÓN ENDURECIDO

Terminada la serie de artículos y recomendaciones referidas a la fisuración del hormigón en estado fresco se comenzará a estudiar el tema de las fisuras del hormigón endurecido, las cuales afectan mucho más la estabilidad y durabilidad de la estructura y cuyas técnicas de reparación no son tan sencillas como las presentadas para las fisuras del hormigón fresco. Es decir, así como se manifestó que debe hacerse hincapié en tomar las medidas adecuadas para evitar las fisuras en estado plástico, es más importante aún conocer los principios básicos de fisuración en estado endurecido y cómo prevenirlas desde el diseño, ya que muchas veces son consideradas como estructurales y disminuyen la vida útil de las estructuras.

Dentro de las causas de fisuración del hormigón en estado endurecido pueden destacarse:

- Contracción por secado o retracción por fraguado *(drying shrinkage)*
- Tensiones de origen térmico *(thermal change)*
- Problemas de durabilidad (corrosión, ciclos de congelación y deshielo, abrasión y erosión, ataque interno y externo de sulfatos, ataques químicos y biológicos y reacciones álcali-agregado, entre otras)
- Deficiencias de vibrado y prácticas constructivas
- Juntas constructivas no previstas
- Cargas excesivas durante el servicio
- Cargas de larga duración y fluencia
- Errores en el diseño estructural y en el detalle de elementos y estructuras
- Defectos específicos de pisos y pavimentos

Las dos primeras causas son las que se estudiarán en esta y en próximas entregas.

Las fisuras por cargas de larga duración, cargas excesivas y errores en el diseño estructural escapan al alcance de los artículos de tecnología del hormigón y son muy específicas en cada obra, por lo que ambos aspectos deben ser tenidos en cuenta en el diseño y cálculo estructural para que no ocurran.

Respecto a las fisuras por deficiencias en tareas de colocación, vibrado y formación de juntas constructivas por demoras en el vaciado, son también particulares para diferentes casos, y se evitan aplicando buenas prácticas constructivas.

Para finalizar, el estudio de las fisuras causadas por problemas de durabilidad debe centrarse en cada una de las patologías y realizar un análisis minucioso del tema, mientras que las mismas pueden ser evitadas aplicando las especificaciones de los reglamentos, presentando cada patología técnicas específicas para su reparación.

Los defectos específicos de pisos y pavimentos serán abordados en próximas ediciones de Hormigonar.

¿Cuándo y por qué aparecen las fisuras por contracción por secado?

La causa más habitual de fisuración del hormigón es la restricción »

de la contracción por secado, también conocida como 'restricción de la retracción por fraguado'. La contracción por secado es provocada por la pérdida de cierta cantidad y tipo de agua presente en la pasta cementícea, la cual se puede contraer hasta un 1 por ciento. Por fortuna, en tanto, los agregados proveen una restricción interna que reduce la magnitud de este cambio de volumen a valores de entre 0,03% a 0,08%, siendo la contracción final del hormigón de 25 a 12 veces menor que la de la pasta cementícea pura. Esta es una de las propiedades fundamentales, además de la economía, que cumplen los agregados del hormigón: localizar y reducir la contracción por secado.

Esta pérdida de humedad del hormigón comienza a ser relevante después de finalizado el curado, ya que este último tiene el objetivo de impedir que el hormigón pierda agua en sus primeros días, cuando más débil y frágil se presenta desde los puntos de vista de durabilidad y resistencia. Cuando el hormigón se pone en contacto con un ambiente con una humedad relativa inferior al 100%, comienza a contraerse debido a su carácter higroscópico; es decir, se 'pone en sintonía' con las condiciones ambientales, entre ellas la humedad relativa (HR). Salvo en los casos de hormigones sumergidos durante su servicio, todos los demás, excepto que se empleen tecnologías especiales como cementos expansivos o aditivos compensadores de contracción, se contraen gradualmente en el tiempo según una curva logarítmica.

