

> Dr. José Mora Ruacho, Dr. Adán Pinales Munguía y  
Dr. Fernando Astorga Bustillos  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,  
FINGUACH. Año 4, Núm. 14, diciembre 2017- febrero 2018

# Recarga de acuíferos con estructuras de concreto permeable



El nivel de impacto medioambiental en la construcción de estructuras de concreto puede convertirse en una ruptura en los procesos ecológicos si no se considera un mejoramiento apropiado en el material. Algunos de los aspectos más relevantes en zonas urbanas y rurales es considerar el Área Superficial Impermeable (ASI). Algunos ejemplos del ASI en estructuras de rodamiento pueden ser: caminos pavimentados, banquetas, pisos de estacionamientos u otras estructuras construidas por el hombre. Para tales estructuras un incremento en el factor ASI dificultaría el intercambio de calor y humedad con el aire circundante; por lo que la temperatura y humedad de la superficie en grandes ciudades no podría equilibrarse. Aún más, el ciclo hidrológico pudiera verse afectado causando la reducción de la recarga de sus acuíferos, aguas de escorrentía sobre la superficie e inundaciones, dado que la cantidad de agua que permanece sobre la superficie en tales estructuras resulta en esas zonas con mayores índices de ASI que aquellos para áreas naturales.

Para fines meramente pragmáticos, por definición entendemos que un concreto permeable o poroso es un tipo especial de concreto que se caracteriza por una alta porosidad dada por su ausencia total o parcial de agregado fino y cuyo fin último es ser aplicado en superficies de concreto que permita el paso a través de éste del agua proveniente de precipitaciones pluviales u otras fuentes reduciendo el escurrimiento superficial y recargando los niveles de agua en los acuíferos. Esta alta porosidad se obtiene mediante un alto contenido de vacíos interconectados entre sí.

Si bien se ha dicho, es que normalmente el concreto permeable tiene pocos o una ausencia total de agregado fino y posee la suficiente cantidad de pasta de cemento para cubrir las partículas de agregado grueso preservando la interconectividad de los vacíos y proporcionar suficiencia mecánica de resistencia.

## Razón de ser

En el tiempo y en el espacio el uso correcto del concreto permeable es una práctica ya de carácter común en muchos países que comienzan a tomar en cuenta las relaciones del entorno para la protección del medio ambiente. Debido a ciertas limitaciones de orden local para cada país respecto a la limitación de escurrimientos superficiales del agua de lluvia cada vez resulta más costoso para los grupos de personas desarrollar proyectos de bienes raíces debido al tamaño y el gasto que implican los sistemas de drenaje. El concreto permeable entonces, reduce los escurrimientos superficiales en áreas pavimentadas, reduciendo así la necesidad de lagunas separadas de retención de agua de lluvia, permitiendo así el uso de un alcantarillado de menor capacidad. Todos estos beneficios llevan a un uso más efectivo de la tierra. (Figura 1).



**Figura 1.** El concreto permeable resulta que se lleva bien con el medio ambiente

### Puesta en obra de un concreto permeable

Como en cualquier otra estructura no se puede prescindir ni de un operador no experimentado ni de cualquier equipo no adecuado para el éxito de los pavimentos con concreto permeable.

Típicamente el concreto permeable contiene una relación agua/materiales cementantes ( $w/cm$ ) de 0.35 a 0.45 con un contenido de vacíos de 15 a 25 %. La mezcla está compuesta por materiales con 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 para 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 apelmazamiento en la mezcladora y una descarga muy lenta. Un bajo contenido de agua también puede impedir el curado apropiado del concreto e inducirá a una falla superficial prematura. Aquella mezcla proporcionada correctamente da una apariencia húmeda-metálica o brillante.

El curado debe comenzar dentro de los 20 minutos siguientes a la colocación del concreto y continuar por siete días. Se utilizan plásticos para curar los pavimentos de concreto permeable (Figura 2).



**Figura 2.** Curado del concreto permeable

### Pruebas e inspección de concreto permeable

El concreto permeable puede diseñarse para obtener una resistencia a la compresión entre 3 y 30  $N/mm^2$ , sin embargo las resistencias 3 a 10  $N/mm^2$  son las más comunes. El concreto permeable no se especifica o acepta con base a la resistencia. Un punto aún más importante para el éxito de un pavimento permeable es el contenido de vacíos. La aceptación se basa normalmente en la densidad del pavimento en el sitio. Una tolerancia aceptable es de más o menos 80  $kg/m^3$  de la densidad de diseño. Esto debe verificarse a través de mediciones en campo.

La EPA (Agencia de Protección Ambiental) 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 de lluvia.

### Conclusiones

El paradigma o arquetipo mostrado como solución a la recarga indirecta o directa de las aguas superficiales hacia los acuíferos es satisfactorio desde el punto de vista del material, pero a la vez presenta el reto difícil de mover y llegar a buen juicio para todos aquellos demás elementos involucrados en el proceso hidrológico que lleven a un beneficio global. La relación entre el hidrólogo y el constructor debe encontrar su justo equilibrio en el tiempo y espacio para dar cabida a las mejoras de sustentabilidad que la sociedad reclama de manera urgente.

### Referencias

- C.J. Vörösmarty, P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C.R. Liermann, P.M. Davies, (2010). *Global threats to human water security and river biodiversity*, *Nature*. 468 334–334. doi:10.1038/nature09549.
- Pervious Pavement Manual, Florida Concrete and Products Association Inc., Orlando, FL. <http://www.fcpa.org>.
- Richard C. Meininger, (1998). "No-Fines Concrete permeable for Paving," *Concrete International*, Vol. 10, No. 8, pp. 20-27.
- Recommended Specifications for Portland Cement Pervious Pavement, Georgia Concrete and Products Association, Inc. Tucker, GA, [www.gcpa.org](http://www.gcpa.org)
- 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)
- Pervious Concrete, ACI 522R Report, (under review), ACI International, Farmington Hills, MI, <http://www.concrete.org>.