Portada GuiaIntegración.ai 1 18/05/17 16:43

La Gestión Sostenible del Drenaje está siendo un asunto de especial importancia para la mejora ambiental de los entornos urbanos, la disminución de las inundaciones (cada vez más severas y peligrosas) y la reducción de los costes de mantenimiento, explotación y renovación de las redes de saneamiento. De hecho, algunos países están desarrollando normativas que incorporan la obligatoriedad de implementar los denominados Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en la planificación de las ciudades como una herramienta de gestión del agua pluvial que contribuye a paliar los efectos generados por la impermeabilización del suelo.

En España la ausencia de manuales que ayuden al diseño de estos sistemas está dificultando su incorporación en la práctica del urbanismo. Este manual, dirigido fundamentalmente a los técnicos con responsabilidades en la proyectación de la ciudad, tiene por objetivo divulgar y difundir la información más relevante y necesaria para la correcta integración de los SUDS, en relación a su diseño y adecuación a las exigencias concretas de cada caso. La incorporación de estas técnicas a la ordenación urbanística supondrá una mejora cualitativa y cuantitativa de los proyectos en su relación con el agua y un avance en la gestión integrada del recurso hídrico.

eug EDITORIAL UNIVERSIDAD DE GRANADA

Guía para la Integraciónde los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible enel Proyecto Urbano

eug

UNIVERSIDAD DE GRANADA

emasagra

Guía para la Integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano

eug

Editora
Mª Isabel Rodríguez-Rojas

Autores
Mª Isabel Rodríguez-Rojas, Mª del Mar Cuevas Arrabal, Begoña Moreno Escobar,
Germán Martínez Montes y Alejandro Muñoz Ubiña.

Guía para la Integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano

Granada
2017

Rodrºguez-Rojas ok.indd 3 18/05/17 17:19

© Los autores
© Universidad de Granada

Depósito Legal: Gr./ 747-2017 • I.S.B.N.: 978-84-338-6071-2
Edita: Editorial Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja Colegio Máximo, s.n., 18071, Granada
Telf.: 958 243930-246220 • www: editorial.ugr.es
Imprime: Gráficas La Madraza. AlboloteGranada

Printed in Spain Impreso en España

Reservados todos los derechos a los autores. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas en la ley, la reproducción total o parcial de esta obra.

Rodr°guez-Rojas ok.indd 4 18/05/17 17:19

ÍNDICE

Capítulo 1: Introducción y objetivos 7

Capítulo 2: Cómo utilizar esta guía 15

Capítulo 3: Fichas técnicas 23

CUB. Cubiertas vegetadas 25
- CUB 1. Cubiertas vegetadas intensivas 29
- CUB 2. Cubiertas vegetadas extensivas 35

DEP. Depósitos 41
- DEP 1. Depósitos domésticos 45
- DEP 2. Depósitos de infiltración 49

IFR. Sistemas de infiltración, filtración y retención 55
- IFR 1. Pozos de infiltración 59
- IFR 2. Zanjas de infiltración 65
- IFR 3. Zanjas filtrantes 71
- IFR 4. Drenes filtrantes 75
- IFR 5. Cunetas verdes 79

PAV. Pavimentos 85
- PAV 1. Pavimentos adoquinados o modulares 89
- PAV 2. Pavimentos de geoceldas 95
- PAV 3. Pavimentos continuos 101

BIO. Áreas de biorretención 107
- BIO 1. Estanques de retención 111
- BIO 2. Humedales 115
- BIO 3. Jardines de lluvía 119