La pérdida de esta agua adsorbida a ciertos productos de hidratación del cemento no se produce rápidamente sino que el hormigón va perdiendo agua gradualmente con el tiempo. La contracción final será el resultado del equilibrio del hormigón con las condiciones ambientales, fundamentalmente con la HR del lugar donde se ha colocado. En la figura 1 se muestra una variación típica en el tiempo de la contracción

1 **Variaciones de volumen del hormigón debidas a la contracción por secado**

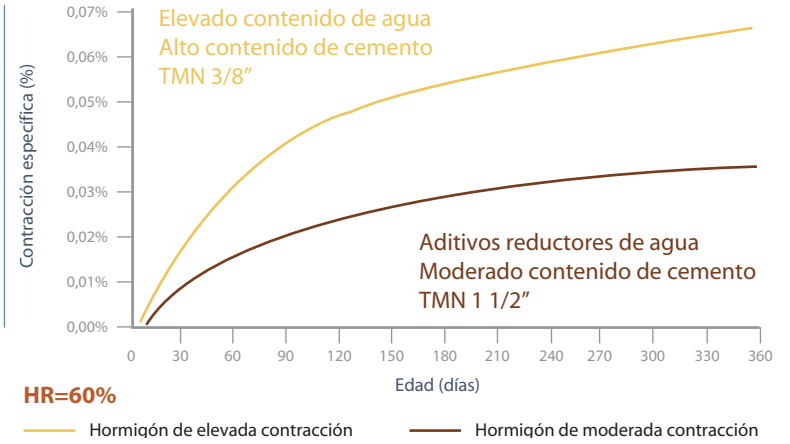

Figura 1 - Variaciones de volumen del hormigón debidas a la contracción por secado

por secado donde se exhiben sólo dos ejemplos apreciando la variación de la contracción con un valor asintótico a la contracción total. En condiciones normales se considera que a un año de edad se llega a entre un 70 y un 90% de la contracción total, que se acepta como contracción máxima ya estable.

Para un período de entre 4 y 6 meses se llega a entre un 40 y un 60% de la contracción total, dependiendo de una gran cantidad de parámetros, fundamentalmente de la composición del hormigón y de las condiciones ambientales, entre las que se destaca la humedad relativa ambiente.

Estos cambios de volumen inducidos por las variaciones internas de humedad son una característica propia del hormigón. Si la contracción del mismo se produce de manera no restringida, el hormigón no se fisura. Es la combinación de la contracción y la restricción a estas deformaciones impuestas (generalmente proporcionada por otra parte de la estructura, como por ejemplo para los tabiques, sus fundaciones o tabiques de niveles inferiores o por la subrasante en el caso de pisos y pavimentos) lo que provoca el desarrollo de tensiones de tracción inducidas por las deformaciones. Cuando se supera la resistencia a la tracción del hormigón el mismo se fisura. Este fenómeno se esquematiza en la figura 2.

