

# Fisuras en el concreto

## ¿Síntoma o enfermedad?

**E. Vidaud**

(Primera parte)

El concreto estructural presenta algunas veces la desventaja de fisurarse. Baste recordar que las fisuras en el concreto, en presencia de un medio agresivo pueden afectar considerablemente la durabilidad de la estructura.

**E**l establecer un correcto diagnóstico de la fisuración en el concreto permite a proyectistas y ejecutores no sólo minimizar o erradicar su efecto con el empleo de métodos y técnicas correctoras, sino también a tomar las medidas preventivas necesarias para disminuir o eliminar su aparición. ¿En qué consiste este fenómeno?, ¿cómo puede clasificarse? ¿cuáles son algunas de las causas más frecuentes de su aparición y cómo atenderlas? Éstas son algunas de las interrogantes, que en este escrito, se intentarán responder.

Diferentes señales o signos visibles tienen lugar en las estructuras de concreto como respuesta ante alguna alteración. Son estos signos los que indican la presencia de una enfermedad y orientan hacia las posibles causas que la generan.

Las fisuras son uno de los síntomas patológicos más importantes del comportamiento en servicio de las estructuras de concreto. No son más que roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de la aparición de esfuerzos que superan la capacidad resistente del material (Fig. 1). Su aparición esclarece en gran medida el tipo de enfermedad de que padece la

estructura, razón por la que han sido interés de estudio de especialistas por todo el mundo.

Se conoce el fenómeno de la fisuración tan temprano como la propia existencia del concreto; ha podido evidenciarse que éste puede aparecer en cualquier estructura. Su manifestación puede presentarse al cabo de años, semanas, días, o en algunos casos solamente a las pocas horas, pudiendo sólo afectar la apariencia de la estructura o más allá, ser un indicador de fallas estructurales considerables.

Es importante tomar en cuenta que las fisuras no sólo se distinguen por su edad, también existen otras variables significativas para su caracterización, tales como la forma, posición y espaciamiento en el elemento, trayectoria, amplitud de la abertura, movimiento, entre otras. Conocerlas puede servir para orientar acerca de la o las causas que motivaron la aparición del fenómeno, motivos que pueden aparecer unas veces de manera aislada o asociados con otros fenómenos.

Puede afirmarse que las fisuras en el concreto no sólo disminuyen

**Fig. 1**



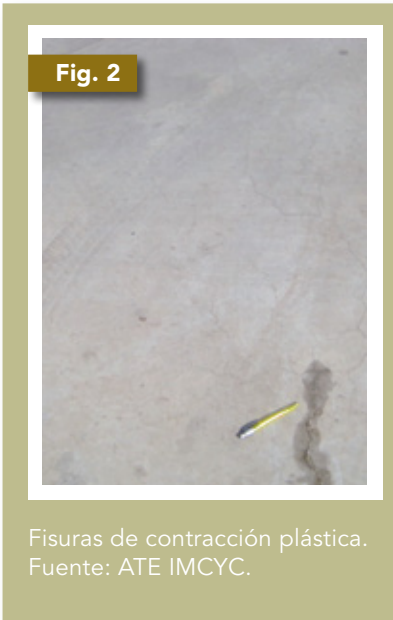
Fisuras en una losa de cimentación.  
Fuente: ATE IMCYC.

la estética constructiva y aparentan inseguridad, también pueden ser puertas abiertas por las que penetren agentes agresivos. Detectar este fenómeno no siempre resulta fácil; sin embargo, es esencial conocerlo como única vía para poder remediarlo aplicando la terapia apropiada, o tomando las medidas necesarias para evitar su aparición.

Muchos autores han clasificado las fisuras según varios factores, entre los que fundamentalmente se ubican el tiempo de aparición, su origen, y movimiento. En la literatura especializada una de las más generalizadas es la que las divide según el tiempo de aparición en Fisuración en estado plástico y la Fisuración en estado endurecido, tal y como se representa en la Tabla 1.

### Fisuración en estado plástico

De la tabla citada se entiende que la fisuración de contracción plástica puede presentarse en dos escenarios: las de contracción hidráulica y las de mapeo superficial. Las fisuras de contracción hidráulica (previas al fraguado final), que también se conocen como fisuras de contracción plástica, son comunes en losas y pisos (elementos planos, en los que predomina la superficie sobre el volumen). Esta fisuración es característica del concreto fresco y suele generar fisuras que aparecen poco después que ha desaparecido el brillo acuoso en la superficie del elemento, al no compensarse la pérdida de agua; generalmente en las primeras horas (de 1 a 10 horas). Se trata de fisuras superficiales de amplitud casi constante en su trazo, entre los 2 y 3 mm que aparecen en grupos y con trazo relativamente corto (Fig. 2). Estas fisuras pueden formar un patrón poligonal aleatorio, o bien



Fisuras de contracción plástica.  
Fuente: ATE IMCYC.

pueden aparecer paralelas unas a otras con una separación entre ellas comprendida entre los 20 cm y 1 m. Exhiben por lo general una profundidad de entre 20 y 40 mm. No suelen atravesar los agregados gruesos embebidos, sino que su trazado sinuoso los rodea, aunque en ocasiones pueden atravesar losas de poco espesor.

