



---

# Boletín Técnico #4

---

## Las Razones Más Comunes de la Pérdida de Color

---

*Versión inicial: abril 2018*

---

## RAZONES MÁS COMUNES PARA LA PÉRDIDA DE COLOR

Los pigmentos se han utilizado en los acabados cementosos de piscinas durante muchos años. La diversidad de colores disponibles, junto con una variedad de opciones de acabado, permite lograr posibilidades casi ilimitadas de variación estética. Sin embargo, mantener el "aspecto" deseado del acabado, en términos de color e intensidad, puede ser difícil. Los materiales<sup>1</sup> y la aplicación adecuados garantizan que el acabado interior de la piscina alcanzará la vida útil prevista, siempre que se mantenga la puesta en marcha<sup>14</sup>, el cuidado continuo y la química del agua adecuados dentro del rango "aceptable" según APSP.<sup>2,3,12</sup> Las siguientes condiciones son las tres causas más comunes de problemas de pérdida de color cuando las medidas posteriores a la instalación no se realizan o mantienen adecuadamente.

### 1. Migración de sales de calcio debido a la hidratación del cemento (enmascaramiento de pigmentos)

La 'hidratación' del cemento es básicamente la reacción química que convierte los materiales en polvo de cemento seco y el agua en un material estructural rígido o aglomerante. Si bien aproximadamente el 70 % de la hidratación del cemento tiene lugar en los primeros 7 días desde el momento de la mezcla, todavía hay una cantidad significativa de hidratación que tendrá lugar durante los siguientes 28 días (hasta aproximadamente el 85 % de la hidratación del cemento).<sup>16</sup> El cemento restante sin hidratar continuará hidratándose durante años después de la colocación.<sup>13</sup> Sin embargo, el pigmento que se dispersa por todo el material cementoso durante la mezcla inicial del material se bloquea en su lugar una vez que el cemento alcanza el fraguado final.

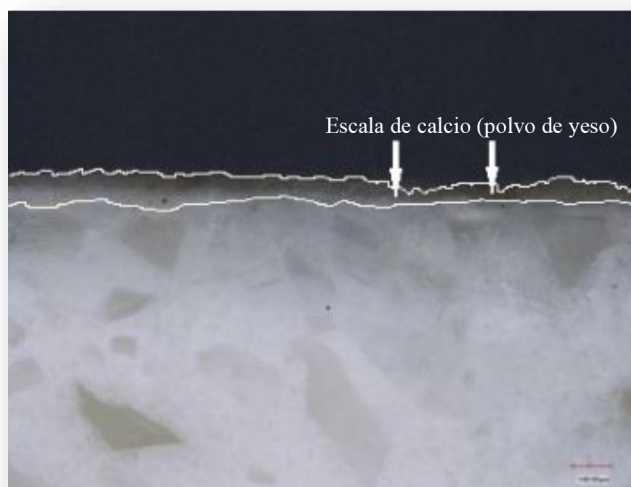
Aunque el pigmento ya no puede moverse o dispersarse después del fraguado final, la hidratación del cemento continúa. Un subproducto de la reacción de hidratación del cemento es una sal (hidróxido de calcio), que se ioniza en presencia de humedad y puede migrar libremente por el interior del revestimiento de acabado.<sup>7,8,9</sup> Estos iones de hidróxido de calcio pueden asentarse o precipitarse para formar un depósito cristalino blanco que puede cubrir o enmascarar la coloración del acabado.

Para las piscinas, el mayor potencial de enmascaramiento de pigmentos se encuentra en los acabados recién instalados dentro de los primeros 3 días después de que la piscina se llene de agua. Es importante seguir un procedimiento de puesta en marcha adecuado. También es importante eliminar cualquier hidróxido de calcio que migre a la superficie (polvo de yeso). El hidróxido de calcio (polvo de yeso) debe eliminarse y filtrarse del agua dentro de los primeros 3 a 5 días después de que la piscina esté llena o se carbonatará y se adherirá a la superficie. El carbonato de calcio puede ser difícil y costoso de eliminar.