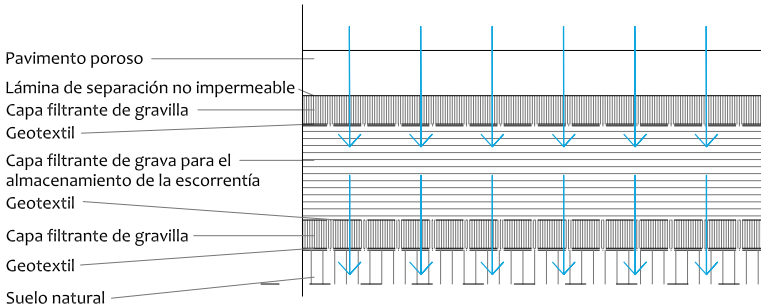
Capítulo 4: Conclusiones 125

Rodr°guez-Rojas ok.indd 5 18/05/17 17:19

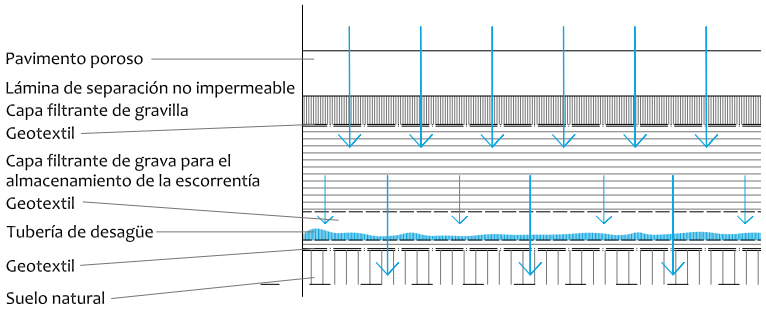
PAVIMENTOS PERMEABLES
- PERMEABLE PAVEMENTS -

0. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

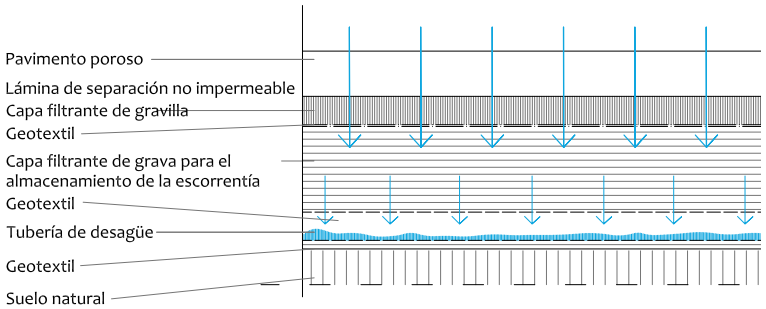
tipo a_ infiltración y depuración



tipo b_ infiltración parcial, depuración y transporte



tipo c_ depuración y transporte



Estructura multicapa que permite el paso del agua a través de su superficie o entre sus llagas.

Se usan fundamentalmente para disminuir el volumen de escorrentía (hasta en un 60%), almacenando durante un tiempo el agua pluvial en la sub-base e infiltrándola después al terreno, mejorado así su calidad y permitiendo su reutilización en la recarga de acuíferos.

Sus beneficios principales son la disminución del riesgo de inundación y el aumento de los recursos hídricos.

Suelen integrarse en aparcamientos de vehículos ligeros, en carreteras de baja intensidad de tráfico y en zonas peatonales. Su variedad de diseños y flexibilidad permite su adaptación a casi todos los espacios y entornos urbanos.

Para su implantación necesitan de una sub-base permeable y con capacidad de almacenamiento, cuyas características dependerán del subsuelo.

Se pueden clasificar en pavimentos continuos, modulares o adoquinados y de geoceldas, según el material del que se componen. Cada uno de estos tipos puede formarse con tres tipos de estructuras diferentes (a, b y c) según el objetivo que persigan.

Rodr°guez-Rojas ok.indd 87 18/05/17 17:19

PAVIMENTOS PERMEABLES MODULARES O ADOQUINADOS - *MODULAR PERMEABLE PAVEMENTS* -

1. QUÉ SON

Estructuras multicapas que permiten el paso del agua pluvial a través de las llagas o huecos que quedan entre sus piezas modulares o adoquinadas.

Están diseñados principalmente para infiltrar el agua pluvial, disminuyendo el volumen de escorrentía y el riesgo de inundación y favoreciendo la recarga de acuíferos.

Permiten la infiltración de forma más rápida que el resto de pavimentos, por lo que responden mejor ante eventos de lluvias más intensas.

Admiten velocidades de circulación mayores que los pavimentos de geoceldas y menores que los pavimentos continuos.

Pueden usarse como espacios recreativos dada su versatilidad.

2. QUÉ OBJETIVOS PERSIGUEN

Retener el agua pluvial para aumentar el tiempo de concentración de la lluvia.

Infiltrar el agua pluvial para reducir el volumen de escorrentía y recargar los acuíferos.

Depurar el agua pluvial eliminando sedimentos y contaminantes para propiciar su reutilización.

Reutilizar el agua pluvial para generar más recursos hídricos disponibles.

