

**intromac**

**Jornada Técnica**

**Pavimentos de hormigón en entornos urbanos y de edificación**

# PAVIMENTOS DRENANTES

Organizan



Patrocinan



Colaboran



Cáceres, 6 de Marzo de 2015

# Índice

1. Introducción
2. Firmes permeables
3. Hormigón poroso
4. Diseño
5. Construcción
6. Mantenimiento
7. Aplicaciones
8. I+D+i

# 1. Introducción

□ La construcción de ciudades modernas implica grandes extensiones de **superficies impermeables** que:

- Alteran el **ciclo natural** del agua.
- Aumentan la **temperatura**.
- Incrementan la **acumulación y flujo** de **agua** en **superficie** desbordando la capacidad de los sistemas de drenaje.
- Permiten el transporte de **residuos contaminantes** y **agua a temperaturas elevadas** que ingresan a los **ecosistemas** vulnerando la calidad de vida a todos los niveles.



*Desarrollo de bajo impacto (S. Arango)*

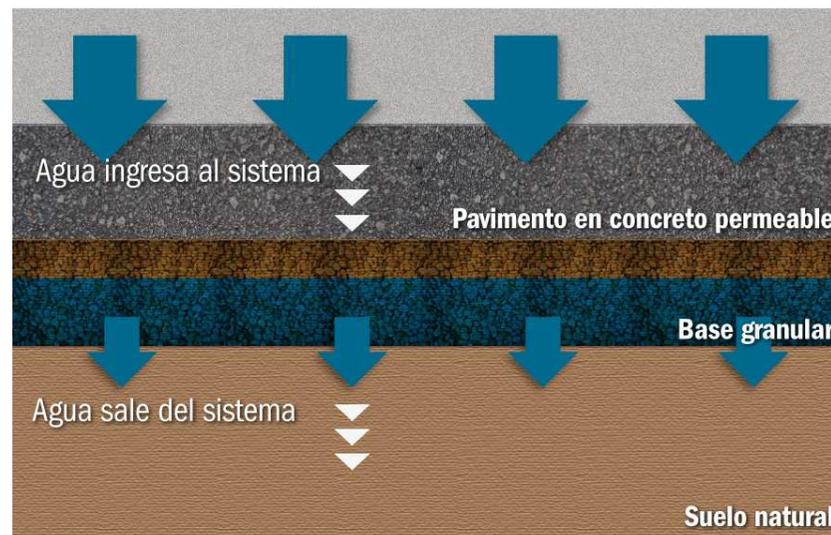


**FIRMES PERMEABLES: parte de una solución integral sostenible y de bajo impacto**

## 2. Firmes permeables

### □ Firmes permeables:

- Subconjunto importante dentro de los **SUDS** (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible).
- Secciones compuestas de varias capas de materiales de construcción que permiten el paso del agua a través suyo desde la superficie hasta la explanada.
- Ofrecen capacidad portante necesaria para resistir un tráfico determinado.

