

# El Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 40 - Expulsión de agregados

### ¿QUÉ es una expulsión?

Una “expulsión” es una pequeña cavidad generalmente cónica en una superficie horizontal de concreto que se da luego que una partícula de los agregados (o áridos) cercana a la superficie se ha expandido y fracturado. Generalmente, parte del agregado fracturado se encontrará en el fondo de la cavidad mientras que la otra parte del agregado estará adherida en el vértice del cono de la erupción. La cavidad puede alcanzar desde 1/4 plg. (6 mm) hasta algunas pulgadas de diámetro.

### ¿POR QUÉ ocurren las expulsiones en el concreto?

La partícula de agregado se expande y se fractura como resultado de una acción física o una reacción química:

#### Acción física

El origen de una expulsión por acción física es usualmente debido a que una partícula de agregado cercana a la superficie tiene una absorción alta y una densidad (gravedad específica) relativamente baja. En la medida que la partícula absorbe humedad; o en el caso que se congele en condiciones saturadas, su dilatación genera suficiente presión interna para romper la partícula y el recubrimiento de concreto hacia la superficie. La porción superior de la partícula de agregado fracturada se separa de la superficie del concreto llevando consigo una parte de la superficie de mortero. En algunos casos los agregados impulsan el agua hacia el mortero que los rodea causando una expulsión del mortero en la superficie, exponiendo la partícula de agregado intacta. Bolas de arcilla, carbón, madera u otros contaminantes pueden tomar agua y dilatarse aún sin congelarse, pero la presión que resulta raramente es suficiente para causar expulsiones. Por otro lado, existen informes de casos en los que la contaminación de agregados con granos (soya, maíz) ha resultado en expulsiones. Estos casos no se encuentran dentro del alcance de este documento.

La expulsión como resultado de acciones físicas, es un problema típico solo en superficies exteriores horizontales en climas sujetos a efectos de hielo y deshielo, bajo condiciones de humedad y que resultan en expansión. Inclusive a los agregados que cumplen con los requisitos de la ASTM C 33 Clase 5S, para concreto arquitectónico en condiciones severas, se les permiten ciertos tipos



Expulsión de agregados

de partículas que pueden causar expulsión cuando se exponen a hielo y deshielo en condiciones saturadas. Los tipos de partículas más comunes que resultan en expulsiones son las de baja densidad en depósitos de agregados naturales.

Los agregados triturados tienen una menor tendencia a contener partículas ligeras o partículas que absorban, que son más susceptibles a la expulsión.

#### Reacción química

La causa de expulsión por motivo de reacciones químicas se relaciona frecuentemente a la reacción álcali-sílice (RAS). Alkalís del cemento u otra fuente crean un entorno de pH elevado (alta concentración de iones OH) el cual causa una descomposición del sílice y la formación de un gel de la RAS, el cual absorbe agua y se expande, removiendo una pequeña porción de la superficie del mortero. Estas son llamadas Expulsión RAS. Estas son típicamente pequeñas y son acompañadas de una pequeña marca, que puede ser una decoloración y/o apariencia de humedad. La partícula de agregado no se fractura con frecuencia como es el caso en las expulsiones por acciones físicas. Sin embargo, el fenómeno de la RAS puede generar mini-fracturas dentro de las partículas de agregados. Algunas expulsiones por reacciones álcali- sílice pueden ocurrir pocos días después de que el concreto ha sido colocado.

## ¿CÓMO evitar las expulsiones en el concreto?

La mayoría de las expulsiones son defectos estéticos que no causan impacto alguno en el desempeño estructural de elementos de concreto. Sin embargo, un gran número de expulsiones facilitan el ingreso de agua y otros agentes químicos dañinos al interior del concreto, y pueden eventualmente conducir a otras formas de deterioro, incluyendo la corrosión del acero de refuerzo. Los siguientes pasos pueden ser tomados para evitar expulsiones en el concreto.