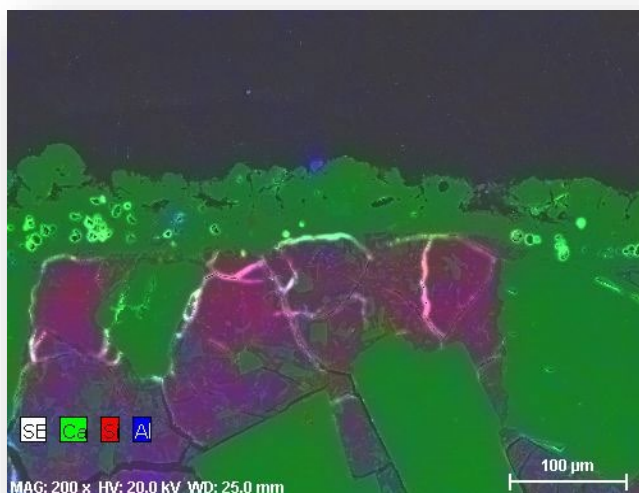
## MIGRACIÓN DE SAL DE CALCIO POR HIDRATACIÓN DEL CEMENTO (ENMASCARAMIENTO DE PIGMENTOS)



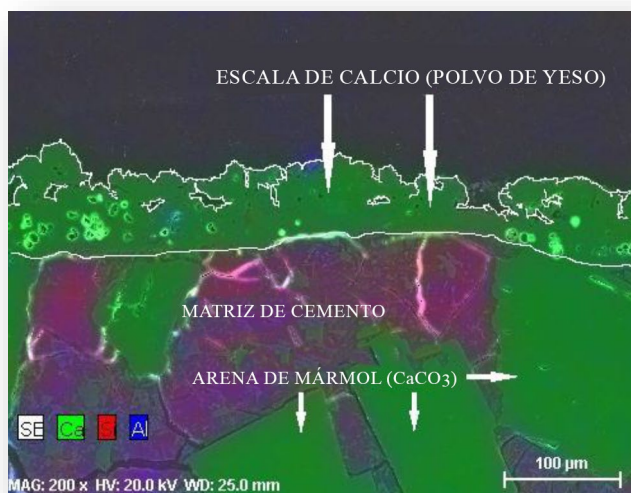
Vista superior



Sección transversal (detallada)



Hipermapa EDS



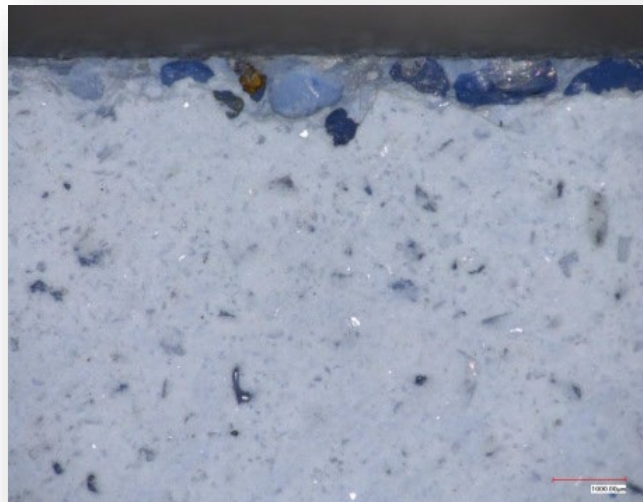
Hipermapa EDS (detallado)

**Ca** = Calcio **Si** = Silicio **Al** = Aluminio

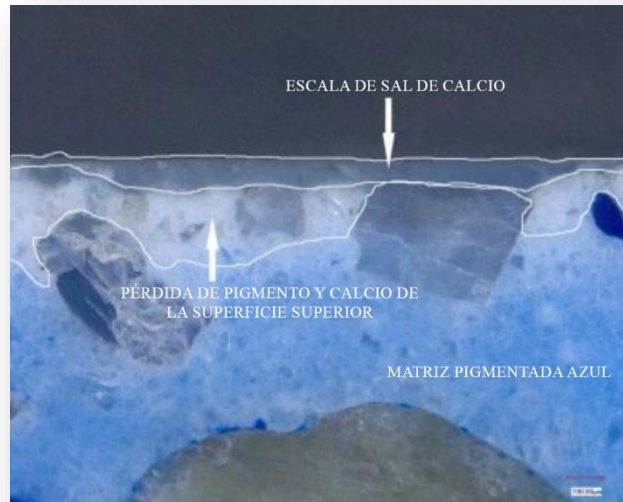
## 2. Precipitación de minerales o metales (descalzamiento superficial)