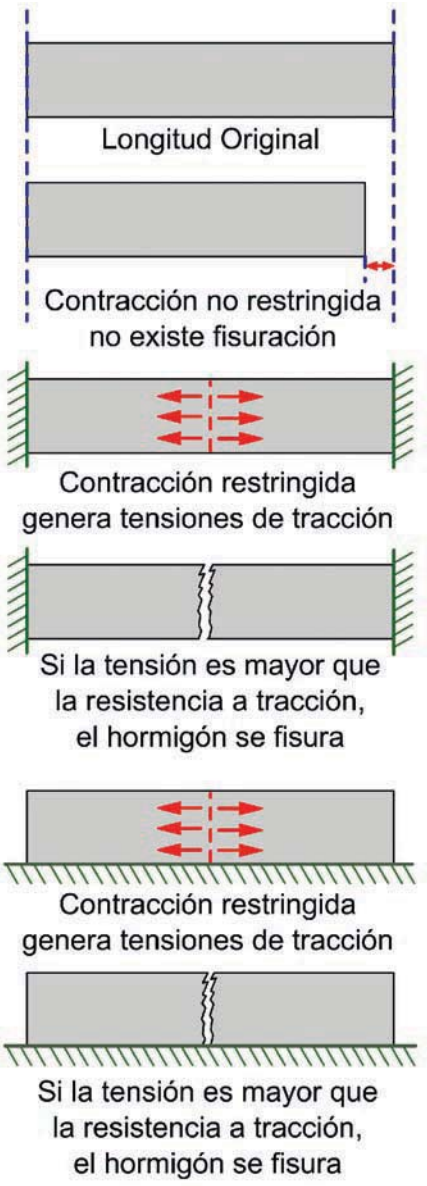

Figura 2 - Influencia de la restricción en la contracción por secado

La fisuración de manera errática que no sigue las juntas planificadas presenta una disminución de servicio, reducción de la vida útil y depreciación estética de los elementos fisurados. Para el caso de pavimentos y pisos industriales se crean juntas adicionales y fisuras activas que aumentan los costos de mantenimiento impactando negativamente en el aspecto estético del mismo, además de permitir el paso de agua a la base de apoyo o la degradación continua de la fisura por la intromisión de pequeñas partículas de arena u hormigón (ambas deterioran el pavimento al imposibilitar el movimiento de la fisura por cambios de temperatura). Para el caso de tabiques de hormigón o muros de contención, las fisuras pueden ser antiestéticas, estructurales o pueden causar filtraciones que perjudiquen tanto al servicio como a la estructura misma (como, por ejemplo, acelerar el proceso de corrosión de armaduras).

Como se mencionó, la contracción por secado del hormigón es la disminución de volumen provocada por la pérdida de agua. Un valor típico para la deformación final del hormigón es 0,05 por ciento. Debido a que la capacidad de deformación por tracción suele ser del orden de 0,015%, habrá fisuración si en un miembro la contracción está restringida por otros elementos estructurales o por la base. Sin embargo, hay un elevado grado de incertidumbre en la predicción de la contracción de las estructuras de hormigón, ya que esta propiedad varía considerablemente en función de muchos parámetros, incluyendo la composición del hormigón, el origen de los agregados, la humedad relativa ambiente, la restricción con la subrasante o con otros elementos estructurales, la geometría del elemento y, más específicamente, la relación entre la superficie expuesta y el volumen del elemento estructural.

Para dar un ejemplo de cuánto se contrae o acorta un elemento estructural con los valores dados y para un valor promedio de 0,05% significa que un elemento de hormigón de 8 metros se acortará 4 mm y para un elemento de 5 metros se acortará o contraerá aproximadamente 2,5 mm.

En la figura 3 se muestra el efecto que tienen las armaduras en la contracción por secado. En el caso del hormigón simple y en el caso de emplear espaciamientos de juntas no compatibles, el ancho de la fisura se formaría aproximadamente en la mitad del paño y su abertura sería cercana a la contracción total del hormigón. En el caso de emplear armaduras de refuerzo convenientemente colocadas y en cantidad suficiente, éstas reparten uniformemente las fisuras a lo largo del paño y disminuyen el ancho total de las fisuras debido a los esfuerzos de tracción que absorben. Así, en el ejemplo de una contracción total de 4 mm en 8 metros el no emplear armaduras crearía una fisura de un poco menos de 4 mm de ancho, mientras que al emplear armaduras de manera efectiva se crearán varias fisuras de ancho inferior y sumando los anchos de las fisuras individualmente se llegará a un valor menor a la contracción total de 4 mm del hormigón. Para el caso de cuantías elevadas, mayores al 0,60%, el ancho de las fisuras permanece tan pequeño que no afecta la estética ni la durabilidad y la capacidad para transmitir esfuerzos. De todas maneras, estas cuantías son medidas completamente antieconómicas para el caso de pisos y pavimentos, por lo que como criterio principal se emplea un adecuado diseño y materialización de juntas de contracción.

Los últimos avances de la tecnología del hormigón intentan solucionar esta falencia del hormigón para reducir o eliminar la

