

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO - HYDROMEDIA™

Efficient Building™ system





This system contributes to

creating **buildings** that are

Long lasting
Efficient
Responsive
Autonomous
Affordable
Easy to build
Robust
Transparent
Connected

and **cities** characterized by

Preparation
Diversity
Biodiversity

CONTENIDO

Página

1. Introducción	2
2. Proyectos de referencia	3
3. Descripción Técnica	5
4. Rendimiento del sistema	8
5. Puesta en obra	9
6. Impacto ambiental	10
7. Análisis de coste	11
8. Contributions to buildings and cities	12
9. Otros recursos	13

DICCIONARIO

- **COMPACTIBILIDAD:** La compactibilidad de hormigón está directamente relacionada con la consistencia del hormigón fresco. Dependiendo de la consistencia se requiere un esfuerzo mayor o menor de compactación de hormigón fresco.
- **EFECTO ISLA DE CALOR:** Un patrón de temperaturas elevadas en las zonas urbanas causadas por los flujos de calor estructurales, del pavimento y de las emisiones contaminantes en comparación con las zonas rurales.
- **HYDROMEDIA™:** Un tipo de hormigón con una porosidad de 20% a 35%, lo que permite que el agua pase directamente a través de ella. Es una solución ideal que la oferta de Lafarge para la superficie y la gestión de aguas pluviales.
- **POROSIDAD:** La porosidad es la relación entre el volumen de poros y el volumen sólido en una muestra de hormigón. No todos los poros se eliminan en la compactación.
- **ROBUSTEZ:** Capacidad para soportar las tensiones, presiones o cambios en el procedimiento o las circunstancias.
- **EMITANCIA TÉRMICA:** La emitancia térmica (c) describe la velocidad a la que una superficie irradia energía lejos de sí mismo en comparación con una operación de cuerpo negro a la misma temperatura. Se facilita el enfriamiento radiactivo y ayuda a mantener baja la temperatura de superficie.

APLICACIONES

▪ Este sistema se utiliza normalmente para:

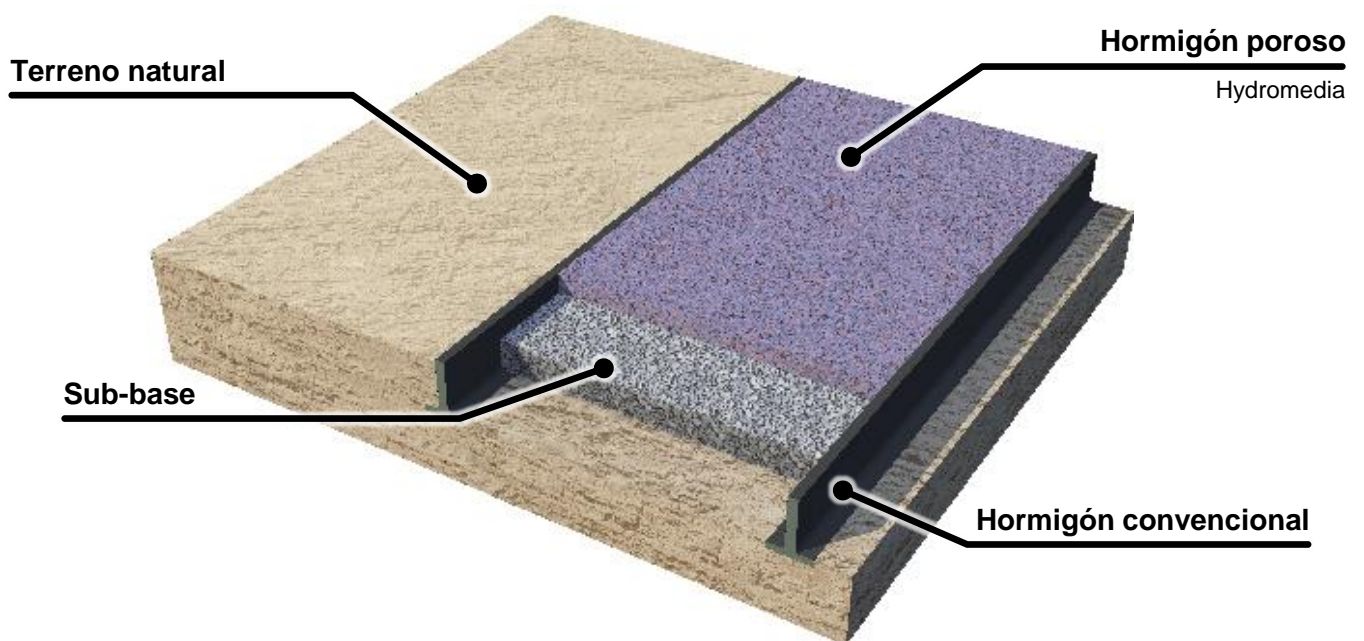
- Aparcamientos
- Caminos y aceras
- Edificios sostenibles
- Bordos de piscinas
- Medianas y arceles
- Cubiertas (ver EBS específico)

