



Boletín Técnico #5

Cemento Blanco y Revestimiento de Piscinas

*Versión inicial: marzo 2018
Publicación de esfuerzo conjunto con la
Portland Cement Association (PCA)*

Enyesado de piscinas y cemento blanco

El cemento blanco que cumple con las normas ASTM C150, ASTM C595 o ASTM C1157 ("cemento blanco") se usa en yeso, concreto y materiales de mampostería para una variedad de aplicaciones arquitectónicas y decorativas. El cemento blanco se especifica en estas aplicaciones por su consistencia de color, apariencia y la capacidad de crear un material duradero similar a una roca. Comprender los conceptos básicos de la química del cemento y otros factores que afectan el color del concreto puede ayudar a reducir algunos conceptos erróneos sobre la decoloración de los materiales cementosos. El color es un tema de control de calidad importante en la industria del cemento blanco para lograr consistencia en el brillo y el tono (ver Figura 1). El color gris, que es común para la mayoría del cemento portland, se debe a los compuestos de óxido de hierro y manganeso presentes en el cemento. Sin embargo, para producir cemento blanco, se seleccionan materias primas que tienen niveles muy bajos de estos metales. Además, el proceso de cocción se controla para minimizar cómo esos metales se unen en la estructura del clinker, lo que mejora su blancura, consistencia y tono de color.



Figura 1

La química del cemento Portland

Si bien los cementos blancos ASTM C595 y ASTM C1157 se usan a menudo, la especificación estándar para cemento Portland ASTM C150 se usa aquí como ejemplo porque describe mejor las características químicas y físicas del cemento Portland. La designación de cemento más común en C150 es Tipo I, para uso normal o general. La Tabla 1 compara la química de dos cementos portland Tipo I típicos, uno gris y otro blanco, que tienen características similares. Una diferencia entre los cementos portland blanco y gris es que uno de los seis óxidos principales que describen su composición química es significativamente menor en el cemento blanco que en el cemento gris. El cemento blanco normalmente contiene 0,4 % o menos de óxido de hierro (Fe_2O_3) en lugar del 2,6 % del cemento portland gris ("cemento gris").

Como muestra la Tabla 1, cuatro compuestos químicos caracterizan el cemento portland: C_3S , C_2S , C_3A y C_4AF . La aluminoferrita de calcio, o C_4AF en notación abreviada, es el compuesto que más influye en el color del cemento. También conocida como la fase mineral de ferrita, C_4AF puede ser de color marrón claro, ámbar, marrón oscuro, marrón rojizo, marrón verdoso o casi negro. Las partículas de cemento suelen ser más pequeñas que 45 micrones (tamaño promedio alrededor de 10 a 15 micrones), por lo que son esencialmente polvos finos y actúan como pigmentos (Hime y Erlin 2008).

Type of portland cement	Chemical composition %						Loss on ignition, %	Na ₂ O eq	Potential compound composition %				Blaine fineness, M ² /kg	Color L Value**
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃			C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF		
White I	22.5	4.5	0.4	66.3	1.0	2.8	1.7	0.17	60	19	11	1	464	93.5
Gray I	20.5	5.4	2.6	63.9	2.1	3.0	1.4	0.61	54	18	10	8	369	54.0

Tabla 1. Composición química y compuesta, valor de color y finura de los cementos

* Los valores representan la media de las estadísticas combinadas. No se incluyen los cementos inclusores de aire. Adaptado de Gebhardt, Ronald F., "Survey of North American Portland Cements: 1994", en Cemento, hormigón y agregados, vol. 17, No. 2, ASTM, West Conshohocken, Pensilvania, diciembre de 1995, páginas 145-189.

**Los valores de color se basan en los valores de luminosidad (L*) de CIE Lab y son valores típicos probados para cemento blanco y gris.

Los cementos blancos son muy bajos en fases de ferrita porque están hechos con materias primas que tienen un bajo contenido de hierro. Mientras que la composición potencial del compuesto C₄AF suele ser de alrededor del 8 % o incluso más para el cemento gris, es solo del 1 % para el cemento blanco (consulte la Tabla 1). El color blanco del producto es directamente atribuible al bajo contenido de ferrita y manganeso.



Figura 2

Enyesado y coloración de piscinas

El cemento blanco se suele especificar para los enyesados de piscinas a fin de garantizar colores limpios, brillantes y uniformes, incluidos pasteles claros. Los colores son más brillantes e intensos porque el cemento blanco proporciona un color base neutro. Al combinar cemento blanco con pigmentos y agregados coloreados, y al variar los acabados superficiales, tratamientos y texturas, los acabados decorativos disponibles para los clientes se amplían considerablemente (ver Figura 2).

El color del yeso, concreto o mortero de cualquier material a base de cemento depende principalmente de la porción cementosa (cemento y cualquier material cementicio suplementario "SCM" que pueda usarse), así como del color del agregado fino. Cualquiera que busque colores dinámicos o acabados decorativos puede beneficiarse de los productos a base de cemento que utilizan exclusivamente

cemento blanco. El cemento blanco tiene todas las características de resistencia, tenacidad y estructura del cemento gris, pero los beneficios adicionales, como se enumeran anteriormente, son las principales consideraciones para su selección.