Las fisuras de contracción hidráulica son superficiales, razón



Fisuras de contracción plástica.  
Fuente: ATE IMCYC.

por la cual propician el desprendimiento del recubrimiento del acero de refuerzo. Los especialistas coinciden que estas fisuras pueden aparecer cuando el concreto está fraguando; es decir, cuando tiene poca capacidad de resistencia a la tensión. Por lo general son de aparición retardada ya que suelen darse al cabo de semanas, meses, e incluso años.

La principal causa de aparición de este tipo de fisuración es la evaporación rápida del agua de la superficie de concreto, es un fenómeno más común en climas cálidos donde les favorecen las condiciones de temperatura, viento

Tabla 1: Tipo de Fisuración según tiempo de aparición

Fisuración en estado plástico	Contracción plástica	Contracción hidráulica. Mapeo superficial.
	Por deficiencias o descuidos en la ejecución	Asentamiento plástico. Contracción por secado. Contracción por carbonatación.
Fisuración en estado endurecido	Por movimientos espontáneos	Contracción térmica. Entumecimiento por corrosión del acero de refuerzo. Reacción álcalis-agregado.
	Por acciones mecánicas	Compresión, tracción, flexión, cortante o torsión.
	Otras	Errores de diseño y detallado. Prácticas constructivas inadecuadas.

y humedad. Ocurre la contracción en la superficie y aparecen las indeseables fisuras; debido a que la velocidad de evaporación superficial supera la velocidad de exudación del agua desde el interior del elemento hacia la superficie. En general, estas fisuras no afectan la capacidad resistente del elemento; estas aparecen, fundamentalmente, como consecuencia de un retraso en el curado o protección del concreto, y sí comprometen la estética de la estructura.

Por su parte, las fisuras de mapeo superficial (Fig. 3) surgen a consecuencia de un enérgico secado superficial en las primeras horas después de la colocación de la mezcla, y antes de que el concreto comience a fraguar. Este efecto se acentúa en la medida que la temperatura ambiente es más alta y el viento más seco. Son más frecuentes en elementos de concreto de pequeño espesor y gran superficie horizontal libre. Si el elemento de concreto presenta espesor variable, éstas suelen apa-

recer con mayor frecuencia en las zonas de menor espesor.

Las fisuras de mapeo superficial no suelen seguir líneas determinadas, sino que se ramifican de forma irregular. Al aparecer cuando el concreto aún está desprovisto de resistencia, se adaptan al contorno de los agregados. En general, siempre son superficiales y de poca profundidad. Este tipo de daño se debe fundamentalmente a incorrectos procedimientos de compactación y terminación. Comúnmente tiene dos causa-

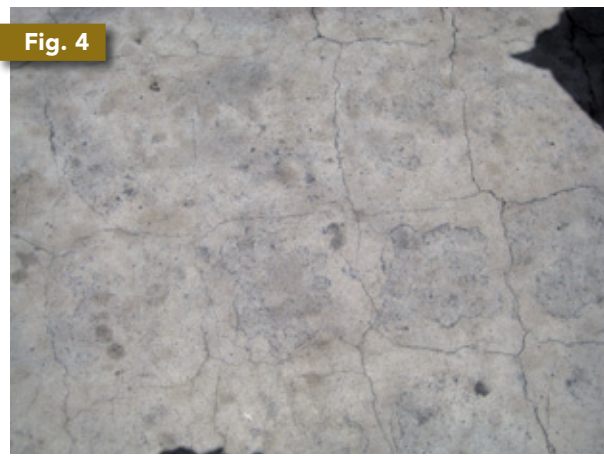
les fundamentales: la sobrevibración con la consecuente segregación en la mezcla, y el allanado excesivo, en que igualmente se produce un rápido avance hacia la superficie del agua, la pasta de cemento y la fracción más fina de los agregados.

En general, las fisuras de contracción plástica son más frecuentes cuanto mayor sea la dosificación de cemento empleada y más finamente molido se encuentre éste. Asimismo, en la medida

que se aumente la cantidad de agua y la cantidad de finos en la mezcla, también la contracción plástica será mayor. Cabe decir que pueden darse una serie de medidas correctivas para reducir o eliminar las fisuras de contracción plástica. Destacan entre éstas las siguientes:

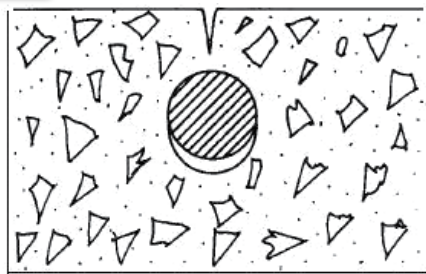
- Utilizar el contenido de agua necesario, tan bajo como sea posible; lo que puede lograrse con el uso de aditivos químicos.
- Evitar el uso de cantidades elevadas de cemento en la mezcla.