Todos los materiales que se encuentran en un entorno de contacto con el agua están sujetos a la precipitación de incrustaciones minerales o manchas metálicas. El hormigón, los revestimientos de cemento, el ladrillo, el metal, los azulejos e incluso las superficies de vidrio están sujetos a incrustaciones de sal o manchas de minerales o metales que se precipitan del agua. El escalado de la superficie a menudo se presenta como una película o capa blanca o de color claro, que puede silenciar o enmascarar por completo el color de acabado deseado. La precipitación de metales a menudo puede alterar la coloración de la superficie al teñir el acabado. Por ejemplo, el cobre y el manganeso pueden causar una coloración azul, verde o negra y el hierro puede causar una coloración roja, naranja o negra. Hacer que el agua sea analizada periódicamente en busca de metales y dureza, y tomar las precauciones necesarias para evitar la acumulación de concentraciones significativas de metales y sales minerales puede evitar que esto ocurra. Alternativamente, se pueden utilizar productos químicos inhibidores o quelantes. Sin embargo; una vez iniciado, su uso continuado se hace necesario siempre que cantidades significativas de mineral o de metal queden en el agua, o es probable que se produzca la precipitación de ese mineral o metal.

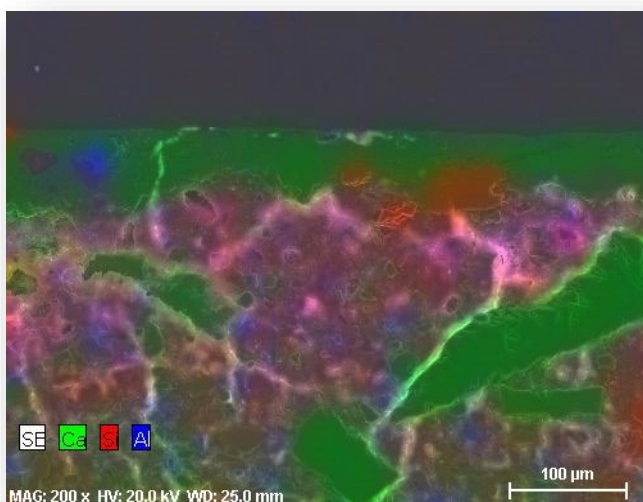
## PRECIPITACIÓN DE MINERALES O METALES (DESCALZAMIENTO SUPERFICIAL)



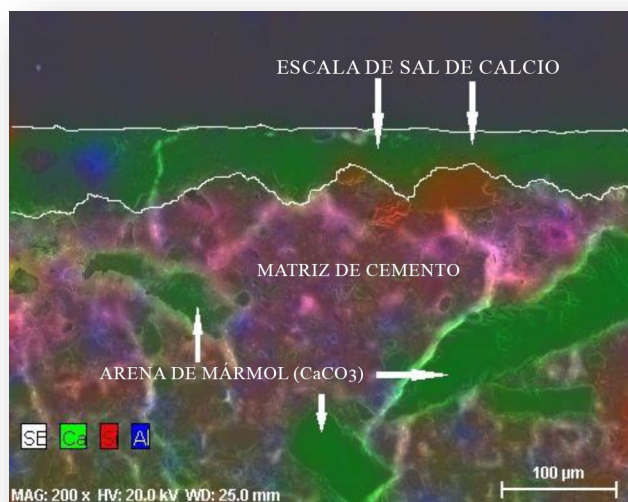
Vista superior



Sección transversal (detallada)



Hipermapa EDS



Hipermapa EDS (detallado)

**Ca** = Calcio **Si** = Silicio **Al** = Aluminio

### 3. Disolución de compuestos de cemento (pérdida de pigmento)

La química del agua juega un papel importante en la esperanza de vida de un revestimiento cementoso. Las reacciones con los materiales cementosos solubles puede tener lugar en casos en los que se permita que el agua o la humedad se filtren a través de un revestimiento cementoso de superficie. Los parámetros de la química del agua que no se mantienen dentro de los “rangos ideales”, según la definición de ANSI/APSP para estar “equilibrados”<sup>2,3</sup>, pueden volverse agresivos para el revestimiento de la superficie cementosa. Permitir tales condiciones puede resultar en la disolución de componentes de la matriz de cemento/agregado y la lixiviación de compuestos de cemento.<sup>5,6,10,11</sup> También se produce la lixiviación del pigmento, que se mantiene en su lugar gracias a estos compuestos de cemento.<sup>15</sup> Los pigmentos orgánicos tienen un tamaño de partícula mucho más

