

# El <sup>Hormigon</sup> Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 38 - Concreto Permeable

### ¿QUÉ es el concreto permeable?

El concreto permeable es un tipo especial de concreto con una alta porosidad, usado para aplicaciones en superficies de concreto que permita el paso a través de él de agua proveniente de precipitación y otras fuentes, reduciendo la escorrentía superficial de un sitio y recargando los niveles de agua subterránea. La alta porosidad se obtiene mediante un alto contenido de vacíos interconectados. Normalmente el concreto permeable tiene pocos o no tiene agregados finos y tiene la suficiente cantidad de pasta de cemento para cubrir las partículas de agregado grueso preservando la interconectividad de los vacíos. El concreto permeable es usado tradicionalmente en áreas de estacionamiento, áreas con poco tráfico, pasos peatonales e invernales. Es una importante aplicación para la construcción sostenible.

### ¿POR QUÉ utilizar el Concreto Permeable?

La utilización correcta del concreto permeable es una práctica de Gerencia reconocida por la Agencia Americana de Protección del Ambiente (EPA por sus siglas en inglés) para proveer un control de polución "first-flush" y lograr controlar está y manejar el agua de lluvia. Debido a las regulaciones que limitan la escorrentía superficial del agua de lluvia, cada vez resulta más costoso para los propietarios desarrollar proyectos de bienes raíces, debido al tamaño y el gasto que implican los sistemas de drenaje. El concreto Permeable reduce la escorrentía superficial en áreas pavimentadas, reduciendo así la necesidad de lagunas separadas de retención de agua de lluvia y permite el uso de un alcantarillado de menor capacidad. Esto permite a los propietarios desarrollar áreas de mayor tamaño a un costo menor. El concreto permeable también filtra de manera natural el agua de lluvia y reduce las cargas de polución que puedan entrar en los arroyos, lagunas y ríos. El concreto permeable funciona como una laguna de retención de agua de lluvia y permite que el agua de lluvia se infiltre en la tierra sobre un área mayor, facilitando la recarga de los suministros de agua subterránea localmente. Todos estos beneficios llevan a un uso más efectivo de la tierra.

El Concreto permeable puede de igual manera reducir el impacto del desarrollo en los árboles. Un pavimento de Concreto permeable permite la transferencia de agua y aire a los sistemas de raíces dejando que los árboles florezcan incluso en las áreas altamente desarrolladas.

El Concreto permeable permite la infiltración del agua de lluvia



Figura 1: El Concreto Permeable permite la percolación de aguas lluvias.

### ¿CÓMO se instala el pavimento de Concreto Permeable?

Se requiere de un instalador experimentado para el éxito de los pavimentos con concreto permeable. Tal como sucede con cualquier pavimento de concreto, es muy importante la preparación de la base. La base debe estar correctamente compactada para poder lograr una superficie uniforme y estable. Cuando el pavimento permeable se coloca directamente en suelos arenosos o con grava se recomienda compactar la base entre 92 y 96% de la densidad máxima (ASTM D 1557). En el caso de suelos arenosos o con arcilla, el nivel de compactación dependerá de las especificaciones del diseño del pavimento y debe colocarse una capa de piedra de gradación abierta sobre el suelo. Se utilizan telas o tejidos de ingeniería para separar suelos de grano fino de la capa de piedra. Debe tenerse cuidado para no sobrecompactar el suelo con potencial de expansión. Debe humedecerse la base antes de colocar el concreto, y las vías con tráfico de construcción deben ser barridas con rastrillo y recompactadas. El humedecimiento de la base evita que el Concreto permeable se asiente y se seque rápidamente.

Típicamente el concreto permeable contiene una relación agua vs. Materiales cementantes (w/cm) de 0.35 a 0.45 con un contenido de vacíos de 15 a 25%. La mezcla esta compuesta por

materiales en base a cemento, agregado grueso y agua con poco o ningún agregado fino. Al añadir una pequeña cantidad de agua al agregado fino, se reduce el contenido de vacíos y aumenta la resistencia deseada en ciertas situaciones. Este material es sensible a los cambios en el contenido de agua, de tal manera que se requiere un ajuste de la mezcla fresca en el sitio. La cantidad correcta de agua en el concreto es fundamental. Gran cantidad de agua causa segregación, y poca agua producirá la formación de pelotas en la mezcladora y una descarga muy lenta. Un muy bajo contenido de agua también puede impedir el curado apropiado del concreto y induciría a una falla superficial prematura. Una mezcla correctamente proporcionada da una apariencia húmedo-metálica o brillo.

Un pavimento de Concreto permeable puede colocarse con formaletas fijas o con formaleta deslizante. La mejor manera de colocar el Concreto permeable es en formaletas sobre el terreno, las cuales tienen una tira en la parte superior de la formaleta, de tal manera que se pueda retirar el dispositivo de 3/8-1/2 in. (9 a 12 mm) colocado sobre la elevación final del pavimento. El corte puede ser por vibración o manual, sin embargo se prefiere el método por vibración. Luego de cortar el concreto, las tiras son removidas y el concreto es compactado manualmente con un rodillo que une las formaletas. El rodillo consolida el concreto fresco para permitir un enlace fuerte entre la pasta y el agregado, y generar una superficie de rodadura suave y transitable. Debe evitarse una presión excesiva al utilizar el rodillo ya que los vacíos pueden colapsar. La aplicación del rodillo debe hacerse inmediatamente después del corte.