Fig. 4



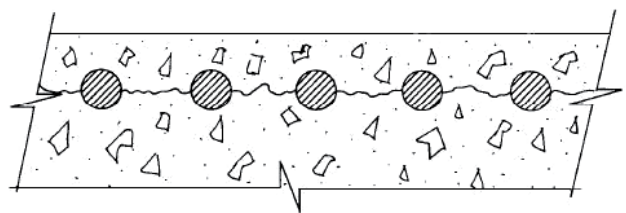
Fisuras por asentamiento plástico en una losa de concreto. Fuente: ATE IMCYC.

Fig. 5



Fisuras por asentamiento plástico ante barra de refuerzo. Fuente: Fernández Cánovas M.

Fig. 6



Fisuras por asentamiento plástico ante grupo de barras en un mismo plano. Fuente: Fernández Cánovas M.

- Minimizar los efectos medioambientales, siendo útil la construcción de barreras provisionales (o definitivas) que protejan al elemento de la rápida evaporación del agua superficial, debido a la acción del viento.

- Evitar la segregación.

- Evitar el uso de mezclas con elevados consumos de finos que propicien la exudación.

- Por otro lado, pueden presentarse deficiencias o descuidos durante la ejecución en estado plástico del concreto. En este caso las fisuras por asentamiento plástico (Fig. 4) se producen por un desplazamiento de los elementos sólidos de la mezcla de concreto hacia el fondo o parte baja de las cimbras por la gravedad, y del agua hacia la superficie del elemento de concreto.

Cuando el concreto fresco es vertido en los moldes, los sólidos de la mezcla tienden a asentarse y desplazan otros compuestos menos densos como el agua y el aire. En este momento, en que el concreto aún no ha endurecido, se presenta un acomodamiento plástico. El agua aparece en la superficie como agua de exudación y si existen obstáculos (acero de refuerzo, agregados de gran tamaño, u otros) se puede obstruir el acomodo de la mezcla y provocar asentamientos diferenciales plásticos con la consecuente aparición de fisuras. Este tipo de fisuras se hace más común en elementos gruesos con refuerzo superficial, así como en elementos que presenten cambios bruscos de espesor.

En el caso de que el obstáculo sean barras de refuerzo (Fig. 5), las



fisuras aparecen siguiendo la línea de las barras. En la medida que aumenta el diámetro de las barras, aumenta el revenimiento de la mezcla (más fluida), y disminuye el recubrimiento lo que genera que la fisuración por asentamiento plástico se acentúe. Si por el contrario, lo que se presenta como obstáculo es un plano de barras próximas entre sí y paralelas a la superficie del elemento, la fisura por asentamiento plástico será de forma plana horizontal coincidiendo con el eje de las barras y cortando al elemento de concreto (Fig. 6).

Estas fisuras por asentamiento plástico igualmente pueden presentarse en caso de que existan distintos colados con variación de consistencias. En este caso también existirán asentamientos diferenciales provocados por diferentes velocidades de acomodado de la mezcla fresca (Fig. 7). Asimismo, otra condicionante de este tipo de fisuración suele ser el movimiento imprevisto de la cimbra, o las deformaciones del suelo bajo la carga del concreto plástico. La presión que ejerce el concreto fresco sobre los moldes o el suelo, hace que éstos se deformen, sobre todo si no se encuentra adecua-

damente apuntalado o compactado.

Éstas resultan ser fisuras difíciles de diagnosticar, por lo que la cimbra debe ser adecuadamente calculada para que pueda resistir las presiones del concreto fresco. De igual manera ocurre con el descimbrado, pues cuando este se realiza fuera de tiempo (premature) también pueden presentarse fisuras por asentamiento plástico. Algunas de las medidas para evitar este tipo de fisuración son:

- Cumplir con los recubrimientos mínimos.
- Evitar cambios bruscos de espesores.
- Calcular adecuadamente los sistemas de cimbras y de apuntalamientos.
- Controlar el revenimiento de la mezcla durante el vertido.

Es posible que estas fisuras en estado plástico no sean visibles y mucho menos comprometan la seguridad estructural. Sin embargo, deben ser tomadas en cuenta pues podrían acentuarse durante el endurecimiento, y penetrar por ellas agentes agresivos que sí pueden afectar la durabilidad de la estructura y reducir su vida útil. **C**

## Referencia

- ACI 224. 1R-93 Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón.
- Fernández Cánovas M, "Patología y terapéutica del hormigón armado", Universidad Politécnica de Madrid, 1994.
- Toirac Corral J., "Patología de la construcción. Grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención", en *Ciencia y Sociedad*, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, vol. 29. núm. 001, enero-marzo de 2004, pp. 72-114.