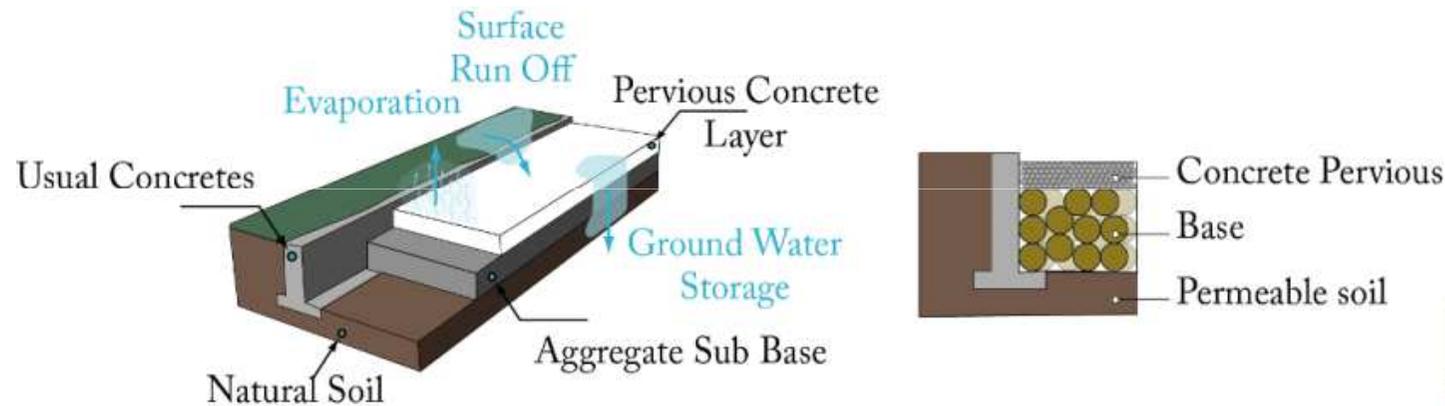


*Esquema de estructura típica y funcionamiento de un pavimento permeable de hormigón (S. Arango)*

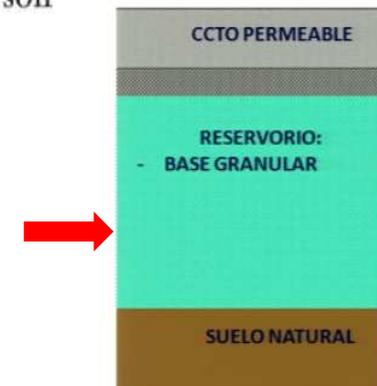
## 2. Firmes permeables

### □ Clasificación en función del destino final del agua:

- Firmes permeables **con infiltración**: permiten la infiltración al terreno del agua con el objetivo de permitir la recarga de las reservas naturales de aguas subterráneas.

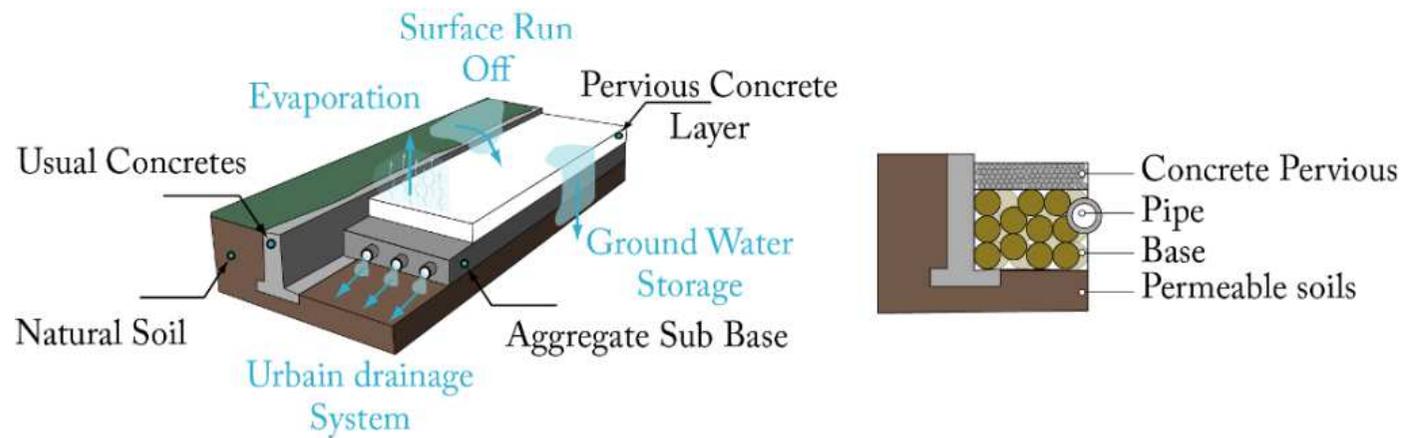


- Firmes permeables **con almacenamiento**: permite el almacenamiento de un determinado volumen de agua en la capa subbase con el objetivo de su reutilización en usos no potables.