3. POR QUÉ SE UTILIZAN

Son capaces de eliminar algunos contaminantes del agua pluvial.

Aportan importantes beneficios ya que contribuyen a aumentar los recursos hídricos disponibles, a recargar los acuíferos y a reutilizar el agua si se impermeabilizan las capas inferiores.

Reducen significativamente el volumen y la velocidad del agua de escorrentía, disminuyendo el riesgo de inundaciones.

Eliminan los encharcamientos y por tanto la formación de placas de hielo, por lo que son aptos en zonas donde se alcanzan bajas temperaturas.

Poseen una gran capacidad de adaptación ya que presentan multitud de diseños, pudiendo ser utilizados en espacios reducidos y entornos urbanos densos.

Tienen un bajo coste de construcción y de mantenimiento, ya que los problemas derivados de la colmatación de las llagas son fácilmente detectables.

Rodr°guez-Rojas ok.indd 89 18/05/17 17:19

4. DÓNDE SE INTEGRAN

Se utilizan fundamentalmente en:

- Aparcamientos de vehículos ligeros.
- Espacios libres urbanos: parques, áreas recreativas, zonas peatonales...
- Vías de acceso.

Pueden integrarse tanto en nuevos desarrollos como en entornos urbanos existentes de baja y alta densidad, pues no requieren de espacio adicional.

5. CUÁLES SON SUS CONDICIONANTES

El nivel freático debe estar al menos 1 metro por debajo de la sub-base del pavimento para evitar la contaminación. No es recomendable situarlos en lugares donde haya riesgo de contaminación de aguas subterráneas, a menos que se realice un estudio concreto y se asegure que la calidad del agua tras su filtración es apta para ser mezclada con la del acuífero. En caso contrario, debe colocarse en su base una lámina impermeable que impida la infiltración y sirva como elemento de depuración y transporte.

La práctica actual coloca este tipo de pavimentos en calzadas con velocidades menores de 30 Km/h.

Se recomienda su utilización en vías con pendientes comprendidas entre el 2 y el 5 % y que no recojan agua pluvial de superficies impermeables mayores de 4 hectáreas.

Los módulos puede ser baldosas cerámicas, bloques de hormigón..., construidos con materiales porosos o impermeables. En algunos casos tendrán que ser reforzados atendiendo a la carga que vayan a soportar, evitando así la deformación de la calzada.

Los huecos entre adoquines pueden ser rellenados con tierra, grava o vegetación.

El espesor de la capa de almacenamiento (capa filtrante de grava) de la sub-base, va a depender de las condiciones pluviométricas del lugar y de la porosidad del material que la compone. Suele ser calculada para volúmenes correspondientes a una intensidad de lluvia de periodos de retorno de 2 años.

Las capas que componen el sistema deben tener una permeabilidad creciente desde la superficie hasta el suelo natural. Se recomienda que el contenido de arcillas sea inferior al 30% para asegurar el buen comportamiento ante el agua, evitando asientos diferenciales o pérdidas en su capacidad portante.

La sub-base granular se puede sustituir por sistemas de bloques geocelulares.

Es conveniente instalar un geotextil que actúe como filtro y refuerzo estructural.