1. Pavimentos de hormigón poroso - Hydromedia

La rápida urbanización está aumentando el uso de superficies impermeables. Las superficies típicas de calzadas y aceras con canaletas y conducciones que están directamente conectadas a las redes de drenaje causan las tasas instantáneas de agua de alimentación. Esto hace que el agua de escorrentía de difícil manejo y aumenta el riesgo de inundaciones repentinas en las zonas de riesgo.

Se establece un sistema en superficie, que integra el hormigón permeable, permitiendo la infiltración de agua de lluvia y proporcionar un método económico para almacenar el agua de escorrentía (a través de todo el sistema, ver más abajo), este sistema con el tiempo repone los niveles de agua subterránea.

Nuevo producto de Lafarge **Hydromedia™** mejora el rendimiento de dicho sistema.



VENTAJAS

- Reducción del agua de escorrentía
- Reducción del efecto isla de calor
- Facilidad de colocación
- Aspecto estético

p.8

p.8

p.8

p.8

2. Proyectos de referencia



Centennial College:

- Parque Público en Toronto, Canadá
- El proyecto se inicio en mayo 2012
- Volumen de hormigón: 1300 m³

¿Por qué Hydromedia™?

Los arquitectos requerían una superficie que cumpliera con los requisitos de LEED para la gestión de las aguas pluviales y de un color ligero para ayudar a reducir el Efecto Isla de Calor.

Pista deportiva

- Superficie: 800 m²
- Con Hydromedia existe la posibilidad de colorear la superficie final dando un aspecto estético

¿Por qué Hydromedia™?

Las pistas deportivas necesitan un alta planimetría y deben evitar la acumulación de agua en cualquier zona del mismo. Por esto Hydromedia es ideal para este tipo de pavimentos.



Lafarge Technical Center

- Lafarge Technical Center, Canadá
- Construido en Abril 2011
- **Volumen de hormigón:**
Aproximadamente 24 m³ de **Hydromedia™**

3. Descripción Técnica



Sistema permeable Hydromedia™

Resumen del sistema

El sistema consta de hormigón poroso en la parte superior de una sub-capa de áridos. El hormigón poroso permite drenar el agua de lluvia desde la superficie hasta el suelo ya sea directamente o mediante tubos.

El sistema proporciona una alternativa simple y económica para los sistemas de drenaje complejos. Además, el color del pavimento de hormigón absorbe la luz y almacena menos calor de la radiación solar en comparación con los materiales más oscuros, tales como asfalto convencional, reduciendo así el efecto isla de calor.

El hormigón permeable se obtiene mediante la eliminación de la arena y la elección de la estructura de áridos correcta.

Superficies porosas y certificación

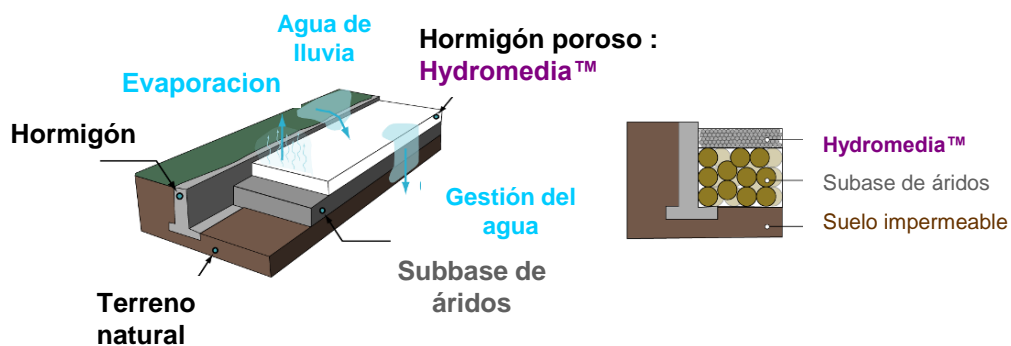
En los Estados Unidos, las nuevas normativas han hecho del hormigón poroso una solución viable para la gestión de las aguas pluviales. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) reconoce el uso del hormigón permeable como la mejor práctica para ayudar al diseño del tratamiento de agua de lluvia.