## 2. Firmes permeables

- Firmes permeables **con drenaje diferido**: cuentan con un sistema de drenaje subterráneo con tuberías permeables con el objetivo de retardar el flujo de agua pluviales, laminando las puntas de caudal en los sistemas de saneamiento a los que están conectados.



## 2. Firmes permeables

### □ Clasificación en función del tipo de pavimento permeable:

- Firmes permeables con pavimentos permeable **discontinuos**.
- Firmes permeables con pavimentos permeables **continuos**.

### □ Pavimentos permeables discontinuos:

- **Césped poroso** o **grava con refuerzo**.
- **Adoquines** con ranuras o juntas abierta.

### □ Pavimentos permeables continuos:

- **Mezcla bituminosa porosa**.
- **Hormigón poroso**.

*Césped poroso y adoquines (J. Rodríguez)*



*Mezcla bituminosa porosa y hormigón poroso (J. Rodríguez)*

## 3. Firmes permeables

### ▪Ventajas pavimentos de hormigón poroso

#### **Medioambientales**

- Prevención de inundaciones.
- Recarga de los acuíferos.
- Depuración natural de la escorrentía superficial.
- Reducción del efecto isla de calor.
- Permite el paso de agua y oxígeno a las raíces de los arboles

#### **Sociales:**

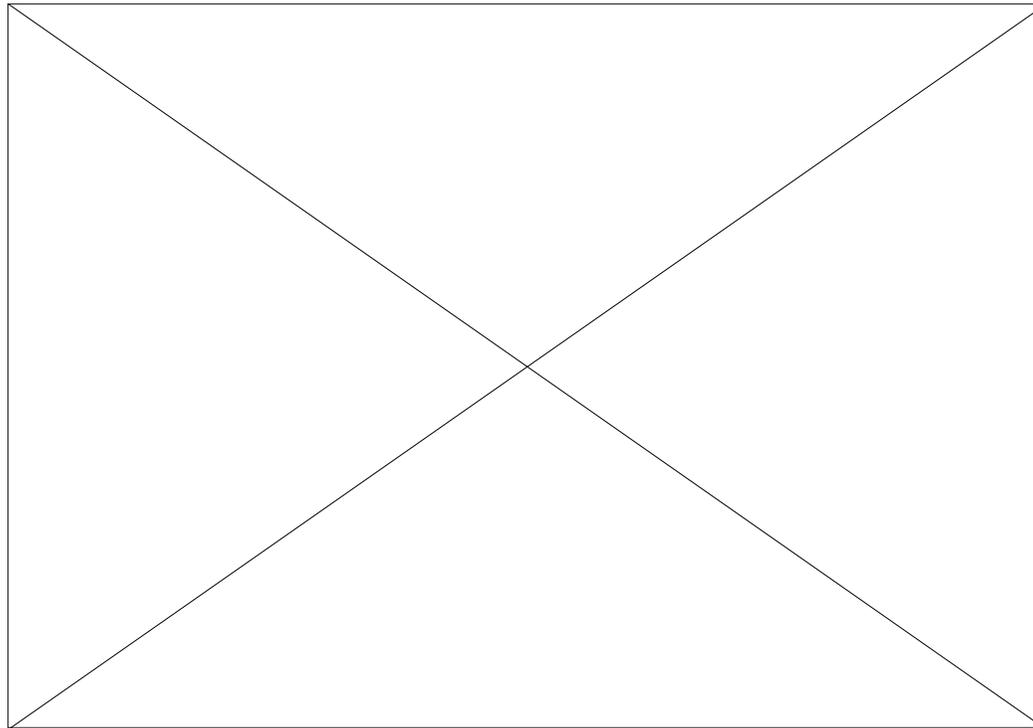
- Mejoras estéticas.
- Aumento de seguridad.
- Aumento de comodidad

#### **Económicas:**

- Menor coste de ejecución.
- Puesta en obra rápida y cómoda para grandes superficies.

