



MEMORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

LOS SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE: DESARROLLO ACTUAL Y TENDENCIAS DE FUTURO

EQUIPO INVESTIGADOR:

Lucía Soriano
Leandro del Moral
Ángela Lara
Julia Martínez
Laura Sánchez

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos	3
2. Fases metodológicas	3
3. Resultados obtenidos	5
3.1. Caracterización de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible	5
3.1.1. Conceptos básicos	5
3.1.2. Impacto de las descargas de los sistemas unitarios en tiempos de lluvia	7
3.1.3. Impacto en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales	8
3.1.4. Impacto de las aguas de lluvia en el aumento de los riesgos de inundación y la vulnerabilidad de las poblaciones	9
3.2. Evolución de las soluciones propuestas y aplicadas frente a esta problemática	10
3.3. Los Sistemas de Drenaje Sostenible	10
3.3.1. El concepto de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible	10
3.3.2. Beneficios de los SUDS	12
3.3.3. Experiencias internacionales en la aplicación de SuDS	13
3.3.4. La aplicación de los SUDS en España	14
3.3.5. Retos para una implementación amplia y efectiva de los SUDS	18
3.4. Un nuevo marco para los SUDS y otras medidas basadas en la naturaleza: las infraestructuras verdes	20
3.4.1. El concepto de infraestructuras verdes	20
3.4.2. El concepto de soluciones basadas en la naturaleza	22
3.4.3. El concepto de medidas naturales de retención de agua	23
4. Conclusiones y propuestas generales	26
5. Referencias	27
5.1. Referencias y bibliografía consultada	27
5.2. Páginas web de interés	28

1. Introducción y objetivos

El drenaje de aguas pluviales desde las áreas urbanas constituye una importante fuente de contaminación de las masas de agua, debido al arrastre de un gran número de sustancias peligrosas y otros contaminantes. Esta carga contaminante tiene claros efectos negativos sobre los ríos y aguas litorales y sobre las comunidades biológicas que viven en estos ecosistemas. Por otra parte, los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) constituyen un componente fundamental de las estrategias de adaptación al cambio climático en relación con el impacto de los eventos extremos (inundaciones, olas de calor) en los espacios urbanos. Además, ambos procesos (contaminación e inundaciones) están estrechamente conectados, dado que los episodios de avenidas son también los que arrastran más cargas contaminantes.

Se requiere por ello impulsar estrategias de gestión ambientalmente más deseables, como los denominados SUDS, los cuales constituyen soluciones basadas en la naturaleza que permiten mitigar el impacto de los episodios de avenidas en zonas urbanas a la vez que reducen de forma significativa los picos de contaminación que estos eventos generan. Sin embargo, pese a sus evidentes ventajas ambientales, el grado actual de implantación de los SUDS en España dista mucho de alcanzar el que sería deseable. Se requiere identificar cuáles son las barreras

El presente proyecto de investigación se propone los siguientes objetivos:

1. Analizar la evolución y situación actual de los SUDS en España y a nivel internacional.
2. Valorar la potencialidad de los SUDS como medida para reducir la contaminación de ríos y aguas costeras de origen urbano, como estrategia de adaptación al cambio climático y como componente de las denominadas "Medidas Naturales de Retención de Agua" (Natural Water Retention Measures, NWRM) en el marco de las infraestructuras verdes.
3. Identificar las principales barreras para una mayor implantación de los SUDS en España.
4. Elaborar propuestas para superar las barreras identificadas e impulsar los SUDS como medidas para alcanzar y conservar el buen estado de los ecosistemas acuáticos en el contexto de la Directiva Marco del Agua, así como parte de las medidas de prevención y mitigación de los daños provocados por las inundaciones, en el marco de las estrategias de adaptación al cambio climático.

2. Fases metodológicas

Como metodología fundamental, se han llevado a cabo una amplia revisión bibliográfica y documental. De forma complementaria, distintos miembros del equipo de investigación de

este proyecto han participado en diferentes eventos y jornadas relacionadas con los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible y temáticas relacionadas.

- En relación con la revisión bibliográfica, se han utilizado las siguientes fuentes documentales:
 - Publicaciones procedentes de bases de datos científicas e informes técnicos.
 - Revisión de los espacios de innovación en esta materia en el panorama nacional e internacional, en particular la iniciativa NWRM de la Comisión Europea, EIP Water (European Innovation Partnership in Water) y sus Action Groups, especialmente el AG "Nature Water", sobre medidas basadas en la naturaleza.
- En relación con la participación en jornadas relacionadas con el Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) y las Soluciones Basadas en la Naturaleza, el objetivo de dicha participación ha sido doble: i) contrastar el diagnóstico en elaboración acerca de lo SUDS en España y Europa con las perspectivas de un amplio conjunto de expertos y ii) aportar los resultados preliminares del proyecto en foros y espacios de relevancia tanto en Europa como en España. En concreto, se ha participado en los siguientes eventos:
 - Jornada: "Retos y futuro de los SuDS en España". Madrid. 30 de Marzo de 2017. En dicha Jornada se participó particularmente en la Mesa: "El cambio de paradigma en el drenaje urbano". (Anexo 1).
 - Jornada debate: "Destruir las aguas de lluvia sin destruir la Huerta / Gestionar les aigües de pluja sense destruir l'Horta". En dicha Jornada de debate se analizaron las alternativas técnicas para un drenaje más sostenible y sin afecciones a la superficie existente de l'Horta Nord. (Anexo 2).
 - Workshop: "Nature-based Solutions for more sustainable and resilient societies". European Parliament, Brussels. 6 Noviembre de 2017. La Jornada se centró en destacar las oportunidades para innovar con la naturaleza, utilizando soluciones rentables y flexibles (Anexo 3) .

De la misma forma, se ha realizado un análisis exploratorio de las conexiones conceptuales y prácticas de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible con otros conceptos estrechamente relacionados:

- Las denominadas Infraestructuras Verdes, las cuales podrían permitir la conexión de los espacios urbanos con los entornos no urbanos circundantes, así como mejorar la integración ambiental entre los sistemas hidrológicos naturales (ríos, red natural de drenaje) y los construidos.

- Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (Nature-Based Solutions), que buscan aprovechar el funcionamiento de la naturaleza para favorecer determinados bienes y servicios de forma más sostenible ambientalmente y con mucha frecuencia más eficiente económicamente.
- Las Medidas Naturales de Retención de Agua (Natural Water Retention Measures), que forman parte de las soluciones basadas en la naturaleza y uno de cuyos objetivos principales es minimizar los impactos de las inundaciones y de una excesiva escorrentía

3. Resultados obtenidos

El proyecto ha permitido obtener los siguientes resultados:

- Disponibilidad de una valoración sintética de los SUDS, incluyendo una caracterización de los distintos beneficios ambientales de los SUDS.
- Establecimiento de una hoja de ruta que identifique los retos que de forma prioritaria deben abordarse para avanzar significativamente en la aplicación de los SUDS.

A continuación se presentan tales resultados.

3.1. Caracterización de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible

3.1.1. Conceptos básicos

Basado en una intensiva impermeabilización de los suelos, el modelo actual de desarrollo urbano modifica profundamente el ciclo natural del agua en las ciudades con los consecuentes impactos tanto en el aumento de la vulnerabilidad de las poblaciones como en la salud de los ecosistemas acuáticos.

La drástica reducción de la capacidad de infiltración del terreno hace que gran parte de la precipitación se transforme en escorrentía superficial, que se concentra rápidamente originando grandes caudales punta. Por otra parte, el lavado de las superficies urbanas aporta altas cargas de contaminación a la escorrentía que producen importantes impactos en los medios receptores. La Figura 1 muestra la evolución del grado de impermeabilización de las cuencas en el proceso de urbanización.

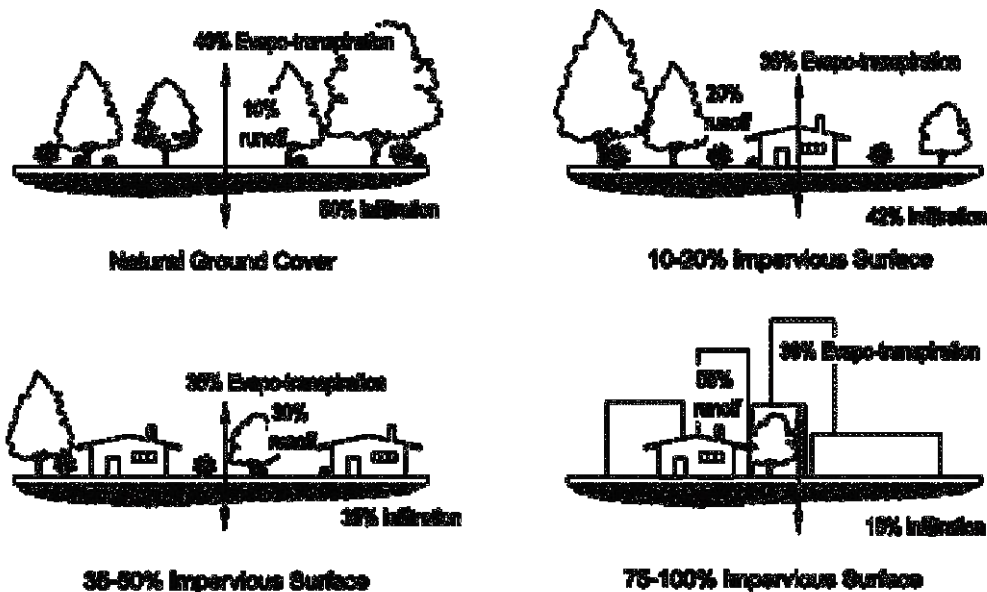


Figura 1. Relación entre el grado de impermeabilización y el proceso de urbanización. Fuente: Coffman (1999).