La ejecución de pavimento permeable ayuda a obtener créditos para los sistemas de certificación: LEED y BREEAM.

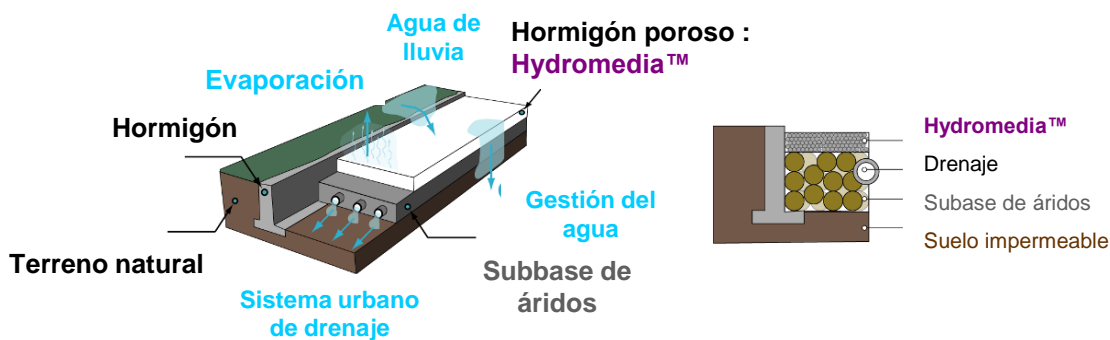
Sistemas Hydromedia™

El diseño de sistemas porosos con **Hydromedia™** dependerá del uso final de la superficie y los requisitos de diseño del proyecto; se muestran los tres sistemas típicos para ayudar a controlar el agua de escorrentía

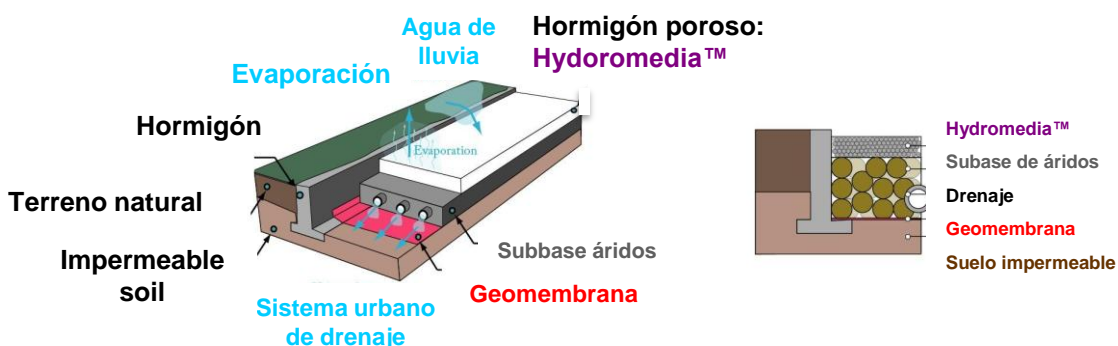
- **Sistema A** es un sistema permeable que permite la infiltración de agua en el suelo para reponer el agua subterránea. Este sistema no se recomienda en lugares con altos riesgos de contaminación.
- **Sistema B** representa un sistema de semipermeable, lo que significa, la cantidad de agua almacenada está limitada por la naturaleza del suelo, se resto de agua se recupera con el sistema de drenaje
- **Sistema C** se utiliza cuando se requiera reaprovechar las agua de lluvia, esta se conduce a través del drenaje hacia un depósito para su posterior uso



Sistema A



Sistema B



Sistema C

Selección del hormigón

El diseño y el tipo de hormigón dependerá de la aplicación prevista del sistema. La resistencia del hormigón está clasificada según la cantidad de tráfico o carga aplicada sobre el pavimento.

Los paquetes de software tales como “*Pave Permeable*” se pueden utilizar para ayudar en el diseño estructural de superficies porosas, éste se basa en la metodología AASHTO y debe adaptarse a los requisitos locales.

El espesor del hormigón se calcula de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Cargas
- Precipitaciones
- Tasa de infiltración de la explanada
- Medida área de superficie permeable contra la superficie impermeable a la superficie dada.
- Tiempo de retención en relación con explanada, permeabilidad, y el volumen total de agua recogida

Resbalabilidad

Clasificación de los suelos según su resbalabilidad	
Clase	Resistencia al deslizamiento
0	$R_d \leq 15$
1	$15 < R_d \leq 35$
2	$35 < R_d \leq 45$
3	$R_d > 45$

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbalabilidad.