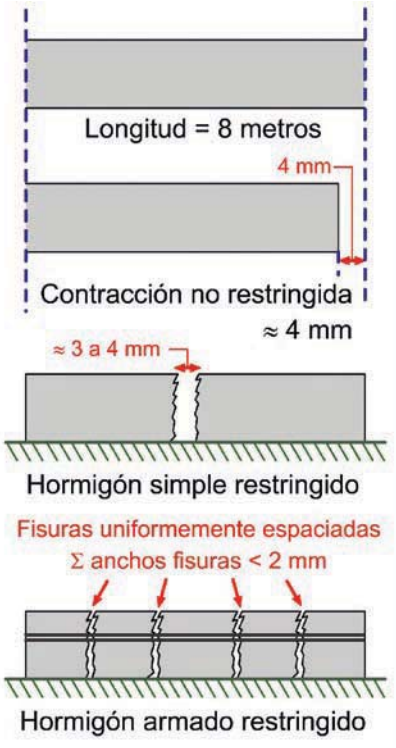

Figura 3 - Efecto de armaduras en la distribución y disminución del ancho de fisuras

contracción por secado en pisos industriales o pavimentos mediante el empleo de fibras o la utilización de cementos o aditivos expansivos o compensadores de contracción, aunque actualmente en el país no abundan experiencias por el escepticismo o desconocimiento del proyectista o constructor.

¿Cómo identificarlas?

En la figura 4 se muestra esquemáticamente la fisuración por contracción típica en losas y en tabiques o muros de contención. Estas figuras y los conceptos vertidos indican claramente tanto los pisos y pavimentos como las losas y vigas de hormigón y cómo los tabiques y muros de contención son susceptibles a la fisuración por contracción por secado.

Las fisuras por contracción por secado aparecen por lo general entre 3 y 14 días después del colado como líneas muy delgadas paralelas a las juntas en pisos y pavimentos y para el caso de los tabiques »

perpendiculares al elemento de restricción, como por ejemplo las fundaciones en tabiques de sótano. Para este último caso, las fisuras comienzan a aparecer desde la parte inferior del tabique, la cual es la más fuertemente restringida, mientras que la parte superior que está libre puede contraerse sin generar esfuerzos importantes, por lo que muchas fisuras pueden no aparecer en toda la altura del elemento.

Como se mostró en las figuras anteriores, estas fisuras penetran todo el espesor del elemento estructural, por lo que puede apreciarse en ambas caras de los tabiques y en los bordes del pavimento cómo presentan un ancho de fisura aproximadamente constante en todo el espesor de la losa.

Estas fisuras tienen la particularidad, por el mecanismo esquematizado en la figura 1, de que van aumentando su ancho con el tiempo. Así, comienzan como fisuras delgadas como cabellos de 0,1 mm y con los meses pueden presentar anchos de varios milímetros, estabilizándose su ancho a edades de 9 a 15 meses, dependiendo de las condiciones ambientales para climas más secos o más húmedos respectivamente. Esta estabilización de la contracción es relativa, ya que para el caso de pavimentos con juntas ineficientes estas fisuras actuarán como juntas y serán sensibles a cambios de temperatura, por lo que probablemente sean activas, lo que agrava la degradación del pavimento si las mismas no son adecuadamente selladas.

Para completar el tema de la identificación de fisuras, se caracterizan, además del paralelismo a las juntas o a la altura en los tabiques, por su forma casi rectilínea y por que estas fisuras dividen a los elementos en zonas de aproximadamente la misma superficie. A continuación se brindan ejemplos para clarificar estos conceptos.