## 3. Firmes permeables

- Prueba de infiltración de un tramo de pavimento de hormigón poroso



# 3. Hormigón poroso

Hormigón sin o con poca cantidad de finos en su composición. Presenta suficientemente cantidad de pasta para cubrir y unir los áridos creando un sistema altamente permeable, de huecos interconectados (15%-25%) que permiten el paso del agua o el aire.



*Hormigón poroso con diferentes cantidades de agua , (izq..) demasiado poco agua (centro) cantidad apropiada de agua (dcha.) demasiada agua.*

*Hormigón poroso estado endurecido*

## ■ Propiedades en estado fresco

- En general consistencia menor que los hormigones tradicionales.
- Control de calidad mediante densidad .
- Trabajabilidad inferior a los hormigones tradicionales. Aditivos que extiende este tiempo de trabajabilidad.

# 3. Hormigón poroso

## ■ Propiedades en estado endurecido

### Densidad y porosidad:

- Propiedades y proporciones de los materiales.
- Procedimiento de compactación.
- 1.600-2.000 kg/m<sup>3</sup> (rango de hormigones ligeros).

### Resistencia a compresión y flexión:

- Propiedades y proporciones de los materiales.
- 1 MPa-3,8 MPa
- 3,5 Mpa-28 Mpa
- Testigos mejor medida.

### Retracción:

- Se desarrolla antes pero menor que un hormigón convencional.
- Propiedades y proporciones de los materiales.
- Muchos sin juntas de dilatación.

### Permeabilidad:

- Materiales y procedimiento de colocación.
- Flujo de agua de 120 l /m<sup>2</sup>/min a 320 l /m<sup>2</sup>/min.



*Ensayo con permeámetro de carga variable (J. Castro)*

# 3. Hormigón poroso

## ▪Durabilidad

### Hielo-deshielo:

- Depende de la saturación de los huecos en el momento en que empieza la congelación.
- Características rápidas de drenaje parecen evitar que la saturación ocurra.
- Nieve se descongela más rápidamente.

### Resistencia a los sulfatos:

- Más susceptibles que los hormigones convencionales.
- Hormigones permeables se pueden utilizar en suelo o aguas subterráneas con presencia de sulfato han de asilarse.

### Resistencia a la abrasión:

- Problemática sobre todo en zonas donde se utilizan máquinas quitanieves.
- Áridos sueltos en las primeras semanas de apertura reduciéndose raveling con el paso del tiempo.
- Técnicas apropiadas de compactación y curado evitará el raveling.

## 4. Diseño

□ Factores que determinan de los pavimentos de hormigón poroso:

- Consideraciones **Hidrológicas**.
- Consideraciones **Estructurales**.

### Hidrológicas:

- Lluvia
- Permeabilidad
- Capacidad de almacenamiento
- Subbase
- Explanada

### Estructurales:

- Subbase y la explanada.
- Suelos arcillosos y expansivos.
- Juntas de dilatación.



Suelos arenosos, directo sobre el suelo compactado.



▪ Suelos poco permeables.

## 6. Construcción

### ▪ Puesta en obra

- Mismas técnicas de colocación que el hormigón convencional.
- El hormigón drenantes no se puede bombear.
- Antes de la colocación la preparación y forma de la subbase debe ser chequeada.
- Recomienda ensayos densidad en fresco para controlar la carga de cada carga.
- Colocación continua y extendido y enrasado rápido.
- Encofrado convencional.
- Reglas vibratoras o reglas manuales (estas últimas puede causar desgarros en la superficie si la mezcla es muy rígida).



*Colocación del hormigón y extendido con regla vibratora (R. Banka)*

## 6. Construcción

### ■ Consolidación

- Consolidación generalmente con rodillo.
- No retrasar consolidación debido al rápido endurecimiento.
- Consolidación dentro de los 15 minutos después de su puesta en obra.