Hydromedia™ alcanza el nivel más alto según la ley de resbalabilidad, pudiendo colocarlo en las zonas más restrictivas como bordes de piscina.

Clase exigible a los suelos en función de su localización	
Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ . Duchas.	3

(1) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda

4. Rendimiento del sistema

Las mejoras recientes de este sistema y el creciente interés en la construcción sostenible hacen que sea una de las opciones más viables hoy en día.

Hydromedia™, desarrollado por Lafarge, es una de las soluciones más avanzadas, basadas en la innovación en la compactibilidad de hormigón.

+ Reducción del agua de escorrentía

El objetivo de utilizar sistemas de drenaje permeables, es regular el caudal de aguas residuales y almacenar dicha agua, reduciendo el riesgo de inundación.

Para maximizar el sistema de drenaje **Hydromedia™** debe tener entre 20% y 30% de los huecos para permitir que el agua drene de manera eficiente.

La permeabilidad resultante garantiza un flujo de 300 l/min·m². Esto ayuda a evitar que la superficie se obstruya y garantiza una larga vida útil con poco mantenimiento.

Contribución del hormigón poroso en la gestión del agua de lluvia



+ Reducción del Efecto Isla de Calor

Hormigón poroso, con su peso ligero y características de color almacena menos calor que el hormigón convencional o asfaltos, lo que ayudan a reducir el Efecto Isla de Calor. Además, los huecos permiten que el agua almacenada en el suelo se evapore en un clima cálido, evitando un aumento de la temperatura.

La reflectancia solar, también llamado albedo, es el porcentaje de la energía solar reflejada por una superficie. Típicamente, para hormigón se encuentra entre 35% y 40%, siendo mayor que la de asfalto (entre 5% y 10%).

+ Fluidez

La consistencia fluida de **Hydromedia™** permite una optimización de los tiempos de trabajo en comparación con los hormigones porosos tradicionales de consistencias semisecas. Mejorando su trabajabilidad y por tanto ahorrando costes en mano de obra.

+ Colores del hormigón

Hydromedia™ está disponible en una amplia gama de colores y tonos. Esto proporciona una variedad de opciones estéticas para la superficie acabada.



+ Compactibilidad baja

Hydromedia™ muestra muy poco cambio de volumen cuando se aplica la energía de compactación, lo que conlleva a un espesor homogéneo. Se controla la porosidad y no depende de la herramienta de compactación usada en obra (compactador, enrasador rodillo, etc.)

Hydromedia™ hace que sea más fácil para el equipo en obra cuantificar el volumen. Se mejora la cohesión entre los áridos y se reduce la cantidad de puntos débiles que podrían iniciar grietas

+ Raveling

El hormigón permeable es sensible al desmoronamiento. El Raveling es un fenómeno que se traduce en una pérdida de adherencia entre los áridos y la pasta de la superficie expuesta.

El Raveling se produce cuando las cargas pesadas se aplican al hormigón permeable.

La prevención de la pérdida de agua (por curado) reducen el riesgo de desmoronamiento. Por lo tanto, especial se debe tener especial cuidado durante la etapa de construcción.

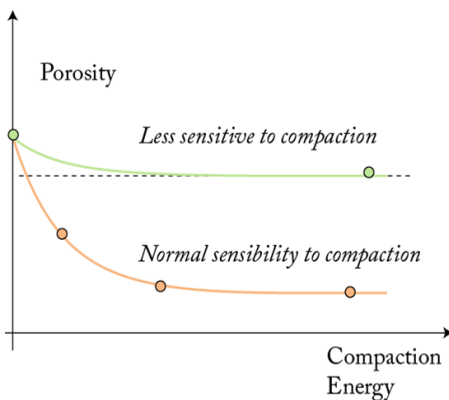
Hydromedia™ debe ser colocado por un equipo certificado que sigue los requisitos de calidad de Lafarge

+ Resistencia a compresión

La resistencia a compresión típica de **Hydromedia™** oscila entre 10 y 20 MPa.

La resistencia final esta especificada para cada aplicación y está estrechamente relacionada con la proporción de huecos y la homogeneidad del hormigón.

No obstante, las superficies permeables sólo debe utilizarse para el tráfico ligero debido al riesgo potencial cuando se usa en áreas de permanentes cargas pesadas.