Como se ve en la Figura 1, la escorrentía es directamente proporcional al grado de impermeabilización del suelo, pasando del 10% de la precipitación en entornos naturales, al 55% en ciudades altamente impermeabilizadas.

Además, como muestra la Figura 2 el proceso de impermeabilización acelera el proceso de transformación de la lluvia en escorrentía, disminuyendo el tiempo de desfase de la punta e incrementando notablemente el volumen y el caudal máximo asociado al mismo aguacero tipo.

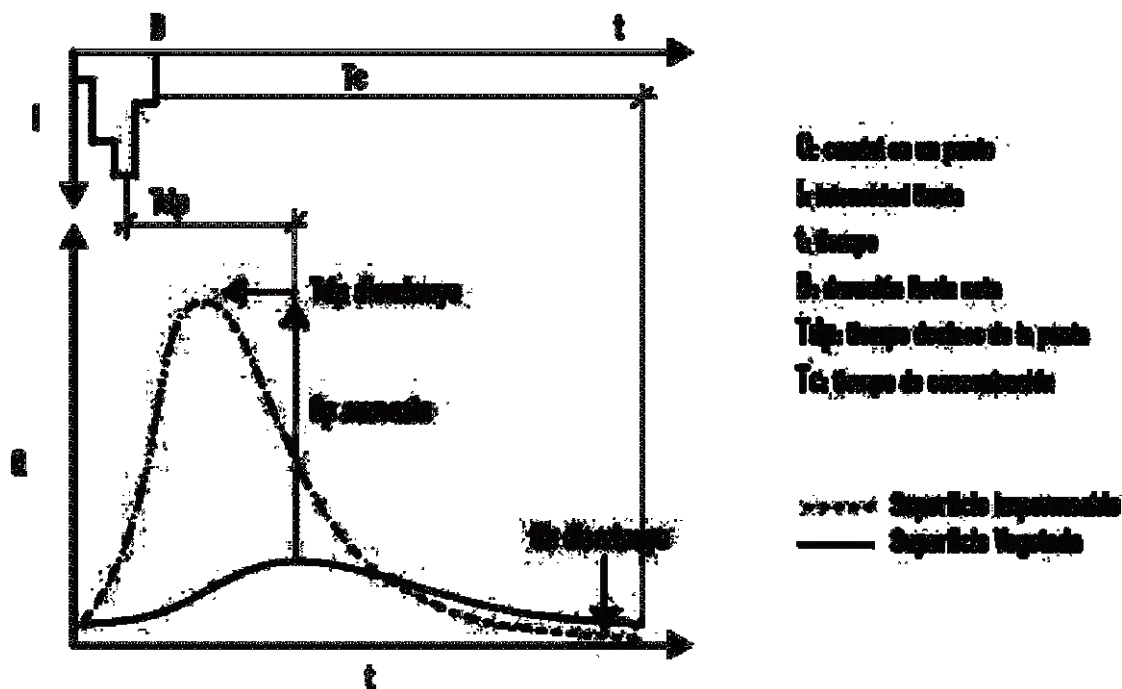


Figura 2. Cambios inducidos por el desarrollo urbano en la transformación agua-escorrentía. Fuente: Perales Momparler & Andrés-Domenech (2007)

En episodios de lluvia el sistema de saneamiento no tiene capacidad para transportar dichos caudales punta, vertiéndolos directamente al medio receptor mediante un sistema de aliviaderos y provocando, como veremos a continuación, graves impactos en los ecosistemas acuáticos.

Como se ve en la Figura 3 en los sistemas unitarios de saneamiento, la escorrentía entra en la red de alcantarillado generándose un nuevo proceso de contaminación por la mezcla, por una parte con las aguas residuales urbanas y, por otra, por el lavado de los sedimentos depositados en la red (Puertas Agudo, Suárez López, & Anta Álvarez, 2008).

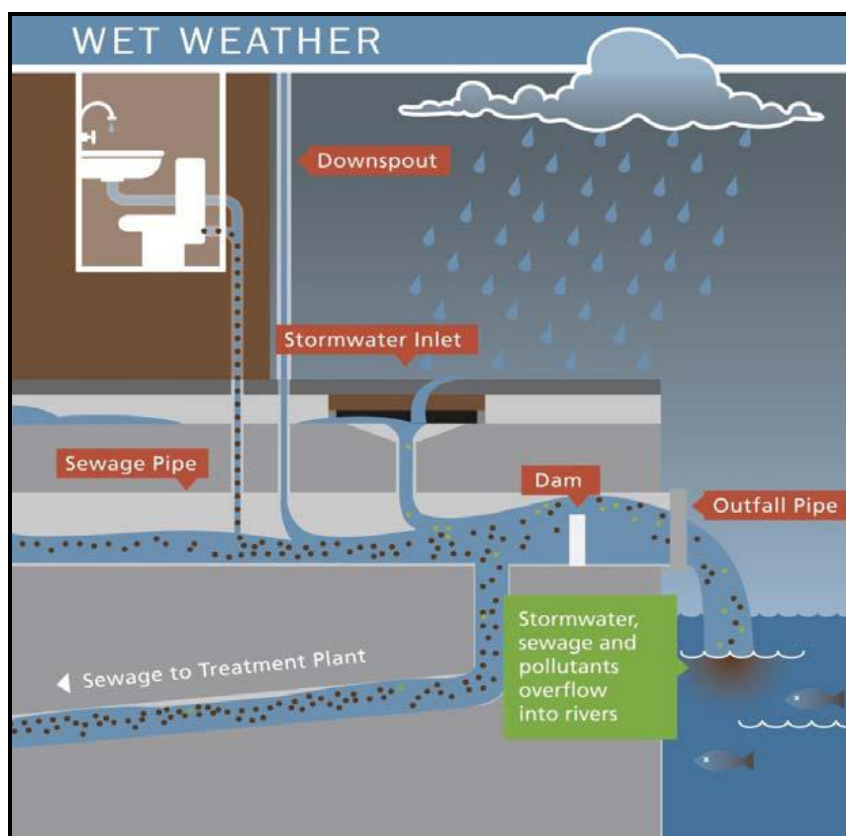


Figura 3. Esquema de funcionamiento de un sistema de saneamiento unitario en episodios de lluvia. Fuente: Philadelphia Water Department (2014).

La sobrecarga hidráulica y de contaminación en episodios de lluvia provoca una disfunción del sistema de saneamiento que genera los impactos que se detallan a continuación.

3.1.2. Impacto de las descargas de los sistemas unitarios en tiempos de lluvia

Numerosos estudios realizados en los últimos 25 años apuntan hacia el escaso control de las descargas de los sistemas unitarios (DSU) como una de las principales razones de la persistencia de la mala calidad de las masas de agua (Cherrered & Chocad, 1990; Lee & Jones-Lee, 1993; Field & Pitt, 1990; Desbordes & Heiman, 1990).

Los efectos de dichos vertidos sobre las masas de agua continúa siendo uno de los mayores problemas de gestión en áreas urbanas de todo el mundo. Cada masa de agua va a presentar un determinado tipo de respuesta a las cargas de las DSU, dependiendo principalmente de los caudales base. Así, si una masa de agua presenta los caudales más

bajos su capacidad para recibir vertidos es mínima. Si dicha masa de agua tiene una temperatura alta, por una parte su capacidad de disolver oxígeno es baja y por otra los procesos biológicos se ven favorecidos, con la consecuente capacidad para transformar los contaminantes y consumir oxígeno disuelto. Así, la conjunción en un mismo momento de un río en época de estiaje y de un suceso de lluvia que produzca una DSU genera una situación de contaminación a la que algunos autores han denominado “estiaje húmedo” (Suárez, 1994). Esta es una situación extrema de contaminación totalmente transitoria cuyas consecuencias en la calidad de las masas de agua y los ecosistemas asociados son complejas. La Tabla 1 asocia los fenómenos de contaminación a las variables espacio y tiempo.

Impacto	Caracterización	Variable indicadora
Agudo (horas)	Hidráulica	Caudal, erosión del fondo, tensiones tangenciales
	Química	Sustancias tóxicas (NH ₃)
	Física	Sólidos en suspensión
	Bio-química	Descenso de OD en el agua
	Sanitaria	Bacterias, virus
	Estética	Material flotante, olores
Diferido (días)	Hidráulica	Capacidad de transporte de sedimentos
	Química	Sustancias tóxicas (NH ₃ , NO ₂ ⁻)
	Bio-química	Descenso de OD en los sedimentos
	Sanitaria	Bacterias, virus
	Estética	Flotantes, detritos, aceites
Acumulativo (meses, años)	Hidrológica	Régimen de caudales, morfología
	Química	Metales pesados, orgánicos habituales, sedimentos orgánicos e inorgánicos
	Bio-química	Descenso de oxígeno (eutrofización)

Tabla 1. Impactos de las Descargas de Sistemas Unitarios en los medios acuáticos receptores considerando la escala temporal. Fuente: (Lijklema et al., 1989).

La Tabla 1 muestra como una de las variables indicadoras de los impactos tanto agudos como diferidos como acumulativos de las descargas de los sistemas unitarios es la bajada de oxígeno disuelto, indicador que igualmente aparece afectado en el tipo de masa de agua río que se analiza en el presente estudio.

3.1.3. Impacto en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales

Además de los impactos en el medio receptor por las descargas de los sistemas unitarios, en episodios de lluvia la llegada de caudales elevados a las estaciones depuradoras puede ocasionar un efluente de baja calidad e incluso la puesta fuera de régimen del proceso biológico de las líneas de tratamiento.

La llegada de caudales punta en tiempo de lluvia conlleva una sobrecarga hidráulica y de contaminación lo que provoca unos significativos impactos en las líneas de tratamiento de

las Estaciones Depuradoras afectando a los rendimientos de las mismas y, por tanto, aumentando el riesgo de incumplimiento de los parámetros de calidad exigidos a los efluentes por la Directiva 91/271/CEE.