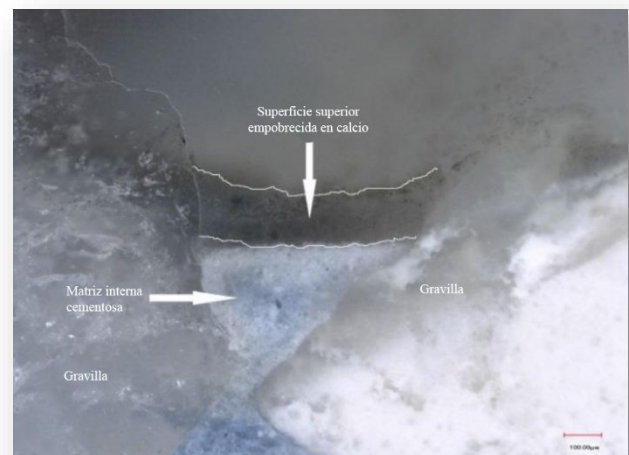
pequeño que los pigmentos inorgánicos, lo que hace que sea más probable que se liberen del aglutinante de cemento y se pierdan, ya que el aglutinante se vuelve más poroso debido al deterioro continuo o a la intemperie. Generalmente, esto aparece como áreas 'descoloridas', de colores más claros o blancas en la superficie.

Si se permite que el agua permanezca en una condición agresiva durante un período de tiempo prolongado, el pigmento puede lixiviarse parcial o completamente hasta 1/8" de profundidad, dejando el color de la superficie descolorido o blanco si el pigmento se elimina por completo. La pérdida de color resultante es irreversible. El término "agua agresiva" se considera agua que está químicamente fuera de los rangos equilibrados establecidos.<sup>2,3,12</sup> El agua agresiva es capaz de remover, disolver o reaccionar de otra manera con los componentes de los materiales de la superficie causando deterioro.<sup>9,10,11</sup> Esto incluiría agua que tiene baja dureza de calcio, bajo pH, baja alcalinidad de carbonato o una combinación de estos.<sup>4</sup>

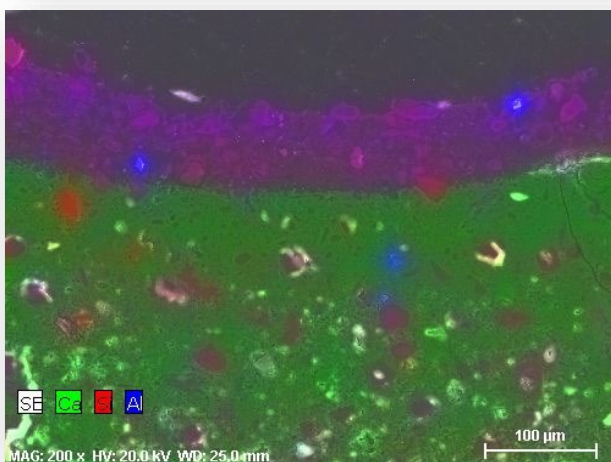
### DISOLUCIÓN DE COMPUESTOS DE CEMENTO (PÉRDIDA DE PIGMENTO)



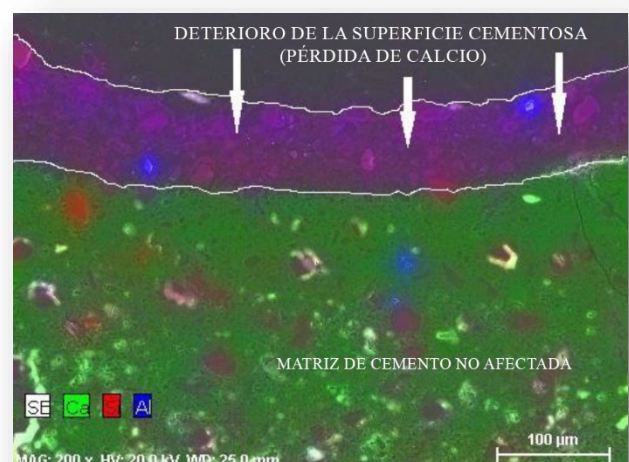
Vista superior



Sección transversal (detallada)