Hydromedia™

Hormigon poroso estándar

La compactación del hormigón poroso estándar y Hydromedia™



Ejemplo de una superficie permeable deshilachada

5. Puesta en obra

Antes de comenzar

El hormigón poroso debe colocarse bien compactado y al mismo tiempo debe ser permeable. Es importante tener en cuenta que como el agua pasa a través del sistema completo, tanto el hormigón, la sub-base y el suelo, deben estar preparados para correcto funcionamiento del mismo. Hay prestar especial atención en caso de que exista la posibilidad de contaminación por metales pesados (instalando una correcta impermeabilización para recogerlos)

Descarga



1. Entrega y descarga

El hormigón se entrega en camión hormigonera listo para su uso, y debe colocarse rápidamente debido al bajo contenido de agua, lo que disminuye el tiempo de fraguado del hormigón.

Hydromedia™ al ser más fluido que el hormigón poroso estándar, la descarga es más fácil y un mayor tiempo de trabajabilidad

Ejecución



2. Ejecución

Después de verter el hormigón, se extiende con un rastrillo o una pala lo más uniformemente posible.

Nivelación



3. Nivelación

Nivelar hasta la altura deseada con medios manuales o mecánicos (extendedora o regla)

Compactación



4. Compactación y terminación

Compactamos y terminamos la superficie con un rodillo de pavimento o una placa vibratoria

Protección

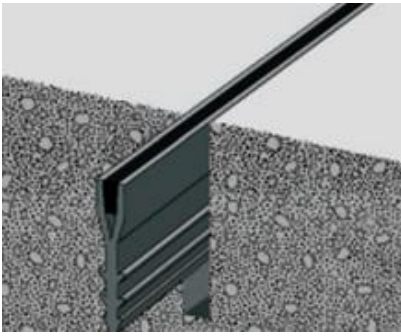


5. Protección

Cubra la superficie con una lona de plástico para evitar que el hormigón se seque demasiado rápido. **Hydromedia™** debe cubrirse después de los 15 minutos de su colocación.

Creación de juntas

Juntas previas



Detalle de juntas en curva



Las juntas se utilizan principalmente para controlar y prevenir las fisuras en la superficie debido a la contracción por secado.

La separación adecuada esta relacionada con el espesor de la capa de hormigón. Las juntas deben establecerse entre 12 y 48 horas después de verter el hormigón.

Se recomienda la creación de juntas previas durante el vertido de Hydromedia, aunque existe la posibilidad de cortar las juntas una vez el pavimento se haya endurecido.

La profundidad debe ser al menos un tercio del espesor de la capa permeable, pero no inferior a 5 mm.

Espesor capa de hormigón (cm)	Distancia entre juntas (m)
12	3.00
13	3.25
14	3.50
15	3.75
16	4.00
17	4.25
18	4.50

Asegurar un correcto curado



Curado

El curado es necesario para evitar la evaporación del agua.

Dada la porosidad del material, no es adecuado usar liquido de curado. En su lugar, debemos cubrir la superficie con una película de polietileno de 7 a 10 días.

Lavado por presión y aspiración



Mantenimiento

Con el tiempo la permeabilidad del hormigón poroso disminuye. Contaminantes pequeños, como las hojas, puede ser cubrir los huecos. En invierno, la arena o la sal que se usa para remover la nieve también puede obstruir el hormigón poroso. El sitio debe ser inspeccionado una vez al año para comprobar el estado del hormigón.

Hay tres formas de mantenimiento

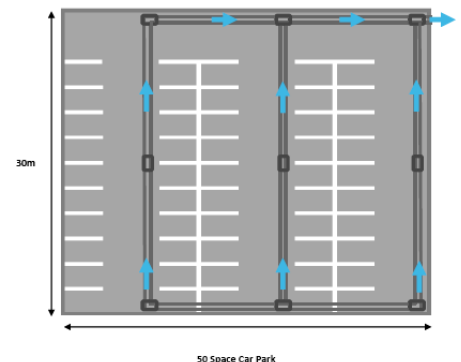
- Aspirando
- Lavado a presión
- Barriendo

La aspiración es más eficiente y menos agresivo que el lavado a presión para eliminar el polvo y las hojas.