La modulación de juntas de Concreto Permeable sigue las mismas reglas que para las losas de concreto apoyadas sobre el suelo, con algunas excepciones. Con menos cantidad de agua en el concreto fresco, se reduce la contracción del material endurecido significativamente, por lo tanto, los espacios entre juntas pueden ser más anchos. Los criterios de modulación de juntas, sin embargo, permanecen iguales (Ver CIP 6). Las juntas en el concreto permeable son elaboradas con una herramienta de juntas tipo rodillo. Este permite que las juntas puedan cortarse en poco tiempo, y también permite que el curado continúe de manera ininterrumpida. Un curado adecuado es esencial para la integridad estructural del pavimento de concreto permeable. El curado asegura una hidratación suficiente de la pasta de cemento para brindar la resistencia necesaria en la sección de pavimento para prevenir la fisuración. El curado debe comenzar dentro de los 20 minutos siguientes a la colocación del concreto y continuar por 7 días. Se utilizan láminas plásticas para curar los pavimentos de Concreto permeable.

## ¿CÓMO probar e inspeccionar el pavimento de Concreto Permeable?

El concreto permeable puede ser diseñado para obtener una resistencia a la compresión entre 400 psi y 4.000 psi (2.8 y 28 MPa), sin embargo las resistencias de 600 psi a 1.500 psi (2.8 a 10 MPa) son más comunes. El Concreto Permeable, sin embargo, no se especifica o acepta en base a la resistencia. Un punto aun más importante para el éxito de un pavimento permeable es el contenido de vacíos. La aceptación se basa normalmente

en la densidad (peso unitario) del pavimento en el sitio. Una tolerancia aceptable es de más o menos 5 lb/cu.ft. (80 kg/m<sup>3</sup>) de la densidad de diseño. Esto debe ser verificado a través de mediciones en campo. La densidad fresca (peso unitario) del Concreto permeable se mide utilizando el método "jigging" descrito en la norma ASTM C 29. Las pruebas de asentamiento y contenido de aire no se aplican al concreto permeable. Si el pavimento de concreto permeable es un elemento del plan de manejo del agua de lluvia, el diseñador debe asegurarse que este funcione correctamente a través de una observación visual de las características de drenaje, antes de abrir la instalación. Han surgido preguntas acerca de la durabilidad del concreto permeable al hielo y deshielo. A pesar de que casi toda la experiencia es en climas cálidos, recientemente han surgido proyectos de concreto permeable en climas fríos. Al concreto permeable en ambientes de congelamiento no se le debe permitir que se sature completamente. La saturación del pavimento de Concreto permeable instalado puede prevenirse colocando el Concreto permeable en capas densas de 8 a 24 pulgadas (200 a 600 mm) de base de piedra de gradación abierta. Pruebas y ensayos de laboratorio muestran que el aire incorporado puede mejorar la durabilidad al hielo y deshielo, aun cuando el concreto permeable este en una condición de saturación total. Sin embargo, el contenido de aire incorporado no puede verificarse mediante ningún procedimiento de prueba standard ASTM.

La EPA recomienda una limpieza habitual del pavimento de concreto permeable para prevenir obstrucciones. Esta limpieza puede realizarse mediante un barrido al vacío o mediante un lavado a alta presión. A pesar de que el concreto permeable y el suelo subyacente tengan excelentes capacidades de filtración, es posible que no se logre eliminar todos los contaminantes. En situaciones críticas, para preservar la calidad del agua subterránea se recomiendan ensayos al agua lluvia.

## Referencias

1. Pervious Pavement Manual, Florida Concrete and Products Association Inc., Orlando, FL. <http://www.fcpa.org>.
2. Richard C. Meininger, "No-Fines Concrete permeable for Paving," Concrete International, Vol. 10, No. 8, August 1988, pp. 20-27.
3. Storm Water Technology Fact Sheet Porous Pavement, United States Environmental Protection Agency, EPA 832-F-99-023, September 1999. [www.epa.gov/npdcs](http://www.epa.gov/npdcs)
4. Recommended Specifications for Portland Cement Pervious Pavement, Georgia Concrete and Products Association, Inc. Tucker, GA, [www.gcpa.org](http://www.gcpa.org)
5. Concrete permeable Pavement – A Win-Win System, Concrete Technology Today, CT 032, August 2003, Portland Cement Association, Skokie, IL, <http://www.cement.org>
6. ASTM D1557-00, "Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort," Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, ASTM International, West Conshohocken, PA, [www.astm.org](http://www.astm.org)
7. Concreto permeable, ACI 522R Report, (under review), ACI International, Farmington Hills, MI, <http://www.concrete.org>.