Se hace así necesario un redimensionamiento de algunos elementos de las líneas de tratamiento para adaptarse a los caudales en tiempo de lluvia así como una gestión específica de los mismos para minimizar los impactos.

3.1.4. Impacto de las aguas de lluvia en el aumento de los riesgos de inundación y la vulnerabilidad de las poblaciones

Existe una relación bidireccional entre la gestión de inundaciones y la gestión de las aguas de lluvia en las ciudades.

Por una parte, las inundaciones provocadas por las masas de agua superficiales afectarán al funcionamiento del sistema de saneamiento, cuyas principales infraestructuras suelen estar alineadas con los sistemas naturales de drenaje.

Algunas componentes esenciales como las EDAR, habitualmente situadas en zonas inundables con periodos de retorno inferiores a 50 años, pueden quedar fuera de servicio provocando graves impactos sobre los ecosistemas receptores. Por otra parte, en episodios de lluvia intensa, la falta de capacidad hidráulica del sistema, incapaz de transportar los caudales punta, puede provocar que la red de alcantarillado entre en presión aliviando el exceso de caudal por las tapas de alcantarillado, siendo el propio sistema de saneamiento el causante de la inundación.

Así, en un contexto de cambio climático, que anuncia el incremento de la frecuencia de fenómenos extremos como lluvias torrenciales, la minimización de la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas ante las inundaciones apunta hacia la necesidad de optimizar la convivencia de la red de drenaje artificial, mejorando su funcionamiento hidráulico y energético, y la red de drenaje natural, ganando espacio funcional para el río.

Se trata por tanto de reconocer y poner en valor las funciones esenciales de la red de drenaje natural (barrancos, arroyos, etc.) y/o antrópica (acequias de riego) para conseguir una mejora no sólo de la evacuación de la escorrentía urbana, sino también del ciclo natural del agua que sustenta las necesidades de la ciudad (recarga de acuíferos, reutilización, etc.).

En este sentido, el proceso de transposición de la Directiva de Inundaciones 2007/60/EC dejó abierta a cada Estado Miembro la inclusión de las inundaciones pluviales en el ámbito de aplicación de la Directiva. Así, países como Reino Unido, no así España, han incorporado las inundaciones pluviales lo que ha permitido avanzar más fácilmente hacia la integración de los SuDS en las políticas de ordenación del territorio y la coordinación de políticas multisectoriales y multicompetenciales.

3.2. Evolución de las soluciones propuestas y aplicadas frente a esta problemática

El primer acercamiento a resolución de esta problemática tuvo como objetivo prioritario minimizar los riesgos de inundación en las ciudades a través del diseño de la propia red. Ante el aumento constante del volumen de agua a evacuar, la alternativa fue un aumento proporcional de los diámetros empleados.

Esta primera solución fue eficaz para abordar la problemática de inundaciones aunque se comprobó que, a largo plazo, no era suficiente por sí misma. Así, el primer cambio de enfoque fue considerar las redes de tuberías, unitarias o separativas, como parte de un todo que hay que gestionar de manera completa e integrada en la búsqueda de soluciones, lo que habitualmente se denomina gestión integral del sistema de saneamiento. (Temprano, Suárez, Tejero.1998).

La gestión integral considera que el sistema de saneamiento está compuesto por la cuenca de aportación o cuenca vertiente, las redes de alcantarillado, las estaciones depuradoras de aguas residuales y las masas de agua receptoras. Se trata, por tanto de gestionar todo un sistema considerando las interacciones entre las distintas partes del mismo.

Actualmente, la consecución de una gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos se enfrenta a dos retos clave: Por una parte, reducir los volúmenes de escorrentía y retrasar su entrada en la red de saneamiento, y por otra, reducir la contaminación de los vertidos directos y minimizar la frecuencia de las descargas.

3.3. Los Sistemas de Drenaje Sostenible

3.3.1. El concepto de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible

La aprobación en 1972 en Estados Unidos del Clean Water Act marca el punto de partida de un nuevo enfoque en el drenaje urbano consistente en emplear técnicas que consideran e integran aspectos como cantidad de agua, calidad del agua y servicio a la sociedad. Este enfoque facilita el tránsito de gestionar las aguas de lluvia como un problema a hacerlo como una oportunidad para la generación de ciudades más sostenibles a largo plazo. El conjunto de técnicas que persiguen dichos objetivos se engloban bajo el nombre de Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS).

Así, como complemento al tratamiento convencional de las aguas pluviales, las recomendaciones internacionales (EC, 2012) promueven la implementación de Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS) al considerarlos sistemas de drenaje más flexibles y eficientes para gestionar los riesgos resultantes de la escorrentía urbana así como para contribuir a la mejora medioambiental de la cuenca urbana y los ecosistemas acuáticos receptores.

Los objetivos de los SuDS son minimizar los impactos del desarrollo urbano en la calidad y cantidad de las aguas de lluvia y maximizar las oportunidades recreativas y la mejora de la biodiversidad (Woods-Ballard et al., 2007).

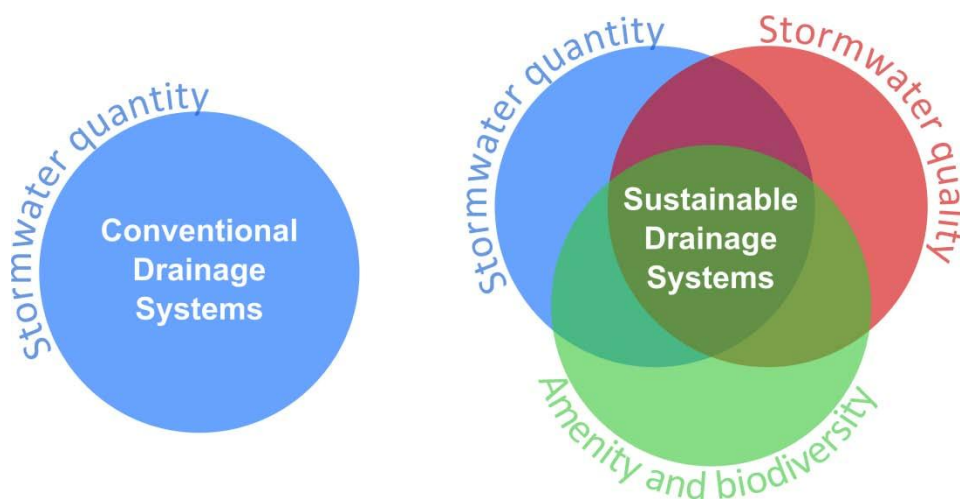


Figura 4 Comparación de objetivos entre los sistemas convencionales de drenaje y los Sistemas de Drenaje Sostenible.Fuente: Proyecto E2Stormed.

Existen varias diferencias clave del enfoque de los SuDS en relación al enfoque tradicional (Philip, 2011b). Por una parte, bajo el enfoque tradicional se centra en la gestión de caudales punta, dirigiendo las aguas de lluvia se dirigen tan rápido como sea posible lejos del lugar de origen para su vertido o, en el mejor de los casos, su tratamiento. El enfoque de los sistemas de drenaje sostenible busca retener y atenuar en origen los caudales pico y la contaminación asociada a los mismos, contemplando e integrando tanto aspectos de cantidad de agua como de calidad y mejora del medio ambiente urbano.

El control y tratamiento de las aguas de lluvia descentralizado utiliza, siempre que sea posible, sistemas naturales de tratamiento como los suelos, la vegetación o los estanques, evitando así la sobrecarga de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, permitiendo la recarga del acuífero y la restauración y protección de los ecosistemas urbanos.

Además, la atenuación y reducción de los caudales punta (figura 5) contribuyen a la disminución del riesgo de inundación de los núcleos urbanos y a la protección contra la erosión de los cauces fluviales, incorporando además nuevos recursos al ciclo integral del agua a través del aprovechamiento del agua de lluvia.

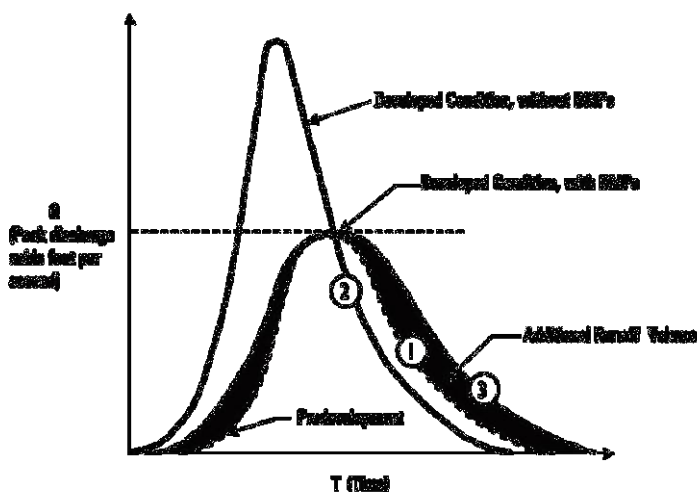


Figura 5. Respuesta hidrológica de una cuenca según grado de desarrollo urbano. Fuente: (Coffman, 1999)

Como se ve en la Figura 5, el hidrograma 3 muestra la respuesta de la cuenca urbanizada en la que se incluyen técnicas de control de puntas y protección frente a inundaciones. Aunque el caudal máximo sea igual al caudal máximo en las condiciones anteriores al desarrollo urbano, se presenta en la zona sombreada el incremento de volumen y duración del aguacero debido a la urbanización de la cuenca (Coffman, 1999).

3.3.2. Beneficios de los SUDS

La tabla 2 resume los principales beneficios de los distintos componentes de los SUDS frente al drenaje convencional.

Beneficios	Drenaje Convencional	Estructuras de detención	Áreas de Biorretención	Humedales artificiales	Balsas de detención	Filtros drenantes	Zanjas drenantes	Sistemas Geocelulares	Cubiertas vegetadas	Balsas de infiltración	Zanjas de infiltración	Otros sist. pretratamiento	Pavimentos Permeables	Jardines de lluvia	Edificios de infiltración
Control de la calidad del agua		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Control de la cantidad de agua	x	x	x	x				x	x					x	x
Remoción de contaminantes urbanos		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Restauración del ciclo hidrológico natural								x						x	
Reducción y atenuación de escorrentía urbana			x	x	x			x	x	x	x			x	x
Rápida remoción de la escorrentía	x	x				x	x								
Mejora del paisaje urbano				x					x					x	x
Prevención de la contaminación de las cargas de contaminación											x				
Protección de los medios receptores						x	x					x	x		
Recarga de acuíferos					x			x		x	x		x		
Reducción de los costes energéticos			x	x					x					x	x
Reducción de la demanda de agua															
Reducción del riesgo de inundaciones	x	x	x	x	x				x	x					x
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero			x	x					x					x	x
Reducción de sumideros														x	
Control en origen de los caudales														x	
Regulación de microclimas urbanos			x	x					x						x
Superficies secas tras episodios de lluvia	x	x												x	
Mejora del aislamiento térmico de los edificios									x						
Mejora de la salud pública			x		x	x								x	
Aumento del valor de la propiedad			x	x					x						x
Aumento del caudal de base			x		x				x						

Tabla 2. Beneficios de la implementación de las distintas tipologías de Sistemas de Drenaje Sostenible.

La gestión del agua en los municipios es una de las actividades gestionadas por los gobiernos locales que requiere un mayor consumo energético, pudiendo representar entorno al 35% del consumo municipal. La utilización de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SuDS) puede reducir el consumo energético de diversas formas.

Primero, la reducción del volumen de escorrentía que entra en la red de alcantarillado y la mejora de la calidad de la misma, reduce, en el caso de las redes unitarias, los costes asociados al tratamiento de las mismas en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales.

Por otra parte, el aprovechamiento de las aguas de lluvia para distintos usos reduce el uso de agua potable, por lo que se reduce la energía consumida en los procesos de tratamiento y aducción.

Además, los SUDS reducen el efecto “isla de calor” en la ciudad al aumentar las zonas verdes y mejorar el aislamiento de los edificios a través de cubiertas vegetadas. Finalmente,

los SUDS permiten la infiltración y el vertido al cauce, lo que reduce el volumen de agua de lluvia tratado y bombeado, produciendo un ahorro energético adicional. Así, la eficiencia energética asociada a la implementación de SuDS respalda la promoción de los mismos como estrategia efectiva de adaptación y mitigación del cambio climático (E2Stormed, 2015).

Como beneficio adicional, la implementación de SuDS permite incorporar nuevos usos recreativos y otros servicios ambientales en las ciudades.

Parece por tanto pertinente la incorporación de los SuDS como tecnologías complementarias de las infraestructuras convencionales desde las fases más tempranas del planeamiento urbano.

3.3.3. Experiencias internacionales en la aplicación de SuDS

En los Estados Unidos durante muchos años se enfocó la legislación en materia de drenaje urbano al problema de las inundaciones. No obstante, la progresiva concienciación durante las tres últimas décadas de la necesidad de mejorar la calidad de las aguas condujo a la aparición del concepto de Mejores Prácticas de gestión, conocidas como BMP por sus siglas en inglés Best Management Practices. Desde el desarrollo de las BMP, varios estados y gobiernos locales han adoptado un gran número de leyes, normativas y ordenanzas para fomentarlos u obligar a su utilización. Un proceso similar es el que se produjo en Australia a finales de la década de los 90, contando en la actualidad con normativa, legislación y manuales de diseño propios (Perales Momparler & Andrés-Domenech, 2006).

En Europa, la gestión de la escorrentía urbana se ha centrado en el control de las inundaciones, y no ha sido hasta hace aproximadamente 15 años cuando se ha empezado a tomar conciencia del problema de la contaminación difusa. A partir de entonces, comienzan a adoptarse criterios combinados de cantidad y calidad, intentando maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de las actuaciones.

La aplicación de SuDS está muy extendida en países del norte y centro de Europa. La experiencia europea en la aplicación de SuDS apunta a que los humedales artificiales, las balsas de detención y retención son las infraestructuras más utilizadas, resultando las zanjas de infiltración las que mejor comportamiento ofrecen en relación a la recarga potencial de los acuíferos y a la capacidad de remoción de contaminantes. Además, en términos globales la utilización de SUDS resulta en una reducción de los costes de tratamiento del 18% al 50% de los costes de los sistemas tradicionales. No obstante, los costes de capital inicial pueden ser elevados además de que los costes variarán considerablemente dependiendo de las condiciones locales (Deutsch et al., 2003).

En Reino Unido, los SuDS más comunes son los drenes filtrantes, las balsas de detención y los estanques de retención, cuya incorporación en los planes de drenaje se considera como una práctica habitual. Además se ha realizado un esfuerzo para hacer compatibles las directrices de Ordenación del Territorio y Urbanismo sobre la densidad de viviendas por hectárea con las necesidades para una gestión sostenible de las aguas de lluvia marcadas

por los índices de permeabilidad y las necesidades de espacio para la implementación de sistemas de control de la escorrentía en origen.

Por su parte en Alemania son comunes las zanjas filtrantes y las balsas de retención. Además, en algunos estados como en el Westfalia del Norte, las nuevas edificaciones y otras áreas pavimentadas deben contar con sus propios sistemas de tratamiento de las aguas de lluvia in-situ estableciendo estándares nacionales para las medidas de control de la escorrentía dependiendo del tipo de superficie impermeabilizada (ATV2002).

En Francia, la incorporación de los SuDS está muy extendida debido a la ocurrencia de inundaciones importantes en las últimas décadas. Así medidas como las balsas de retención, el uso de pavimentos permeables y la captación y aprovechamiento de las aguas de lluvia son prácticas habituales incorporadas en muchos casos como medidas obligatorias en el marco normativo regional o local como medidas para el control de inundaciones con beneficios económicos, estéticos y paisajísticos.

En países con climas fríos como Suecia y Dinamarca, los estanques de retención son usados frecuentemente para reducir los picos de caudal y para retener las cargas de contaminación de los sistemas separativos. Además las balsas de infiltración se utilizan para controlar tanto las aguas de lluvia como las aguas de deshielo ofreciendo además ventajas como áreas de depósito potenciales de nieve.

Finalmente, una medida habitual común en todos los países europeos es el baldeo de las calles como medida preventiva para la minimización de las cargas de contaminación de la escorrentía urbana (Deutsch et al., 2003).

3.3.4. La aplicación de los SUDS en España

Las infraestructuras más utilizadas en España para mejorar el funcionamiento del sistema de saneamiento en episodios de lluvia son los tanques de retención o tanques de tormenta, en combinación con las redes de alcantarillado convencionales (Puertas, Suárez, Anta, 2008).

Los tanques de tormenta se basan en la utilización de volúmenes de almacenamiento no solamente para minimizar el número de alivios, sino también para mejorar la calidad del efluente bien por almacenamiento de las aguas de primer lavado más contaminadas bien proporcionando un tratamiento de decantación en aquellas redes en las que el fenómeno del primer lavado no es importante. Estos tanques pueden situarse en los puntos de entrada al interceptor general, en la EDAR, o en algún punto intermedio. Su volumen, sus características y su ubicación dependen fundamentalmente de la capacidad de admisión del medio receptor.

La instalación de tanques de tormenta en las principales áreas metropolitanas españolas supone un importante avance en la resolución de la problemática de gestión de las aguas pluviales. Cabe destacar que el Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015 (PNCA), incluye una inversión de 3.106 millones de euros para tanques de tormenta, que supone un 16,3% de las inversiones totales y un 27,5% del presupuesto destinado a nuevas

actuaciones. Aunque en el momento de redacción del presente documento no existe un informe de seguimiento del grado de cumplimiento de los objetivos planteados en el PNCA, la previsión de inversión en tanques de tormenta muestra que las autoridades identifican la problemática de gestión de las aguas de lluvia como un problema cuya resolución es prioritaria.

A nivel de investigación aplicada, diversos grupos (IIAMA – Universidad Politécnica de Valencia, GITECO – Universidad de Cantabria, GEAMA – Universidade da Coruña, Universidad Politécnica de Granada) han monitorizado proyectos piloto de diferentes tipologías de SuDS (pavimentos permeables, cubiertas vegetadas, zanjas filtrantes, etc.) demostrando la eficiencia de los mismos en países con clima mediterráneo.

Por otra parte, se han publicado dos guías de referencia: La monografía sobre gestión de aguas de lluvia (CEDEX, 2008) y el Manual Nacional de recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta (MAGRAMA, 2014). Ambas referencias suponen un importante avance en el reconocimiento del reto actual de mejora del drenaje urbano. No obstante, aunque el primer manual si incluye los SuDS como elemento fundamental para la gestión sostenible de las aguas de lluvia, el segundo y más reciente, promueve los tanques de tormenta como elemento prioritario, reforzando una estrategia de intervención típica del enfoque convencional del drenaje urbano.

Entre otros posibles ejemplos, se puede indicar que en Valencia existen algunas experiencias piloto puntuales de implementación de SUDS que complementan la instalación de los tanques de tormenta. El proyecto AQUAVAL (2010-2013) implementó y monitorizó algunos SUDS en Valencia (Xátiva y Benaguasil). Los resultados muestran un alto rendimiento de los SUDS tanto en la atenuación de los caudales punta en episodios de lluvia, como en la reducción de las cargas de contaminación y la mejora de la eficiencia energética. La Figura nº 6 la figura muestra los resultados en relación al control de caudales punta de un pavimento permeable instalado en Benaguasil (Valencia).

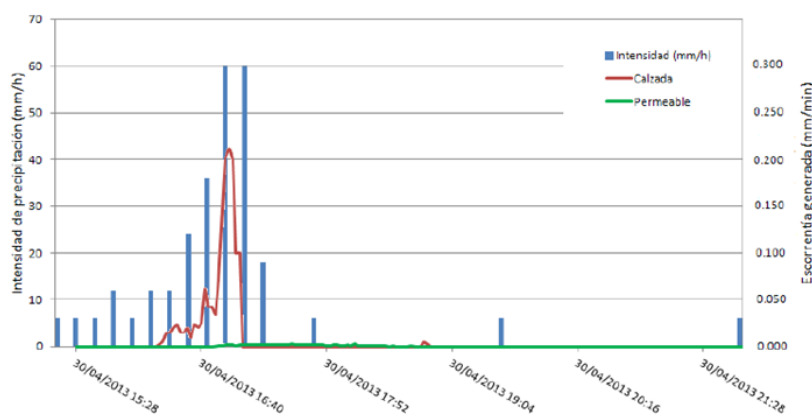


Figura 6. Comparación de la escorrentía generada en un pavimento permeable y en un pavimento convencional. Fuente: Proyecto AQUAVAL

Como se ve en la Figura 6, el pavimento permeable muestra un alto rendimiento volumétrico de más del 90%, gestionando por completo la escorrentía generada y retardando el vertido. Además la monitorización dio unos resultados muy positivos en términos de reducción de la contaminación, concluyendo que los pavimentos permeables son un importante filtro de contaminantes, evitando el vertido de materia orgánica y nutrientes tanto disueltos como particulados (Demostración de Benaguasil del proyecto AQUAVAL, 2013).

Por su parte, las Figuras 7 y 8 muestran los resultados de la monitorización de una cubierta vegetada en Benaguasil, con unos rendimientos volumétricos superiores al 50%. Además, en todos los casos se observa un desfase temporal entre el momento en que drenan las infraestructuras convencionales, y el momento en que empiezan a drenar los pilotos, constatándose el efecto laminador de los mismos.

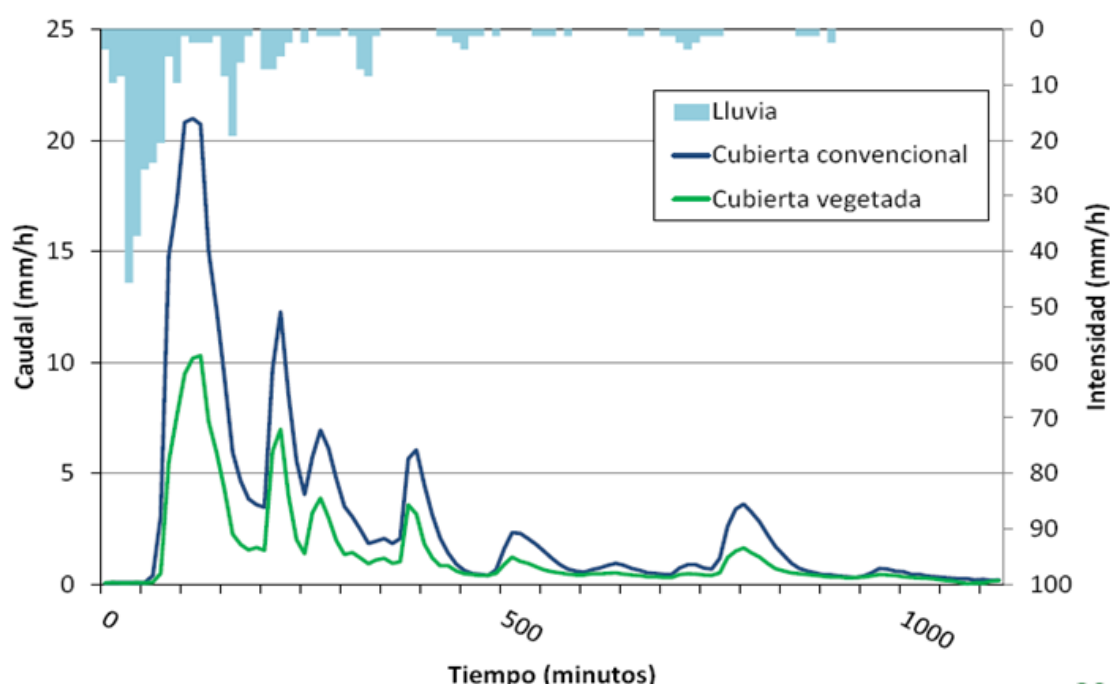


Figura 7. Comparación de la evolución de la escorrentía en cubierta convencional y cubierta vegetada en dos episodios de lluvia. Primer episodio. Fuente: Proyecto AQUAVAL

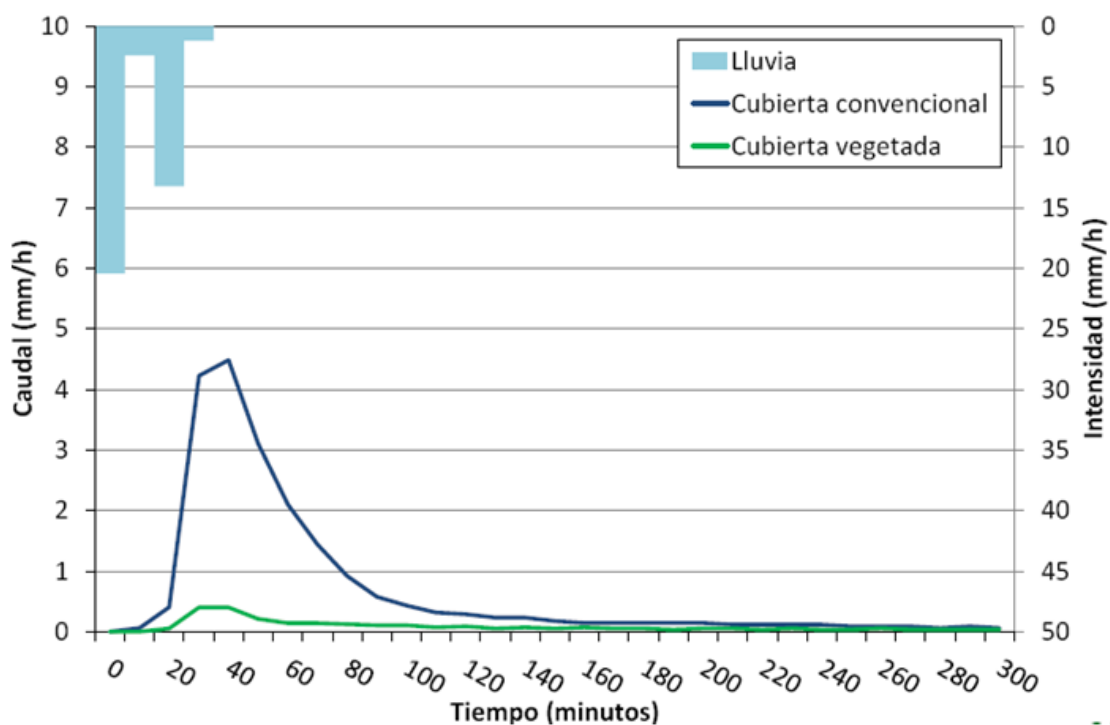


Figura 8. Comparación de la evolución de la escorrentía en cubierta convencional y cubierta vegetada en dos episodios de lluvia. Segundo episodio. Fuente: Proyecto AQUAVAL

A nivel normativo recientemente en España se ha avanzado en cuatro niveles:

- Primero, a nivel europeo, las principales normativas relacionadas con el drenaje urbano, la Directiva Marco del Agua (DMA 200/60/EC) y la Directiva de Vertidos (91/271/CEE) no contemplan explícitamente la problemática de la gestión del drenaje urbano en episodios de lluvia. No obstante el cumplimiento de sus objetivos, buen estado ecológico de las masas de agua y reducción de la contaminación de los vertidos respectivamente, para necesariamente por el control y minimización de los impactos del drenaje urbano. Por otra parte, en el marco de aplicación de la Directiva 2007/60/EC, se han elaborado los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación, que contemplan el grado de impermeabilización del suelo como una presión significativa. No obstante la transposición de la Directiva en España, al contrario que en otros Estados Miembro, no incorpora las inundaciones pluviales en su ámbito de aplicación, lo que habría permitido avanzar más fácilmente hacia la integración de los SuDS en el marco de las políticas de ordenación del territorio.
- Segundo, a nivel Estatal, la aprobación del Real Decreto 1290/2012 ha establecido la obligatoriedad de obtener una Autorización de vertido para los desbordamientos de los sistemas de saneamiento de ciudades con más de 50.000 habitantes equivalentes. Esto supone un avance significativo para la mejora del estado de las masas de agua. No obstante, el planteamiento sobre el que se basa esta iniciativa promueve una mejora en la gestión de las aguas de lluvia en el marco de la gestión hidráulica del sistema de saneamiento, dejando fuera otros aspectos transversales de igual importancia para conseguir una solución efectiva a la problemática. Por otra

parte, la aprobación del Real Decreto 638/2016 en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico incorpora en su artículo 126 ter. como criterio para el diseño de actuaciones en dominio público hidráulico que “las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos en general, deberán introducir sistemas de drenaje sostenible, tales como superficies y acabados permeables, de forma que el eventual incremento del riesgo de inundación se mitigue. A tal efecto, el expediente del desarrollo urbanístico deberá incluir un estudio hidrológico-hidráulico que lo justifique.”

- Tercero, a nivel Autonómico destacan distintos Planes de Ordenación Territorial como el POT de la comunidad foral de Navarra o la Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) y el Plan de Acción para la prevención del riesgo de inundación (PATRICOVA) de la Comunitat Valenciana. El título primero de la LOTUP aborda la problemática de la infraestructura verde, el paisaje y la ocupación racional del territorio. La ley explicita, como impulsan las directrices europeas, que la infraestructura verde se potencie en ámbitos urbanos y urbanizables, alcanzando, entre muchos otros objetivos, mejorar la calidad de vida de las personas en las áreas urbanas fomentando una ordenación sostenible del medio ambiente urbano. El PATRICOVA concreta mucho más en materia de gestión de aguas pluviales y en su artículo 23 estipula que, en el diseño de la infraestructura verde como actuación de defensa frente al riesgo de inundación, se fomentará el uso de SuDS. (Perales, S., Andres-Domenech, I., 2015)
- Cuarto, a nivel municipal, algunas ciudades como Madrid, Barcelona, Vitoria, Aranguren, Ayegui, Lekumberri, Castejón, etc., promueven en sus ordenanzas municipales la incorporación de SuDS en el planeamiento urbano a través de diversas medidas como la obligatoriedad de uso de un porcentaje determinado de superficies permeables en espacios libres, la captación y reutilización del agua de lluvia para el riego de zonas verdes o en las viviendas unifamiliares. Para ello en muchos casos se ofrecen unas normas técnicas municipales para el diseño y dimensionamiento de las instalaciones. No obstante no existen a nivel estatal unas normas técnicas consensuadas que sirvan de guía para todos los municipios españoles.

3.3.5. Retos para una implementación amplia y efectiva de los SUDS

De la revisión de las experiencias internacionales se concluye que existen tres elementos clave para la efectiva incorporación de los SuDS en el proceso de diseño urbano, como se muestra en la figura 9:



Figura 9. Elementos clave para la incorporación de SuDS en el proceso de desarrollo urbano. Fuente: Elaboración propia.

Por una parte, la consolidación de un marco normativo que facilite su implantación en el proceso de ordenación territorial y urbanística. Es necesario contar con ordenanzas municipales que incluyan una filosofía y un articulado inequívoco para la promoción de SUDS, definiendo normas técnicas para su estudio y diseño en cada proyecto de nueva urbanización. Además es necesario desarrollar un marco normativo a nivel estatal en el que se definan estándares intermitentes de emisión adaptados a la naturaleza de los vertidos de los sistemas de saneamiento en tiempos de lluvia y a las características de cada medio receptor, así como unas normas técnicas que definan los criterios de diseño de las infraestructuras de saneamiento coherentes con dichos estándares.

Por otra parte, la aplicación de instrumentos económicos que respondan a un triple objetivo: incentivar/penalizar las buenas/malas prácticas en la gestión de las aguas de lluvia, establecer mecanismos de financiación de las actuaciones y fomentar la racionalidad económica el ámbito de la ordenación del territorio y la gestión del agua. Para ello los instrumentos económicos deben contar con una base imponible que relacione el origen del problema, la impermeabilización de la cuenca urbana, con la solución al mismo, la implementación de SUDS.

Finalmente, el desarrollo de mecanismos de coordinación institucional y participación ciudadana: Para la gestión integral del agua de lluvia en los entornos urbanos es necesario contar con órganos efectivos de coordinación intersectorial (agua, urbanismo, ordenación del territorio, economía, medio receptor, marco normativo), intercompetencial (municipal, autonómico y estatal) e interdisciplinar. Para garantizar la aceptabilidad y la durabilidad de las medidas que se implementen se deben igualmente promover procesos de participación ciudadana activa en el diagnóstico, diseño e implementación de los planes de gestión integral de las aguas de lluvia.

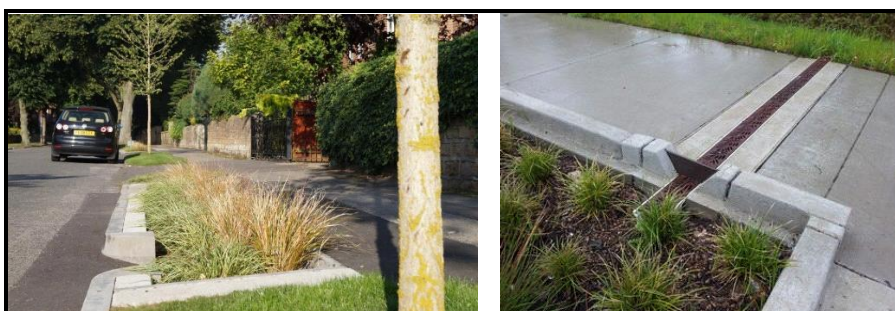


Figura 10. Algunas medidas de drenaje urbano sostenible. Fuente: Susdrain.org

3.4. Un nuevo marco para los SUDS y otras medidas basadas en la naturaleza: las infraestructuras verdes

3.4.1. El concepto de infraestructuras verdes

Los sistemas drenaje urbano sostenible forman parte de un innovador enfoque, más amplio, en el cual cabe incluir los SUDS y otras medidas basadas en la naturaleza: las infraestructuras verdes.

Una red de ecosistemas saludables a menudo ofrece alternativas rentables a la infraestructura "gris" tradicional y ofrece muchos otros beneficios tanto para los ciudadanos como para la biodiversidad, razón por la que la Unión Europea está promoviendo en los últimos años el uso de infraestructuras verdes, basadas en la naturaleza.

La infraestructura verde es una red planificada estratégicamente de áreas naturales y seminaturales con otras características ambientales diseñadas y administradas para brindar una amplia gama de servicios ecosistémicos como la purificación del agua, la calidad del aire, el espacio para la recreación y la mitigación y adaptación climáticas. Esta red de espacios verdes (tierra) y azules (agua) puede mejorar las condiciones ambientales y, por lo tanto, la salud y la calidad de vida de los ciudadanos. También apoya una economía verde, crea oportunidades de trabajo y mejora la biodiversidad. La red Natura 2000 constituye la columna vertebral de la infraestructura verde de la UE, pero hay otras muchas infraestructuras verdes a ésta y a otras escalas, como los ríos, lagos y humedales, los corredores ecológicos, los espacios naturales, las zonas verdes urbanas y los sistemas de drenaje sostenible.

La planificación de infraestructura verde es una herramienta probada con éxito para proporcionar beneficios ambientales, económicos y sociales a través de soluciones naturales y ayuda a reducir la dependencia de una infraestructura 'gris' que a menudo es más costosa de construir y mantener.

La Comisión Europea ha desarrollado una Estrategia de Infraestructura Verde. Esta estrategia tiene como objetivo garantizar que la protección, la restauración, la creación y la mejora de la infraestructura ecológica se conviertan en una parte integral de la planificación espacial y el desarrollo territorial siempre que ofrezca una mejor alternativa, o sea complementaria, a las opciones grises estándar.

El concepto de infraestructura verde surge de la necesidad de mantener la capacidad de la naturaleza para proveernos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad. Por tanto, las infraestructuras verdes se crearán con el objetivo de conectar los actuales espacios naturales protegidos, facilitando el libre desplazamiento de las especies entre ellos y la propia y necesaria existencia de muchas de esas especies fuera de los mismos. Igualmente desempeñarán un importante papel en la lucha contra el cambio climático. Este nuevo enfoque se enmarca dentro de los objetivos del Plan Estratégico para la Diversidad

Biológica 2011-2020, en el que la Comisión Europea se ha comprometido a restaurar el 15% de los ecosistemas degradados de la Unión Europea.

Los recursos hídricos y el territorio que estos ocupan son elementos idóneos para aplicar las políticas que desarrollarán este concepto en Europa. Por ejemplo, la recuperación de parte de las llanuras de inundación de los ríos y espacios de ribera, puede compaginar la regeneración natural de estos espacios y sus funciones y servicios ecosistémicos, con la amortiguación de los riesgos y los efectos económicos negativos de las crecidas de los ríos. A la vez, en estos humedales temporales es posible mejorar la calidad de las aguas, recargar acuíferos, etc.

Otra forma de infraestructura verde asociada directamente a los cursos fluviales son las bandas de vegetación. Estas, no sólo permiten generar corredores ecológicos que favorecen la interconexión entre los hábitats naturales de los territorios, sino que contribuyen a consolidar las márgenes fluviales, disminuir la velocidad de flujo en crecidas, capturar excesos de sedimentos de fenómenos erosivos y reducir la contaminación difusa, reteniendo nutrientes procedentes de la agricultura principalmente. Por ello, la consideración del concepto de infraestructura verde debería estar muy presente en los Planes Hidrológicos de Cuenca, ya que a través de estos Planes se puede desarrollar ampliamente este concepto.

Si atendemos al período de planificación 2009-2015, como en otros muchos aspectos, el retraso en la elaboración y aprobación de los planes ha supuesto una oportunidad perdida para dar impulso a la creación de infraestructuras verdes. Este concepto no aparece recogido en la redacción de los planes de forma generalizada. Hay algunas excepciones, entre las que cabe destacar el proyecto LIFE SEGURA RIVERLIK, cuyo principal objetivo es extrapolar los resultados de diversas técnicas de mejora y restauración de los ecosistemas fluviales previamente ensayadas, al Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, con la finalidad de mejorar la interconexión entre espacios protegidos y la calidad de dichos ecosistemas.

No obstante, debe tenerse en cuenta que algunas confederaciones sí han incorporado en sus planes hidrológicos medidas que, sin haber sido denominadas como tales por la novedad del concepto, podrían considerarse de infraestructuras verdes. Esto enlaza con la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, que según el documento del Ministerio que refleja sus propias bases, también debería quedar integrada en los Planes de Cuenca. Sin embargo no en todas las demarcaciones su aplicación ha contado con el impulso que habría sido deseable y son pocos los proyectos que podrían considerarse de infraestructuras verdes.

A la vista del análisis anterior, la incorporación de las infraestructuras verdes será un elemento novedoso y un nuevo reto en los Planes Hidrológicos del próximo período de planificación 2016-2021. No debería perderse esta nueva oportunidad para su incorporación y habrá que sumar estos proyectos al resto de actuaciones que promuevan el desarrollo de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (MAGRAMA, 2010), en el caso

de las cuencas dependientes del Estado. Y de igual manera a los proyectos, medidas o estrategias de restauración de cuencas cuyas competencias estén transferidas a las autonomías. Por otro lado, los Planes de Prevención del Riesgo de Inundaciones, que por mandato de la Directiva de Inundaciones tienen que estar terminados a finales del 2015, suponen también una oportunidad muy buena para el desarrollo de las infraestructuras verdes.

En relación con los SUDS, no cabe duda de que el drenaje urbano es un elemento esencial a la hora de poner en valor las Infraestructuras verdes de cualquier ciudad o espacio urbano. Una gestión innovadora del drenaje urbano permite incorporar múltiples servicios ecosistémicos en el entorno urbano, entre otros, frenar la isla de calor, aumentar y mejorar la biodiversidad o ampliar los espacios verdes de la ciudad. Sin embargo, en la mayoría de los casos los instrumentos de planificación y gestión territorial, incluyendo los planes de ordenación territorial, los planes directores de infraestructuras verdes y los planes generales municipales de ordenación, no establecen ninguna conexión entre la red de drenaje natural, la red de drenaje artificial (sistema de saneamiento, canalizaciones, redes de acequias), el planeamiento urbano y el medio receptor (ríos y otros cauces y acuíferos aluviales).

Es fundamental aplicar un enfoque integrado del drenaje, desde la ordenación del territorio, que entienda el drenaje urbano como un elemento que rebase la gestión de las infraestructuras de saneamiento. Esto permitirá aprovechar las potencialidades de la red drenaje natural y artificial de la ciudad (por ejemplo utilizar zonas de drenaje natural para laminar las puntas de escorrentía urbana, recargar acuíferos o frenar puntas de contaminación térmica en las masas de agua subterráneas) y minimizar las afecciones entre ambas (p.e. evitar la entrada de escorrentía de zonas naturales o de la red de acequias en el sistema de saneamiento).

3.4.2. El concepto de soluciones basadas en la naturaleza

Las soluciones basadas en la naturaleza tienen como objetivo ayudar a las sociedades a abordar una variedad de desafíos ambientales, sociales y económicos de manera sostenible. Son acciones inspiradas, respaldadas o copiadas de la naturaleza. Algunos implican el uso y la mejora de las soluciones naturales existentes para los desafíos, mientras que otros están explorando soluciones más novedosas, por ejemplo imitando cómo los organismos no humanos y las comunidades hacen frente a los extremos ambientales.

Las soluciones basadas en la naturaleza utilizan las características y los complejos procesos de sistema de la naturaleza, como la capacidad de almacenar carbono y regular el flujo de agua, para lograr los resultados deseados, como la reducción del riesgo de desastres, el mejoramiento del bienestar humano y el crecimiento verde socialmente inclusivo. Por lo tanto, mantener y mejorar el capital natural es de importancia crucial, ya que constituye la base para implementar soluciones. Estas soluciones basadas en la naturaleza idealmente son energéticamente eficientes en el uso de los recursos y resilientes al cambio, pero para ser exitosas deben adaptarse a las condiciones locales.



El uso de infraestructuras verdes, entre las cuales se sitúan los SUDS, forman parte de las soluciones basadas en la naturaleza, de creciente interés en Europa y en el ámbito internacional.

3.4.3. El concepto de medidas naturales de retención de agua





Las medidas naturales de retención de agua (NWRM) son medidas multifuncionales que apuntan a proteger y gestionar los recursos hídricos y abordar los desafíos relacionados con el agua restaurando o manteniendo los ecosistemas, así como las características y características naturales de los cuerpos de agua utilizando medios y procesos naturales. Su objetivo principal es mejorar, así como preservar, la capacidad de retención de agua de los acuíferos, el suelo y los ecosistemas con miras a mejorar su estado.

Las NWRM tienen el potencial de proporcionar múltiples beneficios (consulte la tabla de beneficios), incluida la reducción del riesgo de inundaciones y sequías, la mejora de la calidad del agua, la recarga de aguas subterráneas y la mejora del hábitat. La aplicación de NWRM apoya la infraestructura verde, mejora o preserva el estado cuantitativo de las aguas superficiales y subterráneas y puede afectar positivamente el estado químico y ecológico de las masas de agua mediante la restauración o mejora del funcionamiento natural de los ecosistemas y los servicios que proporcionan (ver servicios ecosistémicos) . Los ecosistemas preservados o restaurados pueden contribuir tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático.

La aplicación en los espacios urbanos de parte de las medidas naturales de retención de agua se corresponden con los SUDS (si bien se incluyen otras que no forman parte de los SUDS, como la captación de agua de lluvia para abastecimiento). Las NWRM identificadas en el medio urbano incluyen las siguientes (tabla 3):

Código	Medida	Ejemplo ilustrado
U01	Techos verdes	
U02	Captación de agua de lluvia	

<p>U03</p>	<p>Superficies permeables</p>	
<p>U04</p>	<p>Cauces y drenajes urbanos someros y vegetados</p>	
<p>U05</p>	<p>Canales y arroyos urbanos</p>	
<p>U06</p>	<p>Bandas de infiltración</p>	 <p>station 57: small filter strip in urban s</p>

<p>U07</p>	<p>Estructuras de disipación de tormentas</p>	
<p>U08</p>	<p>Zanjas de infiltración</p>	
<p>U09</p>	<p>Jardines de lluvia</p>	
<p>U10</p>	<p>Microcuencas de acumulación</p>	


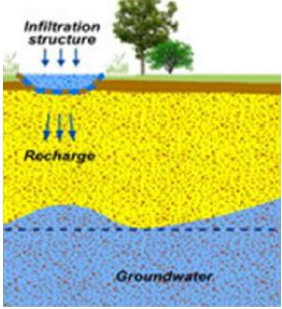
U11	Estanques de retención	
U12	Cuencas de infiltración	

Tabla 3. Medidas Naturales de Retención de Agua de aplicación en el medio urbano. Fuente: www.nwrm.eu

4. Conclusiones y propuestas generales

- En España en la última década se ha avanzado de manera significativa en el reconocimiento de la necesidad de avanzar hacia una correcta gestión de las aguas de lluvia en entornos urbanos promoviendo principalmente la instalación de tanques de tormenta en los sistemas de saneamiento. No obstante, las experiencias previas en otras ciudades del mundo demuestran que los tanques de tormenta, por sí mismos, no resuelven el problema en su totalidad y son necesarias actuaciones más integrales a distintos niveles (local, regional y nacional) y en diversos ámbitos (normativo, económico, urbanístico, etc.) dirigidos a la prevención y a la mitigación de los impactos de las aguas de lluvia en las aglomeraciones urbanas.
- Una vez probado el correcto funcionamiento de los SuDS en clima mediterráneo, el contexto español presenta una oportunidad única para complementar las infraestructuras grises (tanques de tormenta) con infraestructuras verdes (SuDS).
- La incorporación de los SuDS como elementos habituales en el planeamiento urbano no sólo garantiza un funcionamiento eficiente del sistema de drenaje de la ciudad, sino que también aportan diversos servicios ecosistémicos que permiten mejorar la calidad de vida en las ciudades.
- Los sistemas de drenaje sostenibles deberían ocupar un espacio fundamental en los planes directores de infraestructuras, los planes de gestión del riesgo de inundaciones y los planes generales municipales de ordenación.
- Para impulsar este proceso de transición en España es fundamental el desarrollo de un marco técnico y normativo, la puesta en marcha de mecanismos de financiación,

y la mejora de la gobernanza de las aguas pluviales, tomando el protagonismo las administraciones locales.

- De la misma forma, con el fin de impulsar dicho proceso, se han de poner en marcha proyectos piloto de distintas tipologías de SuDS que permitan contrastar su funcionamiento en la ciudad (monitorización) y definir una norma técnica para su incorporación como elemento habitual del planeamiento urbano, adaptada a cada caso.
- Igualmente es imprescindible una buena coordinación entre las acciones a implementar en el sistema de saneamiento (tanques de tormenta, depósitos de laminación, etc.) y las medidas adoptadas en el ámbito del urbanismo que mejorarán el drenaje de la ciudad (permeabilización de calles, cubiertas vegetadas, etc.). La coordinación de ambas medidas, partiendo de un diagnóstico compartido, es indispensable para garantizar la eficacia y eficiencia de las acciones a llevar a cabo en materia de drenaje urbano.
- Se proponen mejoras en el marco normativo que incorporen en las ordenanzas municipales los elementos necesarios para garantizar un desarrollo urbanístico sostenible.
- Igualmente son necesarias líneas de actuación en el ámbito económico, basadas en un análisis de las tasas existentes y la propuesta de nuevos elementos económicos para la gestión racional de las aguas de lluvia.
- Finalmente es importante poner en marcha procesos de participación ciudadana en todas las fases del proceso (identificación de la problemática, diagnóstico, búsqueda de soluciones, seguimiento y evaluación).

5. Referencias

5.1. Referencias y bibliografía consultada

Aquaval Project (2013). La gestión eficiente del agua de lluvia en entornos urbanos. <http://www.aquavalproject.eu/>

Aqua-Riba (2015). Guía para la incorporación de la gestión sostenible del agua en áreas urbanas. Aplicación a la rehabilitación de barriadas en Andalucía. Universidad de Sevilla.

Fundación Nueva Cultura del Agua (2016). Conclusiones del IX Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua: Agua, ciudad y salud de los ecosistemas: Integrando perspectivas, proponiendo soluciones."

Lara, A. (2016). Metodología para la gestión eointegradora y participativa del ciclo del agua en el espacio habitado. Aplicación al caso del barrio de las Huertas, Sevilla. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

MAGRAMA (2010). Restauración de ríos. Bases de la estrategia nacional de restauración de ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Soriano, L. (2015). Indicadores de Sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en entornos urbanos. Aplicación a la ciudad de Zaragoza. Tesis Doctoral. ETSICCP, Universidad Politécnica de Madrid.

VamBegin, G. (Coord.) (2011). Kit de Capacitación SWITCH. Gestión integral del agua urbana para la ciudad del futuro. ICLEI European Secretariat. Friburgo (Alemania): <http://www.switchtraining.eu/espanol/> (Consultado el 28 de octubre de 2016).

5.2. Páginas web de interés

www.nwrm.eu

http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/strategy/index_en.htm

E2Stormed (2015). <http://www.e2stormed.eu/>

<http://drenajeurbanosostenible.org/tecnicas-de-drenaje-sostenible/>

<https://www.iucn.org/node/28778>

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/Infraestructura_verde.aspx



Jornada RedSuDS 2017

Retos y futuro de los SuDS en España

Madrid, 30 de marzo de 2017

Retos y futuro de los SuDS en España

Presentación

RedSuDS es una red de colaboración que nació en 2008 de un proyecto de difusión llevado a cabo por el **Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción (GITECO) de la Universidad de Cantabria**, con el apoyo de la Sociedad Regional de I+D+i de Cantabria. Actualmente, RedSuDS es fundamentalmente un grupo de LinkedIn que pretende ser un foro para la discusión y la difusión del conocimiento que permita la generalización del uso de los **Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS)** en España.

En 2016, el grupo GITECO de la Universidad de Cantabria y el **Instituto de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València** han iniciado el desarrollo conjunto del proyecto SUPRIS (Superficies Urbanas Permeables, Resilientes, Inteligentes y Sostenibles) financiado por el Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad del Ministerio de Economía. En el marco de este proyecto, ambos grupos, con la colaboración de **Green Blue Management** (Ente Promotor-Observador del proyecto), han decidido relanzar RedSuDS con el objetivo de impulsar el cambio de paradigma en España desde la óptica convencional del drenaje urbano hacia un drenaje que incorpore a los SuDS como solución habitual.

El objetivo que se persigue con RedSuDS es consolidar un grupo de profesionales interesados en los SuDS para impulsar el cambio en España e intentar vencer las barreras institucionales que todavía hoy dificultan el cambio. La experiencia británica de **SUDSnet** es un excelente ejemplo de cómo una red de profesionales sobre un tema específico puede colaborar efectivamente a dicho impulso.

La **Jornada RedSuDS 2017** pretende retomar la red y juntar a profesionales de la Administración, el mundo empresarial y la Universidad y centros de investigación en un foro de discusión que establezca una panorámica actual de los SuDS en España e identifique las prioridades fundamentales a corto y medio plazo. La Jornada se articula en torno a cuatro mesas redondas de debate: el desarrollo actual de los SuDS en España, avances y retos científico-técnicos de los SuDS, el cambio de paradigma en el drenaje urbano y el futuro de los SuDS en la renovación y regeneración urbana. Además, la jornada se completa con una sesión de pósteres invitados y una exposición por parte de la industria de los SuDS.

Ignacio Andrés Doménech. IIAMA Universitat Politècnica de València.

Jorge Rodríguez Hernández. GITECO Universidad de Cantabria.

Sara Perales Momparler. Green Blue Management.

Organizadores de la Jornada RedSuDS 2017.

Retos y futuro de los SuDS en España

Programa

09.00 Recepción

09.30 **Inauguración de la Jornada RedSuDS 2017**

Liana Ardiles López

Directora General del Agua. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Silvia Villacañas Beades

Directora General de Estrategia de Regeneración Urbana. Ayuntamiento de Madrid.

Vicent Esteban Chaparria

Presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

10.00 **Presentación y panorámica de los SuDS en España**

Ignacio Andrés Doménech. IIAMA Universitat Politècnica de València.

Jorge Rodríguez Hernández. GITECO Universidad de Cantabria.

Sara Perales Momparler. Green Blue Management.

10:30 **El desarrollo actual de los SuDS en España**

Moderador: Manuel de Pazos Liaño. Ayuntamiento de Madrid.

Ponentes: Pedro P. Peris. Ayuntamiento de Benaguasil.

Joseba Rodríguez Bayón. Ayuntamiento de Donostia.

Roberto Soto Fernández. Ayuntamiento de Barcelona.

Laura de la Fuente García. Ayuntamiento de Valencia.

11.30 Pausa café y **sesión de pósteres invitados**

12:00 **Avances y retos científico-técnicos de los SuDS**

Moderador: Ignacio Andrés Doménech. IIAMA Universitat Politècnica de València.

Ponentes: M. Isabel Rodríguez Rojas. Universidad de Granada.

Luis Ángel Sañudo Fontaneda. Universidad de Oviedo.

Joaquín Suárez López. Universidade da Coruña.

Montse Martínez Puente. AIRCUD Suez Advanced Solutions.

13.00 **El cambio de paradigma en el drenaje urbano**

Moderador: Sara Perales Momparler. Green Blue Management.

Ponentes: Marta Mañá Bonfill. Confederación Hidrográfica del Júcar.

Niall Tynan. Servicios ambientales Ugarbi.

Mónica Mallavia Palacios. Medio ambiente, agua, residuos y energía de Cantabria, SA.

Ángela Lara García. Investigadora en Agua Urbana.

14.00 Comida y visita a los expositores de **la industria de los SuDS**

15.30 **El futuro de los SuDS en la renovación y regeneración urbana**

Moderador: Gabino Carballo. Parcs i Jardins Ayuntamiento de Barcelona.

Ponentes: Daniel Jato Espino. GITECO Universidad de Cantabria.

Pedro Lasa. Atlantis SUDS.

Susana Canogar. Asociación Española de Paisajistas.

Luis Irastorza. Comité Ciudad Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P.

16.30 **Conclusiones**

17.00 Fin de la Jornada RedSuDS 2017

Retos y futuro de los SuDS en España

Inscripción

La asistencia a la Jornada RedSuDS 2017 es **gratuita** hasta agotar el límite de aforo. Inscripción en este [enlace](#).

Lugar

Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
C/ General Arrando 38 - Madrid

Organizan



Co-organiza



Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Patrocinan



Colaboran



La Jornada RedSuDS se organiza en el marco del proyecto SUPRIS (Superficies Urbanas Permeables, Resilientes, Inteligentes y Sostenibles) a través de los subproyectos SUPRIS-SUReS (Ref. BIA2015-65240-C2-1-R MINECO/FEDER, UE) y SUPRIS-SUPeI (Ref. BIA2015-65240-C2-2-R MINECO/FEDER, UE) financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad a través de los Presupuestos Generales del Estado y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Col·loqui /debat

GESTIONAR LES AIGÜES DE PLUJA SENSE DESTRUIR L'HORTA

(Alternatives a l'assarb de Godella i Rocafort)



**DIJOUS 11 DE
MAIG A LES
19:30
VILLA TERESITA,
GODELLA**

PARTICIPANTS

- Lucía Soriano, Enginyera de Camins Canals i Ports, **Fundació Nova Cultura de l'Aigua**
- Eva Tudela, Presidenta d'**Acció Ecologista-Agró**
- Josep Gavaldà, **Per l'Horta**
- Representant de la **Generalitat** (Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient , Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural)
- Representant de l'**Ajuntament de Godella**
- Representant de l'**Ajuntament de Rocafort**

Modera Lucía Moreno, Acció Ecologista-Agró



REPUBLIC OF ESTONIA
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT



Nature-based Solutions for more sustainable and resilient societies

6 November 2017, 18:45 – 21:00, European Parliament, Brussels, Room P4B001

Co-hosted by

Benedek Jávor, Jo Leinen, Gerben-Jan Gerbrandy,
Jose Inacio Faria, Bas Eickhout - Members of the European Parliament

in partnership with:

the EU Presidencies Estonia, Bulgaria and Austria
European Commission, Directorate General for Research and Innovation
International Union for Conservation of Nature, European Regional Office



Healthy ecosystems are the foundation of a sustainable economy and the well-being of society and business. This event aims to highlight opportunities for innovating with nature, using cost-effective and flexible solutions and for developing new partnerships for action in Europe.

Join a diverse audience, including representatives from EU institutions, governments, NGOs, civil society, the scientific community and the business sector, taking part in this exchange on how nature-based solutions can make Europe a safe, diverse, resilient and healthy place that thrives.

Agenda

- 18.45 – 18.55 Welcome word by **Benedek Jávör**, Member of the European Parliament and **Luc Bas**, Director IUCN European Regional Office
- 18:55– 19:05 Highlights “*Conference Nature-based Solutions: From Innovation to Common-use*” by Deputy Director General **Ado Lõhmus** of the Estonian Ministry of the Environment
- 19:05 – 19:15 Keynote speech by **Tom Bosschaert**, Director Except Integrated Sustainability
- 19:15 – 19:35 Dialogue speakers, audience, the Institute for European Environmental Policy (tbc) and Members of European Parliament – the opportunities of Nature-based Solutions for society and economy (part I)
- 19:35 – 19:45 Keynote speech by **Leen Gorissen**, Innovation Biologist, Transition Expert & Founder of Studio Transitio
- 19:45 – 19:55 Keynote speech by **Peter White**, Chief Operating Officer, World Business Council for Sustainable Development
- 19.55 – 20.20 Dialogue speakers, audience, the European Parliamentary Research Service and Members of European Parliament – the opportunities of Nature-based Solutions for society and economy (part II)
- 20.20 – 20:30 Concluding remarks by representative of the European Commission, DG Research and Innovation, **Patrick Child**, Deputy Director General (tbc)

Moderation: Chantal van Ham, EU Programme Manager Nature Based Solutions IUCN European Regional Office

From 20:30 -21:00 Networking Drink

For registration: <https://goo.gl/forms/VKx3MY53iWq0HxQk1>