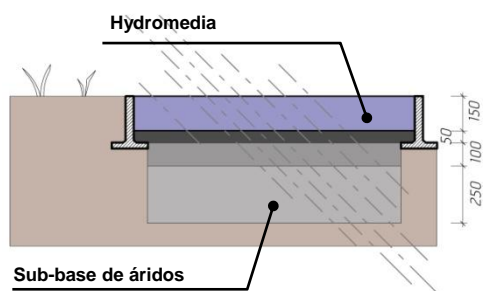
6. Impacto medioambiental

Huella ecológica de Hydromedia™

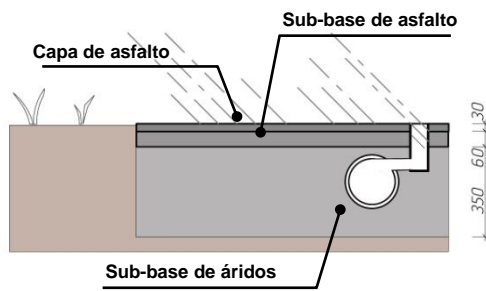
Los sistemas basados en Hydromedia™ permiten el almacenamiento de agua durante las fuertes lluvias. Es una solución alternativa a los sistemas impermeables donde el agua necesita un sistema de drenaje. El equipo de Construcción Sostenible de Lafarge estudió tres sistemas de pavimentos en un aparcamiento para evaluar sus respectivos impactos ambientales (ver más abajo para obtener más información sobre ambos sistemas). Las cifras que se presentan a continuación muestran el impacto medioambiental sobre el ciclo de vida de los tres sistemas.



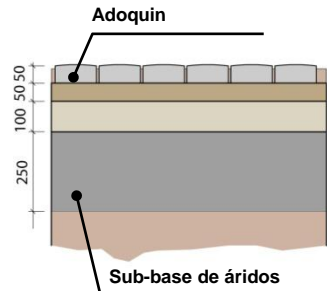
Se comparan 3 modelos en una zona de aparcamiento de 50 plaza (1.260 m²): el hormigón permeable, sistemas impermeables de asfalto y adoquines.



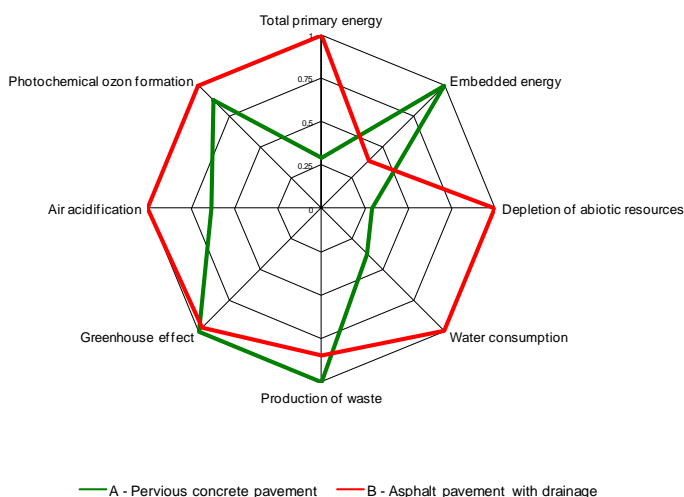
A - Hydromedia®



B - Asfalto



C- Adoquín



Enfoque

<p>RESOURCE OPTIMIZATION</p>	<p>Hydromedia utiliza principalmente de los recursos que no se agotan (áridos, caliza, etc.) Esto explica el bajo impacto en el agotamiento de los recursos naturales.</p>
<p>RESOURCE OPTIMIZATION</p>	<p>La producción de residuos es mayor en el escenario Hydromedia (menor tasa de reciclado de asfalto). Sin embargo, los progresos realizados en el proceso de reciclaje dará lugar a una fuerte disminución en la producción de residuos de hormigón</p>
<p>WATER MANAGEMENT</p>	<p>El consumo de agua es significativamente menor cuando se aplica Hydromedia. Esto se debe principalmente a las materias primas utilizadas: hormigón poroso requiere tres veces menos de agua que el asfalto de la misma zona.</p>

Reciclaje

El porcentaje de reciclaje es mayor en hormigones porosos, como Hydromedia™, ya que no se añade armado en el hormigón. Por lo tanto, no es necesaria una separación de los materiales y el proceso de trituración es más fácil.

Los beneficios del reciclaje son los siguientes:

- Reducción del consumo de los áridos naturales
- Reducción del volumen de residuos enviados a vertedero

La Unión Europea considera que se puede lograr una tasa de reciclaje del 100%, un 75% de los residuos de hormigón pueden ser absorbidos por la construcción de infraestructuras y rellenos, mientras que un 40-50% podrían ser desviados a un proceso de reciclaje global

Hydromedia™ y principales certificaciones

La ejecución de Hydromedia™ ayuda a obtener créditos en los principales sellos verdes de construcción