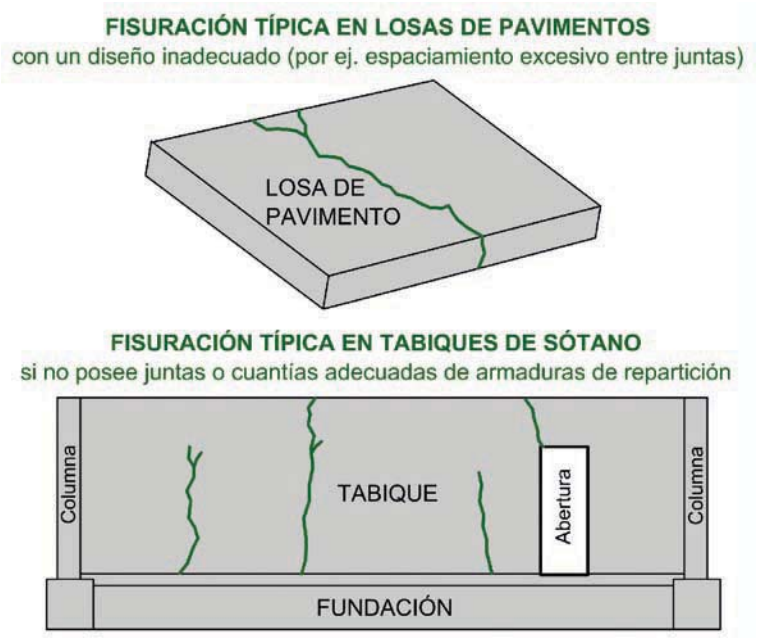

Figura 4 - Esquemas típicos de fisuracion en losas y tabiques

En el caso de un pavimento no armado con paños de 4 x 7 metros, por ejemplo, si el hormigón no es capaz de resistir las tensiones inducidas por la restricción que le brinda la base a la deformación aquél se fisurará dividiendo el paño en aproximadamente dos mitades de 4 metros x 3,50 metros, tendiendo siempre a constituir formas cercanas a las cuadradas. Es decir, la fisura será paralela a la junta de 4 metros y se encontrará en la parte central del mayor espaciamiento entre juntas.

Otro ejemplo: si se realiza una calzada de pavimento en el día de 3,60 metros x 20 metros y no se materializan a tiempo las juntas por alguna causa (por ejemplo, aserrado tardío a más de 24 horas en clima caluroso o impronta menor a la cuarta parte del espesor), el hormigón, aunque se hayan marcado las juntas de manera tardía, dividirá el paño construido en 3 a 4 paños con fisuras equidistantes y paralelas al lado de 3,60 metros.

Así como existe una conciencia generalizada en la necesidad de juntas para pisos y pavimentos, para el caso de tabiques pocas veces se materializan juntas verticales, ya que se cree que no se van a fisurar y todo hormigón reduce sus dimensiones (esté en posición vertical u horizontal), por lo que si el hormigón necesita una junta se fisurará dividiendo el tabique en paños aproximadamente iguales y tendiendo a las formas cuadradas. Por ejemplo, se hormigona en un mismo día un tabique de 2,50 metros de altura por 15 metros de longitud y el mismo está solidarizado a una fundación de mucha más inercia que el tabique (lo que suele suceder). Si el tabique no ha sido adecuadamente diseñado y no posee una cuantía mínima de armaduras en sentido transversal (armaduras de repartición), se fisurará y se dividirá en 4 a 6 paños de similares dimensiones y, como se mencionó, algunas de estas fisuras pueden no llegar a toda la altura del tabique, pero seguramente atravesarán todo su espesor. ¶

(continuará en el próximo número)

LOS "CUÁNDO, POR QUÉ Y CÓMO" DE LAS FISURAS EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO: FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN POR SECADO

SEGUNDA PARTE

Ms. Ing. Maximiliano Segerer
Control y Desarrollo de Hormigones S.A.
www.cdhormigones.com.ar

¿CUÁNDO PUEDEN APARECER?

Como se estudió en el artículo del número anterior, si bien a las fisuras por contracción por secado se las asocia directamente con pisos y pavimentos, las mismas pueden aparecer en casi cualquier elemento de hormigón. Esto es debido a que todo hormigón, salvo que se empleen tecnologías especiales, se contrae, y si esta contracción está restringida y no se poseen cuantías de armaduras en cantidad suficiente el hormigón podrá fisurarse. Muros de sótanos, tabiques de niveles superiores de grandes dimensiones, muros de contención y losas también pueden sufrir la contracción por secado (figura 2.1).

Es por ello que debe estudiarse en conjunto la composición del hormigón, las prácticas constructivas, las secuencias de llenado, el diseño de los diferentes elementos, la disposición de juntas, el detallado de las armaduras y las condiciones ambientales durante la vida útil de la estructura para lograr evitar este tipo de fisuración más frecuente en obras de hormigón que puede alterar tanto la funcionalidad y la durabilidad como la seguridad de las estructuras.

¿CÓMO PREVENIRLAS?

Deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones para minimizar y controlar la contracción por secado para evitar la formación de fisuras erráticas y que las mismas ocurran en las juntas, ya que en realidad se trata de fisuras planificadas.