Hipermapa EDS



Hipermapa EDS (detallado)

Ca = Calcio Si = Silicio Al = Aluminio

## REFERENCIAS

1. Consejo Nacional de Yeseros, "Manual técnico", 8.<sup>a</sup> edición, 2016, Capítulo 2: Directrices sobre materiales, págs. 5 a 8, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org)
2. ANSI/APSP – 11, "Estándares nacionales estadounidenses para la calidad del agua en piscinas y spas públicos", Apéndice A, Secciones A-1 a A-3, 2009. <http://apsp.org/standards/international-swimming-pool-spa-código.aspx>
3. ANSI/APSP – 5, "American National Standard for Residential Inground Swimming Pools", Apéndice A, Secciones A-1 a A-3, 2011.
4. Consejo Nacional de Yeseros, "Manual Técnico", 8.<sup>a</sup> Edición, 2016, Sección 7.6.1.5 – *Deterioro agua agresiva*, p. 25, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org).
5. Consejo Nacional de Yeseros, "Manual técnico", 8.<sup>a</sup> edición, 2016, Sección 7.6.1.6 – *Deterioro por lixiviación*, pp. 25 – 26, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org).
6. Consejo Nacional de Yeseros, "Manual Técnico", 8.<sup>a</sup> Edición, 2016, Sección 7.6.1.1 – *Ataque de químico Agresivo*, p. 27, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org).
7. S. A. Rodgers, G.W. Groves, N.J. Clayden y C. M. Dobson, "Un estudio de la hidratación del silicato tricálcico desde las etapas muy tempranas hasta las muy tardías", Actas del simposio, Microestructural Development Driving Hydration, of Cements, Materials Research Society, vol. 85, págs. 21 - 31.
8. Sidney Diamond, "Microestructura de pasta de cemento en hormigón, actas del simposio, desarrollo microestructural que impulsa la hidratación de los cementos", Materials Research Society, vol. 85, págs. 21 - 31.
9. Sidney Diamond, "Metodologías de mediciones de PSD (diámetro de tamaño de poro) en HCP (pasta de cemento hidratada): postulados, peculiaridades y problemas", Materials Research Society, Actas del simposio, 28 al 30 de noviembre de 1988, Pore Structure and Durability of Cementitious Materials, Volumen 137, octubre de 1989, págs. 83 a 89.
10. ACI 201.2R-08, Guía para concreto duradero, Sección 6.5.2 Mecanismos de ataque de ácido, Sección 6.5.3-Carbonación por contacto con agua, American Concrete Institute, 38800 Country Club Dr., Farmington Hills, Michigan, 48331, [www.concrete.org](http://www.concrete.org), pág. 27.
11. A. Delagrave, B. Gerard y J. Marchand, "Modelling the Calcium Leaching Mechanisms in Hydrated Cement Pastes", Materials Research Society, Actas del simposio, 27-30 de noviembre de 1995, Mechanisms of Chemical Deterioration of Cement-Based Systems, Volumen 144, Octubre de 1997, págs. 38 - 49.
12. The Association of Pool and Spa Professionals University, APSP Service Tech Manual, 4.<sup>a</sup> edición, V. 4.3, Unidad 3: Calidad del agua, Alexandria, Virginia, 2013.
13. Yue Li, Wei Guo y Hong Li, "Método para calcular el contenido de cemento en hormigón endurecido basado en la teoría de la carbonatación", ACI Materials Journal, abril de 2017, págs. 245 - 251.
14. Consejo Nacional de Yeseros, "Procedimientos de puesta en marcha de piscinas", 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org).
15. Consejo Nacional de Yeseros, Boletín técnico n.º 3: "Acabados interiores de piscinas y deterioro por grabado químico", 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, [info@npconline.org](mailto:info@npconline.org).
16. J. Thomas, H. Jennings, The Science of Concrete, Sección 5.1, Resumen del proceso de hidratación, Fig. 5-3, "Desarrollo típico del grado de hidratación y resistencia a la compresión de un cemento Portland tipo I a lo largo del tiempo", Northwestern University, Evanston, IL.