	LEED	BREEAM
Credit / Target	<p>PS Crédito 6.1: Diseño de Escorrentía - Control de Cantidad</p> <p>→ Lafarge Hydromedia™ puede jugar un papel importante en la estrategia para conseguir este crédito controlando la velocidad y cantidad de agua de lluvia en las escorrentías. Hydromedia™ permite la recarga de acuíferos naturales infiltrando el agua en el terreno. Este crédito da 1 punto.</p>	<p>Pol 03: Escorrentía superficial del agua</p> <p>5 créditos disponibles</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Riesgo de inundación: 2 créditos 2. Escorrentía superficial del agua: 2 créditos 3. Minimizar la contaminación del agua: 1 crédito
	<p>PS Crédito 6.2: Diseño de Escorrentía - Control de Calidad</p> <p>→ Un sistema con hormigón poroso generalmente elimina el 80 % de sólidos suspendidos y es considerado como la mejor práctica de gestión del tratamiento de aguas pluviales. Este crédito da un valor de un 1 punto.</p>	
	<p>EA Crédito 1: Jardinería Eficiente en Agua</p> <p>→ Sistemas con hormigón poroso pueden ser utilizados para la recuperación del agua pluvial y su reutilización en regadío y aguas grises. Este crédito vale 2 puntos si se reduce al 50 % en verano y 2 puntos adicionales por falta de agua potable para regadío.</p>	
	<p>EA Crédito 2: Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales</p> <p>→ El objetivo de este crédito es reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable mientras se incrementa la recarga de acuíferos locales. Pavimentos de hormigón se pueden utilizar para conseguir estos créditos. Este crédito da 2 puntos.</p>	
	<p>EA Crédito 3: Reducción del Consumo de Agua</p> <p>→ Los sistemas de hormigón poroso combinados con sistemas de reutilización de agua pluvial pueden ser utilizados para conseguir estos créditos. La cantidad de créditos conseguidos dependerá de la reducción de la cantidad de agua utilizada, desde la línea de base. Este crédito da 2,3 o 4 puntos según la reducción del 30%, 35% y 40% de la reducción del agua desde la línea base.</p>	
	<p>MR Crédito 4: Contenido reciclado</p> <p>→ Créditos de 1 o 2 puntos, en función del % de contenido reciclado. SCM y si es posible el uso de áridos reciclados pueden contribuir a incrementar el contenido total de materiales reciclados del edificio.</p>	<p>Mat 2 Áridos reciclados</p> <p>→ El hormigón poroso puede incorporar áridos reciclados y contribuir para conseguir el mínimo nivel necesario para conseguir este crédito.</p>
<p>MR Crédito 5: Materiales regionales</p> <p>→ Hormigón poroso realizado con materiales (cemento y áridos) propios del lugar. 1 o 2 puntos</p>	<p>Mat 5 Abastecimiento responsable de materiales</p> <p>→ Uso de materiales locales para su fabricación.</p>	

7. Análisis de coste

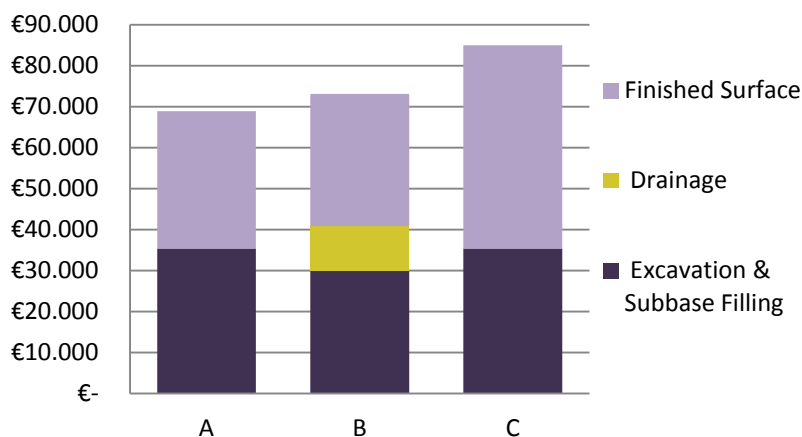
Costes Construcción

Después del anterior análisis de impacto medioambiental, se realizó una comparación de costes de los tres sistemas, teniendo en cuenta los mismos supuestos.