Dosificación del hormigón elaborado

- Minimizar el contenido de agua de la mezcla, ya que es el factor que más agrava el riesgo de fisuración por contracción por secado, empleando aditivos reductores de agua y granulometrías bien estudiadas. Por ejemplo, un incremento de 40 litros/m3 incrementa un 50% la magnitud de la contracción.

- Emplear un asentamiento adecuado con el elemento estructural y medios de colocación disponibles. Si es necesario trabajar con asentamientos superiores a 8 cm deben emplearse aditivos superfluidificantes.

- Emplear tamaños máximos del agregado lo mayor posible siempre que sea compatible con las dimensiones del elemento y con los medios de colocación. Al disminuir el tamaño máximo del agregado aumenta la superficie específica a cubrir con pasta, incrementando el contenido de agua y de cemento.

- Disminuir el contenido de finos perjudiciales (pasantes tamiz 75 mm) provenientes de agregados, ya que incrementan la demanda de agua.

- En pisos y pavimentos, emplear el mínimo contenido de cemento que sea compatible con las condiciones de resistencia y de durabilidad.

- Limitar la exudación, ya que pueden aparecer contracciones diferenciales en pisos y pavimentos, fundamentalmente cuando el piso apoya directamente sobre una lámina plástica. »

Prácticas constructivas

- Realizar un curado adecuado y aplicarlo lo más pronto posible o de lo contrario se desecará muy rápidamente.
- Dentro de lo posible, son recomendables métodos gravitacionales antes que por bombeo.
- Nunca incorporar agua en la obra, ya que se incrementará el riesgo de fisuración en estado endurecido, no así en estado fresco, siendo el primero el verdaderamente perjudicial para el hormigón.
- Realizar el aserrado de juntas lo antes posible sin que se dañe el hormigón, dependiendo de la dosificación del hormigón, condiciones climáticas y equipos disponibles (figura 2.3).
- Aserrar entre la 1/4 y la 1/3 parte del espesor de losas en pisos y pavimentos (figura 2.3).
- En el caso de muros y tabiques, es importante planificar las juntas constructivas y dentro de lo posible no superar los 8 a 10 metros lineales hormigonados en el mismo día si no se han previsto juntas.



Figura 2.1 - Fisuras por contraccion por secado



Figura 2.2 - Inadecuado diseño de juntas

Diseño de juntas

- Salvo que se empleen aditivos o cementos reductores de contracción, todos los pisos industriales y pavimentos deben poseer juntas espaciadas, dependiendo este espaciamiento de una gran cantidad de parámetros de diseño del piso y del hormigón. Al emplear espaciamientos superiores a los recomendados para cada obra en particular el hormigón y la restricción dada por la sub-base fisuran al hormigón en la parte media del paño (figura 2.2).
- Las cuantías de armaduras empleadas generalmente en pisos son inferiores al 0,14%, valor que permite sólo disimular las fisuras; es decir, mantenerlas a un ancho admisible no es suficiente para eliminar la fisuración, necesitándose para esto último cuantías muy superiores del orden del 0,60%, las que generalmente son antieconómicas, por lo que es recomendable diseñar adecuadamente las juntas.
- Siempre es recomendable realizar paños con sus dos dimensiones lo más similares posibles, no debiendo exceder una relación de ambos lados del paño de 1:1,5, debido a que independientemente del espaciamiento entre juntas el piso podrá fisurarse en su parte media. Además, se deben tener en cuenta las aberturas, columnas y singularidades, ya que deben ser aisladas con juntas de manera especial (figura 2.2). »

Condiciones ambientales

- La humedad relativa tiene una gran influencia sobre la contracción última y la velocidad de contracción. En ambientes o climas secos, la contracción tiene una mayor magnitud y las fisuras se manifiestan de manera más rápida que en climas templados o húmedos o bien en recintos cerrados que tengan una humedad relativa más elevada que el exterior. Comparativamente, entre climas secos y húmedos la contracción puede aumentar un 30%, por lo que no pueden extrapolarse diseños de juntas en diferentes regiones del país, debiendo reducir el espaciamiento en climas desérticos o secos.

- En zonas muy ventosas la contracción puede acelerarse debido a una más rápida desecación.