*Antes (izquierda) y después de compactación (R. Banka)*



*Compactación de hormigón poroso con rodillo de acero (R. Banka)*

# 6. Construcción

## ▪ Acabado

NO EXISTE EL PROCESO DE ACABADO EN LOS PAVIMENTOS DRENANTES ESTO MEJORA LA TRACCIÓN

## ▪ Juntas

- Mayor separación que las juntas.
- Ejecución de las juntas poco después de la consolidación.
- Técnica “pizza cutter” o regla de acero a la profundidad requerida con un martillo.
- La sierra de corte es posible pero puede bloquear algunos huecos e incrementar el raveling.
- Algunos pavimentos sin juntas ya que no son necesarias por estética por integridad estructural.



*Junta de rodamiento, pizza cutter (R. Banka)*

# 6. Construcción

## ▪ Curado

La estructura abierta y la superficie relativamente rugosa del hormigón permeable hace aún más esencial el curado que el hormigón convencional.

- Alta propensión a agrietamiento por contracción plástica.
- Curado comienza antes de la colocación del hormigón humedeciendo el suelo.
- Láminas de plástico aseguradas con madera o estacas y no con arena.
- Altas temperaturas y condiciones de viento efectos más pronunciado respecto a los convencionales.



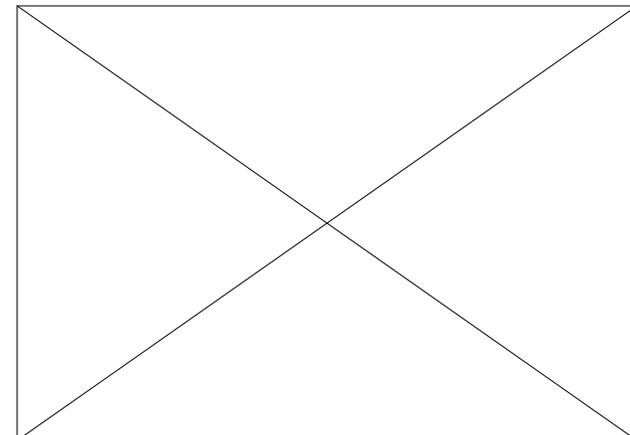
*Pavimento de hormigón cubierto con lona de plástico (R. Banka)*

## 7. Mantenimiento

- Funcionan bien con poco o nulo mantenimiento.
- Consiste principalmente en prevenir la obstrucción de los huecos.
- Ubicación debe presentar un entorno evitar el flujo de materiales en la superficie.
- Suelo, rocas, hojas y otros residuos pueden infiltrarse e impedir el flujo del agua y disminuir la utilidad del pavimento.
- Materiales de jardinería no deben ser dispuestos incluso temporalmente.

### Métodos:

- Aspirar cada año o más a menudo puede ser necesario par eliminar los residuos de la superficie
- Lavado a presión restaura a veces el 80% a 90% de la permeabilidad.
- Practicas de mantenimiento están en desarrollo.