### Expulsión por acción física

1. Evitar la utilización de agregados que contienen partículas que tienden a causar expulsión o que tienen un historial asociado con expulsión. Sin embargo, en algunas partes de los EE.UU., las gravas naturales disponibles contienen algunas partículas que tienden a producir expulsiones superficiales. Debido a la falta de agregados alternos económicos en esas localidades es posible encontrar que la presencia de expulsión en aceras y pavimentos es aceptada, aunque no deseable.
2. En el caso que las expulsiones no sean aceptadas, se debe ubicar una fuente alterna de agregados. Si es apropiado, se puede utilizar un método constructivo que incluye dos vaciados (o capas) en los que los agregados susceptibles a causar expulsión se utilizan en el primer vaciado (o capa inferior) y el agregado que no causa expulsión y consiste en el agregado probablemente más costoso se utiliza en el segundo vaciado (o capa superior expuesta a la superficie).
3. Los agregados pueden ser procesados para remover el material ligero, pero el costo adicional del proceso puede ser excesivo en la mayoría de los casos.
4. Reducir la relación agua-material cementante del concreto ya que esto reducirá el potencial de saturación y aumentará la resistencia a las fuerzas de expansión. Se debe realizar un curado adecuado para superficies exteriores horizontales, para lograr que el material cementante desarrolle una mejor resistencia, especialmente en la superficie. Con esto se reduce la permeabilidad y por lo tanto se reduce la cantidad de agua que emigra hacia las partículas de agregado grueso. Estos pasos pueden reducir la frecuencia de expulsión, pero no necesariamente la eliminan del todo.
5. Reducir el tamaño máximo de agregado, ya que agregados más pequeños desarrollan menores esfuerzos debido al congelamiento, y en consecuencia un menor número de expulsiones. Las expulsiones que ocurran serán pequeñas y causarán menos rechazo.

### Expulsión por acción química

1. Utilizar cemento con bajo contenido de álcali o agregado no reactivo. Esta opción no es práctica común en muchas regiones.
2. Limpiar (lavar) la superficie con agua luego que el concreto se ha endurecido y antes de aplicar el curado final. Esto eliminará álcalis que se han acumulado en la superficie como resultado de la evaporación del agua de exudación (sangrado).

3. Permitir la utilización de ceniza volante Clase F o escoria como un sustituto parcial del cemento para reducir la permeabilidad de la pasta y mitigar las reacciones dañinas debido a la RAS.

## ¿CÓMO reparar las expulsiones en el concreto?

Antes de comprometerse a un programa de reparación, es necesario confirmar cuál es la causa de las expulsiones, mediante la extracción de núcleos que contengan una o más expulsiones típicas y someterlos a un estudio por parte de un petrógrafo calificado.

Las expulsiones se pueden reparar removiendo la porción del agregado remanente en la cavidad superficial, limpiando el vacío resultante, y rellenando el vacío con un material de reparación comercialmente disponible, tipo mortero seco, mortero epóxico, u otro material apropiado, siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante. Será difícil conseguir el mismo color del concreto existente. Si el número de expulsiones en la superficie son excesivas para ser reparadas individualmente, se puede utilizar una sobrelosa delgada de concreto adherida, para reestablecer la apariencia uniforme de la superficie. Recomendaciones específicas para ese tipo de recubrimiento están fuera del alcance de esta publicación.

### Referencias

1. Popouts: Causes, Prevention, Repair, Concrete Technology Today, PL852, Portland Cement Association, [www.cement.org](http://www.cement.org)
2. Guide to Residential Cast-in-Place Concrete Construction, ACI 332R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, [www.concrete.org](http://www.concrete.org)
3. Closing in on ASR Popouts, Concrete Technology Today, CT022, Portland Cement Association, [www.cement.org](http://www.cement.org)
4. R. Landgren, and D. W. Hadley, Surface Popouts caused by Alkali-Aggregate Reaction, Portland Cement Association, RD121, [www.cement.org](http://www.cement.org)
5. N. E. Henning, K. L. Johnson, and L. J. Smith, Popouts, Construction Bulletin, March 4, 1971, Upper Midwest News Weekly
6. Richard H. Campbell, Wendell Harding, Edward Misenhimer, and Leo P. Nicholson, Surface Popouts: How are they Affected by Job Conditions?, ACI Journal, American Concrete Institute, June 1974, pp. 284-288