- La incidencia de la temperatura del día en el momento de la colocación del hormigón incide sólo superficialmente, por lo que tiene importancia sólo en los primeros días de la obra. La incidencia de las variaciones de la temperatura anual en el período de construcción sí tiene una incidencia general más acentuada, pues su influencia alcanza mayor profundidad en la estructura. La mayor parte de las veces las juntas de contracción también actúan como juntas de dilatación y contracción térmica.



FIGURA 2.3 - Metodología ineficaz para materializar las juntas



FIGURA 2.4 - Mal sellado de fisuras activas y dispositivos de seguimiento

Para pisos y pavimentos el aspecto fundamental es el diseño y materialización de juntas. Sin embargo, existe una gran incertidumbre en la predicción de la contracción debido a la enorme cantidad de factores que pueden influenciar en su magnitud. Es por ello que existen muchas publicaciones y recomendaciones en lo que concierne a los espaciamientos de juntas recomendados. Realizando una envolvente de estas recomendaciones, sumado a experiencias en el país, como primera aproximación pueden tomarse para el caso de pisos y pavimentos no armados o débilmente armados los valores de la siguiente tabla.

Espesor del piso	Espaciamiento recomendado
10 cm y menores	Entre 2,5 y 3,5 metros
12 cm	Entre 3,0 y 4,0 metros
15 cm	Entre 3,5 y 4,5 metros
18 cm	Entre 4,0 y 5,5 metros
20 cm y mayores	Entre 4,5 y 6,0 metros

»

Los valores inferiores son aplicables en casos de condiciones desfavorables como tamaño máximo nominal del agregado pequeño, elevados contenidos de cemento, no empleo de aditivos reductores de agua, piso apoyado directamente sobre láminas plásticas en pisos y pavimentos al aire libre en climas secos, etc.

El límite superior se aplica con condiciones favorables; es decir, contrario a lo indicado anteriormente. De todas maneras, el espaciamiento de juntas debe ser definido por el proyectista y debe figurar en los planos.

¿CUÁNDO REPARARLAS?

Siempre es recomendable reparar las fisuras cuando ya no presentan actividad o cuando la mayor parte de la contracción por secado ha ocurrido. Sin embargo, en algunos casos no es posible. Un ejemplo es cuando deben repararse estructuras rápidamente y no se puede esperar tiempos de 6 a 12 meses, los cuales siempre son recomendables.

Otro ejemplo es cuando existen fisuras en pisos donde no han trabajado las juntas (por ejemplo, por aserrado tardío, profundidad insuficiente del aserrado o intensa fisuración por contracción plástica que se manifiestan irregularmente), y estas fisuras seguirán teniendo movimientos por contracción y dilatación térmica. En estos casos, salvo que sean aserradas nuevamente las juntas y en algunos casos aserrar nuevas, las fisuras por contracción actuarán como juntas no previstas y será dificultosa su reparación, fundamentalmente si es necesario transmitir esfuerzos.

Siempre es recomendable en fisuras por contracción por secado, fundamentalmente cuando el hormigón tiene edades inferiores a un año o cuando las juntas no han trabajado eficientemente, realizar el seguimiento de fisuras para establecer su actividad. Para realizar este seguimiento de fisuras puede emplearse mortero de yeso aplicado o testigos de vidrio, que al ser materiales frágiles, si la fisura presenta un movimiento los testigos de fisurarán, constituyendo un método cualitativo. También existen seguidores de fisuras que manifiestan la apertura de las mismas y una posible rotación, siendo estos métodos cuantitativos (figura 2.4).

Cabe destacar que la reparación de este tipo de fisuras no es sencilla como en el caso de las fisuras del hormigón fresco, ya que debe establecerse la actividad de las fisuras para escoger el momento y la metodología más apropiada, además de tener en cuenta la necesidad de la reparación y las necesidades estructurales, funcionales o estéticas de la estructura.

Tanto el momento como la técnica de reparación dependerán de:

- Actividad de las fisuras (si se continúan moviendo en el tiempo o no).
- Dimensiones de los elementos (por ejemplo, espesor de pisos y pavimentos).
- Características ambientales de exposición (al aire libre, bajo techo, clima).
- Características del hormigón y técnicas constructivas empleadas.
- Necesidad o no de restaurar la transferencia de esfuerzos (en el caso de tabiques, losas, etc.).
- Necesidad o no de impedir el pasaje de líquidos (en el caso de piletas, cisternas).
- Necesidad de restaurar el aspecto estético de la estructura.