Los contratistas y diseñadores de enyesado confían en una cuidadosa selección de materiales y atención a los detalles de mezcla y colocación para lograr acabados llamativos.



Hidratación y color del cemento

Como se explicó anteriormente, los cementos blancos son blancos porque tienen un contenido de ferrita muy bajo. En cualquier cemento, las fases de ferrita (C_4AF) normalmente se vuelven de color más claro a medida que el cemento reacciona químicamente con el agua, un proceso llamado hidratación. Los aceleradores se utilizan para acelerar la hidratación en las mezclas de concreto colocadas durante el clima frío. Un acelerador común, el cloruro de calcio ($CaCl_2$), tiene un efecto retardador sobre la hidratación del compuesto C_4AF que contiene ferrita. Cuando se agrega $CaCl_2$ al concreto de cemento gris, retardará la hidratación de las fases de ferrita que pueden permanecer de color oscuro (Greening y Landgren 1966). Este efecto asociado al $CaCl_2$ no se aplica a las mezclas a base de cemento blanco. Hay muy poco riesgo de decoloración debido a la adición de cloruro de calcio a los materiales/mezclas a base de cemento blanco porque el cemento blanco casi no contiene ferrita. La investigación asociada con la decoloración C_4AF por parte de la Portland Cement Association se ha realizado exclusivamente en cemento gris y se analiza en varias de sus publicaciones.

El uso de cemento blanco para diversas aplicaciones es el tema de las publicaciones de PCA WC001, WC002 y WC003.

PRÁCTICA Y MATERIALES ÚNICOS DEL OFICIO DE ENYESADO

Agua de mezcla suplementaria

El proceso de agregar agua suplementaria sobre el agua de diseño de la mezcla se usa para combatir la absorción y evaporación del sustrato. Los materiales más gruesos como el hormigón mantienen un depósito de agua, mientras que los revestimientos cementosos delgados no lo hacen. Esta agua adicional no forma parte de la relación agua:cemento (a/c) de diseño y se agota (se elimina del sistema) durante la aplicación y antes del fraguado final.¹

Cloruro de calcio - Acelerador de fraguado

Para materiales cementosos que contienen refuerzo metálico o que tienen alguna estructura metálica incrustada dentro de ellos, los límites de CaCl_2 previenen el deterioro de la capa de pasivación alrededor del refuerzo metálico y la subsiguiente corrosión del refuerzo. Sin embargo, no hay un refuerzo de metal dentro de un revestimiento de acabado de piscina, por lo que el CaCl_2 no es dañino ni daña los acabados interiores de cemento para piscinas cuando se usa correctamente.²

El uso de CaCl_2 como acelerador de fraguado en cantidades que no excedan el 2 % del aglomerante cementoso no hace que el revestimiento de acabado sea débil o inferior, ni promueve el deterioro o el ataque químico de la superficie del acabado de la piscina.

Química del agua de la piscina

Una de las principales causas de deterioro del revestimiento de acabado en piscinas se debe a la química desequilibrada del agua. La buena química del agua, según APSP³ y NPC⁴, es la clave para prolongar la vida útil del revestimiento de acabado y preservar la belleza estética de la superficie del deterioro por grabado, la decoloración y la incrustación de sales minerales.

REFERENCIAS

Hime, William y Erlin, Bernard, Color, Color, Color, Concrete Construction, Hanley-Wood Media, Washington, DC, febrero de 2008, pág. 18.

Greening, NR, y Landgren, R., Surface Discoloration of Concrete Flatwork, reimpreso de Journal of the PCA Research and Development Laboratories, 8, No. 3, p. 34-50, RX203, Portland Cement Association, septiembre de 1966.

Miller, F. MacGregor; Poderes, Laura J.; Taylor, Peter C., Investigación de la decoloración de losas de concreto, SN2228, Portland Cement Association, 1999.

Taylor, Peter C.; Detwiller, Rachel J.; Tang, Fluvio J., Investigación de la decoloración de losas de concreto (Fase 2), SN2228b, Portland Cement Association, 2000.

¹ *Manual técnico de NPC, 8.ª edición*, sección 4.1, Consejo Nacional de Yeseros, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, info@npconline.org

² *Manual técnico de NPC, octava edición*, sección 2.6.1, Consejo Nacional de Yeseros, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, info@npconline.org

³ *Association of Pool & Spa Professionals, ANSI/APSP/ICC -5*, Apéndice A, 2111 Eisenhower Avenue, Alexandria, VA 22314, www.apsp.org, Consejo Nacional de Yeseros, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, info@npconline.org

⁴ *Manual técnico de NPC, 8th Edition*, Section 7.6.1.1, Consejo Nacional de Yeseros, 1000 N Rand Road, Suite 214, Wauconda, IL 60084, info@npconline.org