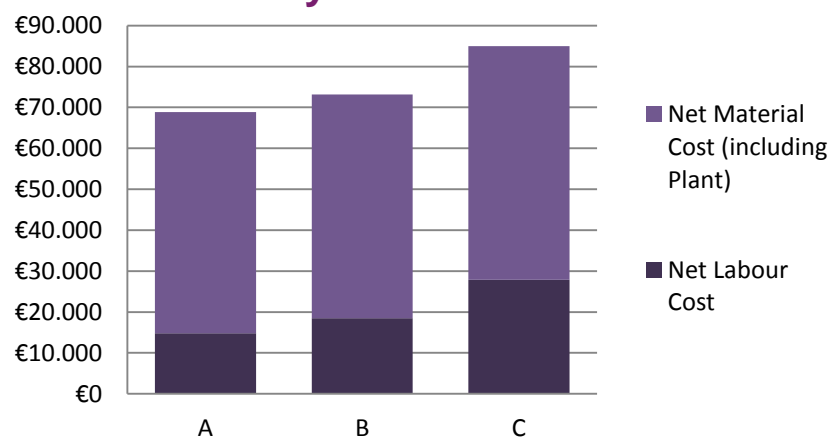
- A. Hydromedia
- B. Asfalto (incluido drenaje)
- C. Adoquín permeable

	A	B	C
Excavación & Relleno Sub-base	35.400 €	29.900 €	35.400 €
Drenaje	0 €	11.300 €	0 €
Terminación Superficie	41.800 €	38.600 €	49.600 €
Total	71.200 €	79.800 €	85.000 €

Comparación costes (Euros)



Mano de Obra y Materiales



Beneficio económico

Como se puede apreciar en las gradicas el aparcamiento construido con Hydromedia es más barato que los construidos tradicionalmente con asfalto o adoquines.

Los costes globales de instalación por m² son los siguientes:

- Hydromedia **61 €/m²**
- Asfalto **63 €/m²**
- Adoquín permeable **67 €/m²**

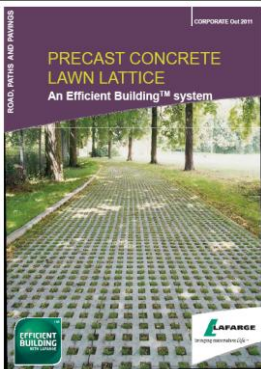
Aunque Hydromedia requiere una excavación adicional, no requiere de la instalación de un sistema de drenaje convencional. Esto produce un ahorro tanto en tiempo como en costes de la obra, además de proporcionar un acabado muy estético y duradero.

Mantenimiento

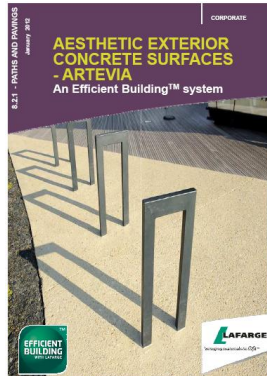
El coste de mantenimiento del sistema de asfalto será similar al coste de mantenimiento de Hydromedia y pavimento con bloque de adoquín.

8. Otros recursos

EFFICIENT BUILDING™ SYSTEMS



PRE-CAST CONCRETE
LAWN LATTICE



ARTEVIA EXTERIOR

PRODUCTOS LAFARGE



HYDROMEDIA™

RECURSOS

- > www.cement.ca/ : Association of cement and concrete producers in Canada
- > www.nrmca.org/ : Association of ready mixed concrete producer in the US
- > www.lafarge-france.fr/LB-poreux : Cement and concrete producer
- > www.basf-admixtures.com/ : BASF's Construction Chemicals division
- > www.concreteparking.org/ : Concrete Answers see NRMCA web site
- > www.concretedecor.net : Supplier of concrete implementation products
- > www.rmc-foundation.org : Ready mix concrete Research & Education
- > www.cleanairinfo.com/sustainableskylines/ : Sustainable Community
- > www.builders-concrete.com/ : American company (250 employees) specialized in residential and commercial concrete foundations and flatwork
- > www.chaneyenterprises.com : American ready mix concrete supplier
- > Hydromedia Guide Version 1.0
- > www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=222 : LEED rating system
- > www.assohqe.org/hqe/
- > www.breeam.org/
- > www.afnor.org : NF P 98-170 standard

Este catálogo se ha facilitado solo a efectos informativos. Lafarge rechaza expresamente cualquier garantía, ya sea expresa o implícita, así como su responsabilidad sobre la precisión, fiabilidad y validez del contenido y no aceptará responsabilidad alguna por pérdidas o otros daños comerciales en los que se incurra como resultado de utilizar y confiar en la información proporcionada. No existe ninguna asociación entre Lafarge y las empresas mencionadas en este catálogo. Todos los derechos de propiedad intelectual y sobre los productos de estas empresas se utilizan solo a efectos identificativos e informativos y son propiedad, en todo momento, de sus respectivos dueños



LAFARGE
Calle Orense 70
28020 Madrid
España
marketing.spain@lafarge.com
+ 34 91 376 98 00
www.lafarge.com.es