¿CÓMO REPARARLAS?

La técnica de reparación a escoger dependerá de la evaluación de los aspectos señalados anteriormente. Si no se estudia cada uno de ellos para la obra en particular muy probablemente la reparación y con ello la inversión fracasarán. Deberán evaluarse técnica y económicamente diferentes alternativas, considerando no sólo el costo del producto (que no es generalmente significativo) sino la mano de obra especializada, las posibles terminaciones para restituir la estética y la incertidumbre que todo método de reparación posee. Se citan cuatro casos para apreciar la diferencia de la metodología y tiempo de aplicación de la reparación.

- **Caso 1**: Piso industrial con espaciamiento excesivo entre juntas o que las mismas no han trabajado
- **Caso 2**: Tabique en subsuelo en playa de estacionamiento con jardines a uno de sus costados
- **Caso 3**: Pileta de contención de vinos
- **Caso 4**: Elemento estructural con necesidad de retransmitir esfuerzos con importancia estética

En el caso 1, dependiendo si el piso tiene que repararse de manera inmediata o puede esperar, dependerá de la metodología a emplear. Si las fisuras continúan su movimiento deberán sellarse con algún material elástico que acompañe sus deformaciones, además de un aserrado de las fisuras. De sellarse con algún material rígido (como lechadas o inyecciones epoxi), al poco tiempo del hormigonado (antes de los 4 a 12 meses dependiendo de los factores ya estudiados) las fisuras volverán a abrirse en coincidencia con la fisura original o muy cercanas a ella (figura 2.4). Si debe repararse un piso que tiene una edad prolongada, puede procederse a re-aserrar las juntas (ya que debe asegurarse que sigan trabajando como »

juntas de contracción y dilatación) y sellarlas con materiales rígidos o flexibles. En todos los casos, si es importante la estética deberá darse un tratamiento superficial adicional.

En el caso 2, para evitar filtraciones dentro de la playa de estacionamiento y si no es necesario restituir la transmisión de esfuerzos (ya que el muro de contención trabaja primariamente en el otro sentido), podrán sellarse a cualquier edad con un material elástico que acompañe los movimientos e impida las filtraciones. Si no se habían previsto juntas, difícilmente puedan inyectarse con algún material rígido, ya que siempre existirán movimientos por temperatura. En estos casos muchos proyectistas son renuentes a diseñar juntas en muros y tabiques. De todas maneras, si las fisuras que aparecen tienen el mismo efecto estructural que una junta, nada más que funcional y estéticamente al no estar planificadas crean serios inconvenientes. Al presentar anchos menores a 1,5 mm por lo general y atravesar todo el espesor, siempre existe la trabazón que dan los agregados y la irregularidad de las juntas, por lo que si es necesaria la transmisión de esfuerzos en sentido transversal, como en el caso de sismos, la misma será efectiva. Es decir, si el tabique se va a fisurar, que al menos la fisura sea controlada en una junta y tratada para impermeabilizarla.

En el caso 3, para evitar el escape del vino almacenado debería re-aserrarse la fisura y sellarse con algún material elástico o rígido, dependiendo de las dimensiones de la pileta y del tiempo desde que se hormigonó, considerando que el sellador sea compatible con productos alimenticios. Deberá tenerse especial atención en la preparación de superficies, ya que si tiene un ataque ácido el hormigón será difícil lograr buena adherencia si no se emplean técnicas especiales.

En el caso 4, deberá esperarse hasta que se estabilice la contracción por secado, corroborado mediante algún método de seguimiento de fisuras, y aplicar mediante inyecciones epoxi, poliuretano u otros materiales cementíceos con una adecuada preparación de las caras de las fisuras un material que rígidamente transfiera esfuerzos. Estos trabajos generalmente no quedan prolijos a la vista, de modo que el elemento deberá revestirse con algún otro material o pintura, debiendo considerarlo en el costo de la reparación. ¶