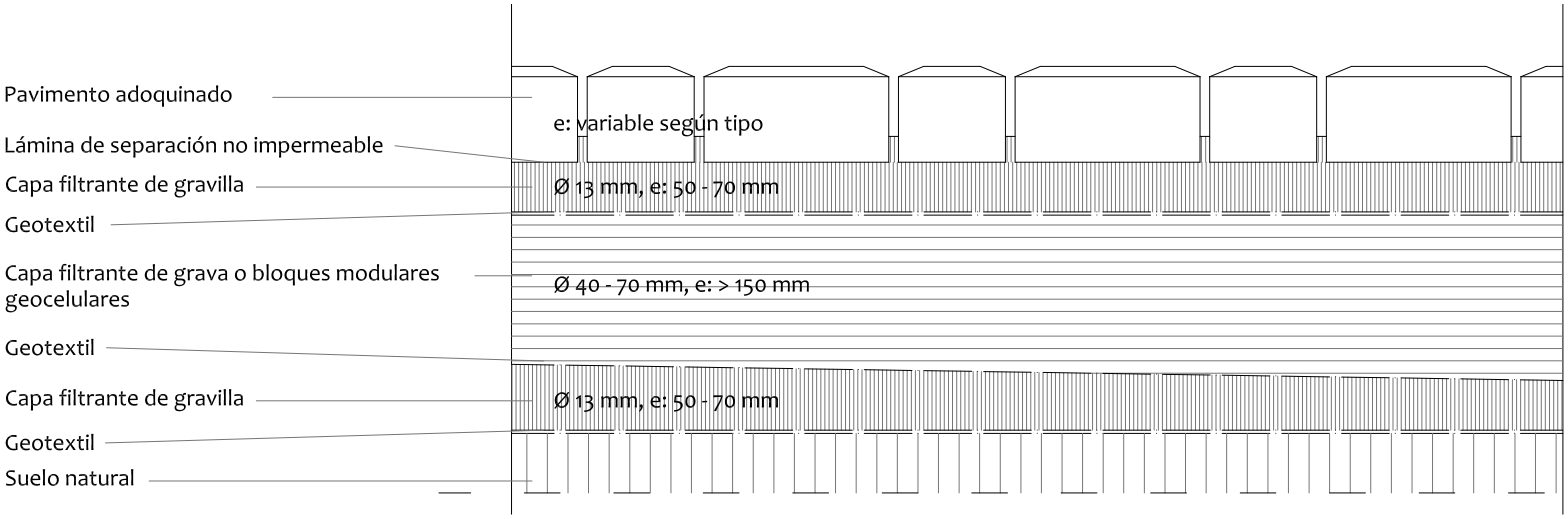
El drenaje del pavimento va a depender en gran medida de la capacidad de almacenamiento de los elementos de la sub-base.

Pueden requerir difusores de entrada y elementos de evacuación auxiliares para regular las velocidades de flujo cuando se intercepten grandes volúmenes de escorrentía, o si se prevé que puedan generarse daños en la cimentación de edificaciones cercanas.

Rodr°guez-Rojas ok.indd 90 18/05/17 17:19

El mantenimiento es sencillo (barrido frecuente y revisiones periódicas de las capas más profundas), pero si no se realiza durante largos periodos de tiempo pueden aparecer problemas de colmatación, disminuyendo su capacidad de infiltración.

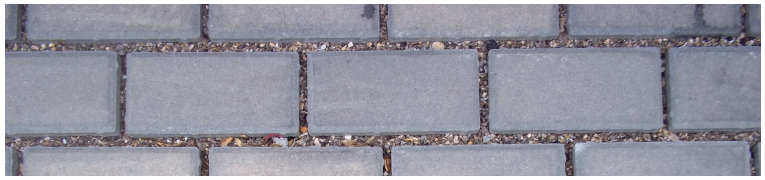
6. CÓMO SE DISEÑAN



Rodr°guez-Rojas ok.indd 91 18/05/17 17:19

7. EJEMPLOS

Pavimentos permeables adoquinado. Campus universitario Cartuja. Granada



(Rodríguez-Rojas et al., 2016)

Rodr°guez-Rojas ok.indd 92 18/05/17 17:19

8. REFERENCIAS

Abellán, A. (2015). *Drenaje Urbano Sostenible*. Obtenido de http://drenajeurbanosostenible.org

CASQA (2003). *New Development and Redevelopment Handbook. California Stormwater Quality Association*. Obtenido de http://www.cabmphandbooks.com/Development.asp

CEDEX (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Madrid: CEDEX, Centro de Estudios Hidrográficos.

CIRIA C697 (2007). *The SUDS Manual*. London: CIRIA

GITECO (2009). Congreso de drenaje urbanístico. 29 de octubre de 2010. Diseño y construcción de firmes permeables.

NYDEC (2010). *New York State Department of Environmental Conservation*. Obtenido de http://www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/swdm2010entire.pdf

Rodríguez-Rojas M.I., Huertas-Fernández F., Martínez G., Moreno B. (2016). The use of Urban Drainage Systems in Sustainable Cities. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 210, 775-784.

South California Low Impact Development Center (2010). *Low Impact Development Manual for Southern California*. Obtenido de https://www.casqa.org/LinkClick.aspx?fileticket=zA3DaxiwHtE%3d&tabid=242

SUSDRAIN (2015). *The community for sustainable drainage*. Obtenido de http://www.susdrain.org

WSUD (2015). *Water Sensitive Urban Design in Sydney*. Obtenido de www.wsud.org

Rodr°guez-Rojas ok.indd 93 18/05/17 17:19