## 8. Aplicaciones

### ▪ Andenes



*Oregon zoo sidewalk, Portland, OR (P. Davis)*

### ▪ Sendero



*Miller Park in Fair Oaks, CA, (A. Youngs)*

# 8. Aplicaciones

## ▪ Aparcamientos



*Finley Stadium parking lot, Chattanooga, TN  
(L. Tiefenthaler)*

## ▪ Accesos



*Imperial Beach Sports Park, CA (D. Akers)*

## 8. Aplicaciones

### ▪ Vías



*Storage facility lot, Mt. Angel, OR (R. Banka)*

### ▪ Acceso



*Colored pervious concrete walkway, Bainbridge Island, WA (G. McKinnon)*

# 8. Aplicaciones

## ▪Vía urbanas



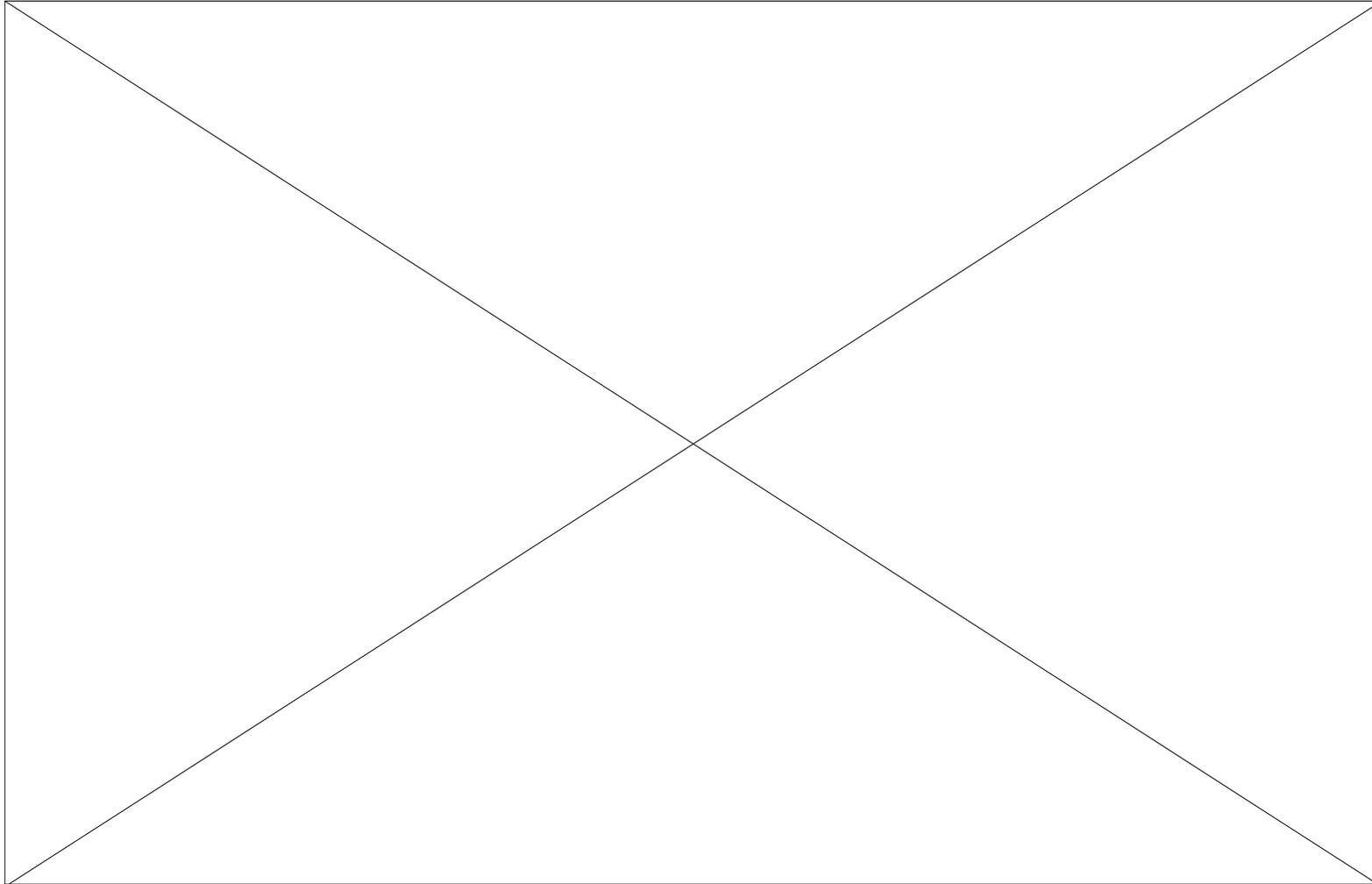
*Avenida Moctezuma, en Guadalajara, M.Valle*

## ▪Parking



*Large concrete parking lot, Buford, GA*

## 8. Aplicaciones



## 9. I+D+i

# LIFE Sludge4Aggregates (S4A)

Valorización de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales y del proceso productivo de áridos para la obtención de áridos ligeros



LIFE+ Environment Policy  
and Governance  
LIFE12 ENV/ES/123



Centro Tecnológico AITEMIN



Universidad de Castilla - La Mancha



Arcillas Refractarias, S. A.  
(ARCIRESA)



INTROMAC



Ayuntamiento de Cáceres

Pavimentos  
drenantes

Cáceres, 6 de Marzo de 2015



---

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN