

PROGRAMA “LA CIUDAD AMABLE”  
**JORNADA DE TRABAJO:**  
**La Arquitectura del Espacio Público**  
5 JUNIO 2014 - ANTIGUO CONVENTO DE SANTA MARÍA DE LOS REYES

# Tecnologías Sostenibles de Drenaje Urbano

---

PONENTES PERTENECIENTES AL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN **AQUA-RIBA**:

**Ángela Lara García** (GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIEST / HUM 396. UNIVERSIDAD DE SEVILLA)

**Ana Prieto Thomas** (GRUPO DE INVESTIGACIÓN TEP 130. UNIVERSIDAD DE SEVILLA)

PROMUEVE:



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
**CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA**

# INDICE

1. **INTRODUCCIÓN: ENFOQUE GENERAL DEL PROBLEMA DESDE EL PROYECTO “AQUA-RIBA”**
2. **LA PROBLEMÁTICA DE LAS AGUAS PLUVIALES**
3. **PROPUESTA DE ENFOQUE METODOLÓGICO PARA FUTURAS ACTUACIONES. UN PROCESO PROYECTUAL INTEGRADOR Y PARTICIPATIVO**
  - 3.1 ESTUDIO PREVIO DE LAS CONDICIONES DE CONTEXTO Y DE USO
  - 3.2. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN: DRENAJE TRADICIONAL *VERSUS* DRENAJE SOSTENIBLE
4. **SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)**
  - 4.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS
  - 4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUDS
  - 4.3. TECNOLOGÍAS Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS. EJEMPLOS DE INTERVENCIÓN
5. **CONCLUSIONES**
6. **BIBLIOGRAFÍA**

# 1. INTRODUCCIÓN: ENFOQUE GENERAL DEL PROBLEMA DESDE EL PROYECTO “AQUA-RIBA”

## DENOMINACIÓN Y TIPO DE PROYECTO

**AQUA-RIBA Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.**

Proyecto de investigación I+D+i relativo al ámbito competencial de la Consejería de Fomento y Vivienda para los años 2012-2013. Junta de Andalucía.

## EQUIPO INVESTIGADOR

**Dr. Leandro del Moral Ituarte (Grupo Giest) -Investigador Principal**

**Dr. Jaime Navarro Casas (TEP 130)**

**Dr. Julián Lebrato Martínez (Grupo TAR)**

**Dra. Laura Pozo Morales (Grupo TAR)**

**Ana Prieto Thomas (TEP 130)**

**Jaime Morell Sastre (AEOPAS)**

**Ángela Lara García**

**Manuel López Peña**

**Lucía Otero Monrosi**

**Ana Jiménez Talavera (ECOTONO)**

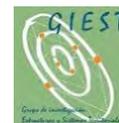
**Antonio Moreno (CRAC)**

**Luis Navarro (TARACEAS)**

PROMUEVE:



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



PARTICIPAN:

**AQUA-RIBA**

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación pretende convertirse en **una herramienta para contextualizar en el territorio andaluz los planteamientos conceptuales, metodológicos e instrumentales que permitan una efectiva incorporación del enfoque eco-integrador y adaptativo en la gestión del ciclo urbano del agua** y, en concreto, en los proyectos de rehabilitación arquitectónica y urbana en Andalucía.

Para ello, **reformula la relación de la ciudad con el agua y con otros recursos**, considerando el **conjunto del ciclo socio-hidrológico** y la **contextualización de las aguas urbanas en los sistemas naturales**, además de incorporar cuestiones referidas a **eficiencia y cohesión social**.

### - RELACIÓN CIUDAD-AGUA

La relación del agua con la ciudad **se complejiza de manera continua** y paralelamente a los cambios que esta sufre. En las últimas décadas han aparecido **nuevos enfoques con multitud de matices** que, desde el presente proyecto de investigación, **se pretenden recoger y reflejar de alguna manera en la gestión del recurso**. La integración de todos estos matices es fundamental para la actualización de la misma.

# INTERACCIONES CICLO URBANO DEL AGUA Y LA CIUDAD



## Planificación del uso del suelo:



- Los cambios en el uso del suelo alteran la hidrología local
- La escasez de agua y riesgo de inundación restringen el desarrollo de la tierra

## Vivienda:



- Se requieren suministros de agua adicionales e infraestructura para aguas residuales
- Inundaciones en la propiedad

## Transporte:



- El aumento del escurrimiento en la superficie y contaminación por los caminos
- Los daños a la infraestructura del transporte causados por las inundaciones

## Salud:



- La contaminación de los cuerpos de agua producida por los residuos farmacéuticos
- Enfermedades parasitarias causadas por el agua contaminada y estancada

## Parques y áreas de recreación:



- Aumento en uso de agua para irrigación
- Las inundaciones y la sequía dañan las plantas y áreas de juego



## Desechos:



- Contaminación de los recursos hídricos y el bloqueo de canales de drenaje
- La inundación de sitios de recolección de residuos

## Desarrollo económico:



- Aumento de la demanda de agua y el riesgo de la contaminación por descargas de aguas residuales
- La escasez de agua puede reducir la productividad económica

## Agricultura urbana:



- El escurrimiento de fertilizantes y plaguicidas pueden contaminar cuerpos de aguas locales
- La escasez de agua limita la productividad en granjas urbanas

## Energía:



- El tratamiento y la distribución del agua requieren un suministro confiable de energía
- Los recursos hídricos son utilizados para la generación de energía

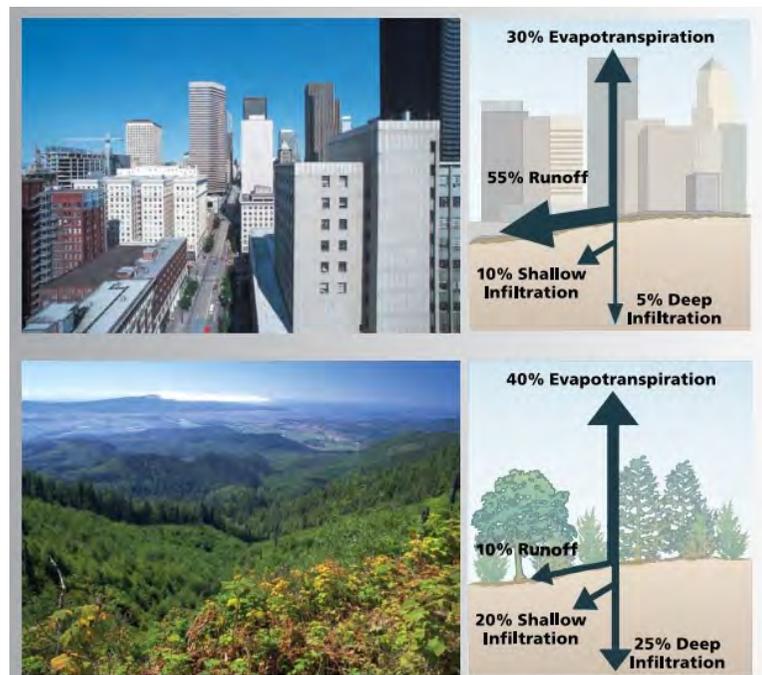
= El impacto del sector de la gestión urbana en el ciclo del agua
 = El impacto del ciclo del agua en el sector de la gestión urbana

- **EL CONJUNTO SOCIO-HIDROLÓGICO**

Es cada vez más evidente que los aspectos sociales no se pueden desligar de los aspectos físicos adquiriendo aquellos un papel importante a la hora de planificar la gestión de los recursos hídricos y siendo necesaria una respuesta global al problema.

- **CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS AGUAS URBANAS EN LOS SISTEMAS NATURALES**

La integración de las escorrentías urbanas en sistemas naturales de mayor nivel es primordial, evitándose, entre otros problemas, los derivados de la impermeabilización de suelos.



*Diferencias entre la escorrentía urbana y la natural (U.S. EPA, 2012)*

## - **HACIA UN CICLO URBANO DEL AGUA ECO-INTEGRADOR**

Tras una serie de décadas durante las cuales la concienciación medioambiental ha ido en aumento, la **necesidad de reducir el consumo** hídrico y energético en el planeta ha llevado a soluciones como:

- **El reciclaje y la reutilización de las aguas** en diferentes fases del ciclo urbano del agua.
- **La “adecuación” de la calidad de las aguas** a las necesidades concretas de cada uso.
- Un **desarrollo de los sistemas de captación de pluviales** y una **gestión diferentes de éstas**.

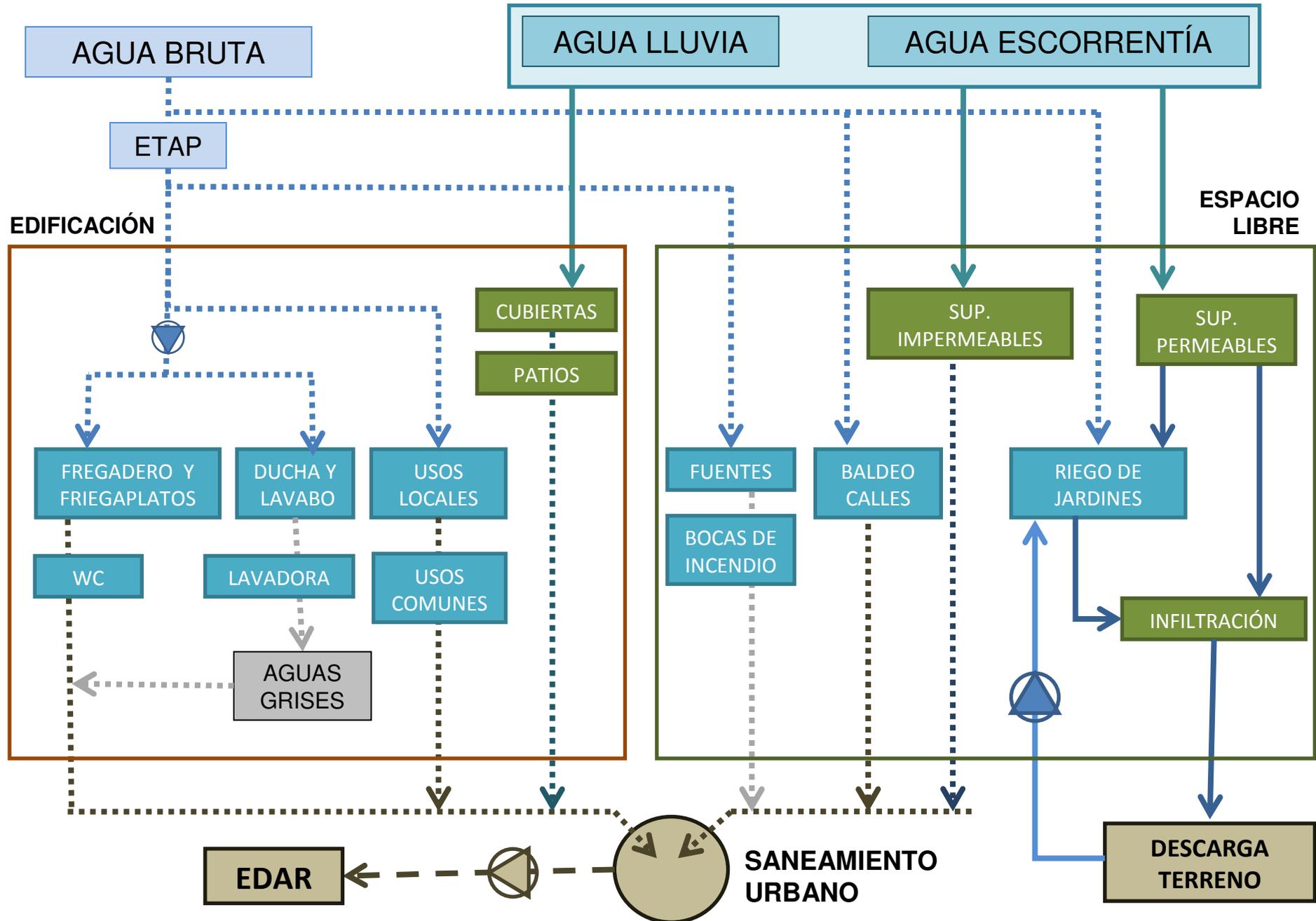
Todas estas soluciones han supuesto un cambio sustancial en el planteamiento del CUA. De este modo, en la actualidad, podemos hablar de un **esquema cíclico** donde un análisis específico de la calidad del agua en cada momento permite su aprovechamiento máximo en usos sucesivos **frente al sistema lineal tradicional** incorporando, en algunos casos, tratamientos específicos mínimos.

En un **ciclo urbano del agua eco-integrador** podemos destacar dos cuestiones:

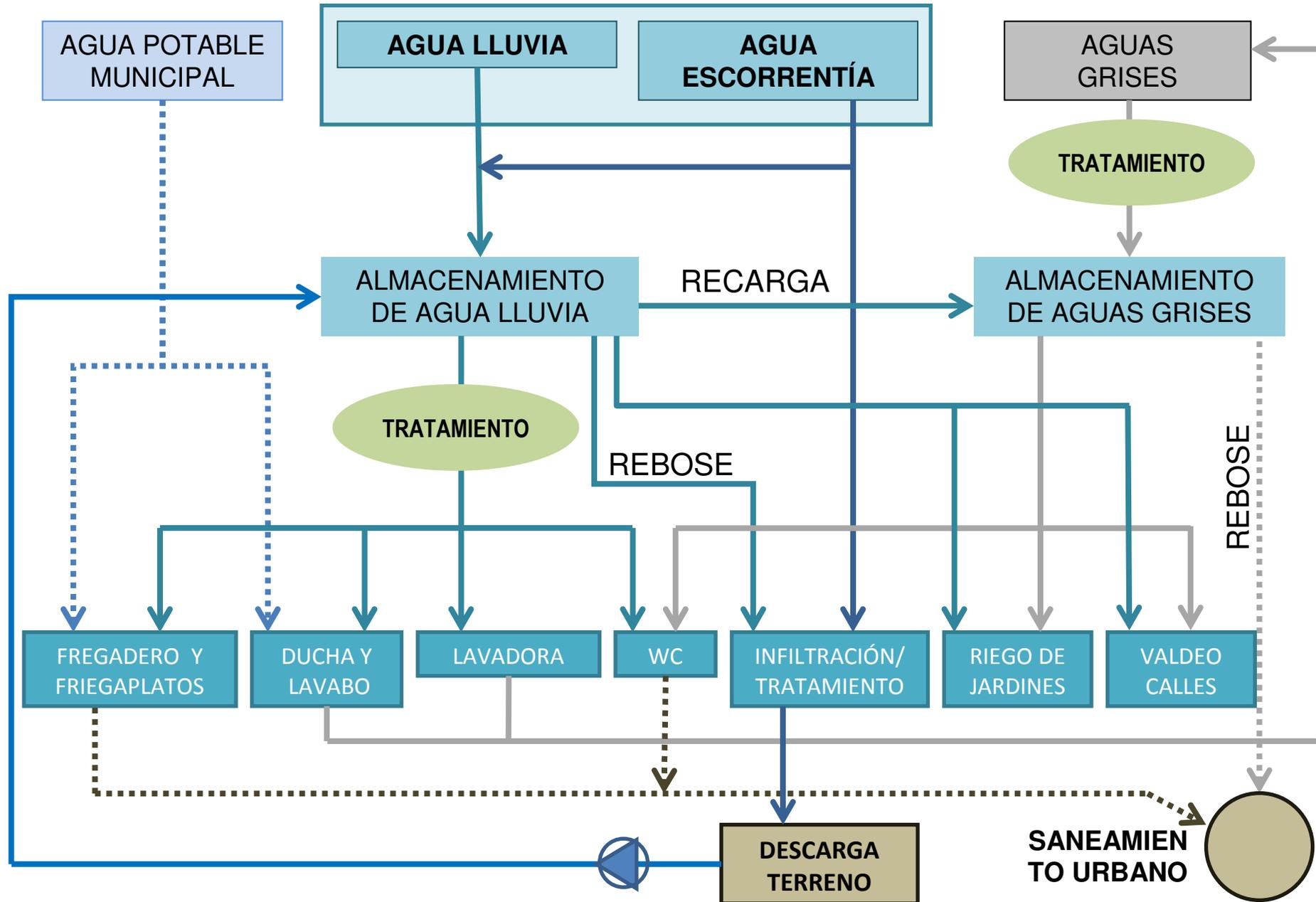
- La **diferenciación entre las aguas pluviales y residuales** es fundamental siendo obligatoria una gestión diferenciada de ambas teniendo en cuenta su caracterización.
- Las **aguas grises o reutilizadas** adquieren un papel primordial para que el sistema sea sostenible.

En concreto, en estas jornadas se insistirá en el **papel crucial de las aguas pluviales en el CUA**. Una gestión específica y muy eficiente de las mismas es totalmente necesaria para que la **gestión integral del ciclo urbano del agua (GICUA)** sea efectiva.

# ESQUEMA CONVENCIONAL DEL CICLO URBANO DEL AGUA



# ESQUEMA ECO-INTEGRADOR DEL CICLO URBANO DEL AGUA



## OBJETIVOS DE LA PRIMERA FASE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- Identificar, analizar, caracterizar y evaluar los diferentes estudios, programas y proyectos, herramientas y tecnologías que se han desarrollado en los últimos años en el ámbito de la GICUA desde la perspectiva de la sostenibilidad.
- Analizar las herramientas y tecnologías más apropiadas para la materialización de estrategias de gestión adaptativa y sostenible del CUA en Andalucía.
- Elaborar un catálogo de las tecnologías propias de la gestión sostenible del ciclo urbano del agua así como de los programas y proyectos de investigación, y sistemas de apoyo a la toma de decisiones de utilidad para el desarrollo de proyectos en los que se incluya la GICUA en Andalucía.

## RESULTADOS PARCIALES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Podemos destacar como resultado la elaboración de **85 fichas** que pretenden facilitar el **acceso sistematizado a la información** necesaria para la realización de proyectos arquitectónicos y urbanos que incorporen la Gestión Integral del Ciclo Urbano del Agua desde una perspectiva eco-integradora.

Estas fichas han sido clasificadas según las siguientes **categorías y subcategorías**:

1. Programas y proyectos de investigación (PPI)
2. Sistemas de Apoyo a la toma de Decisiones (SAD)
3. Nuevas Tecnologías (NT)
  - 3.1. Abastecimiento (NT-AB)
  - 3.2. Aguas Pluviales (NT-AP)
  - 3.3. Aguas Residuales (NT-AR)

## 2. LA PROBLEMÁTICA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Centrándonos en los problemas relacionados con la gestión de las aguas pluviales, insistimos en que una **gestión específica y eficiente de éstas en el CUA pasa a ser más importante que nunca.**

Todo ello cobra especial importancia en un momento en el que los procesos de urbanización se han desarrollado de una manera impresionante destacando como **consecuencias de dichos procesos de urbanización en el sistema hidrológico:**

- El incremento de la demanda y, por tanto, de los volúmenes de depuración de aguas.
- La continua canalización, soterramiento y ocupación de cauces.
- Y la impermeabilización de superficies.

En concreto, **la impermeabilización creciente de las superficies**, además de favorecer en nuestros núcleos urbanos el efecto “isla de calor” tan conocido, en el CUA tiene como **consecuencia** inmediata:

- El **aumento importante del volumen y la velocidad de las aguas de escorrentía** sobre las superficies de la ciudad, aumentado el número y gravedad de las **inundaciones**, sobre todo, de las zonas más vulnerables.
- La consecuente **sobrecarga de las redes unitarias** que conlleva, entre otras cuestiones, mayores gastos económicos y energéticos, así como otras consecuencias medioambientales como la siguiente.
- La **contaminación difusa** del terreno y de las fuentes de recursos hídricos.

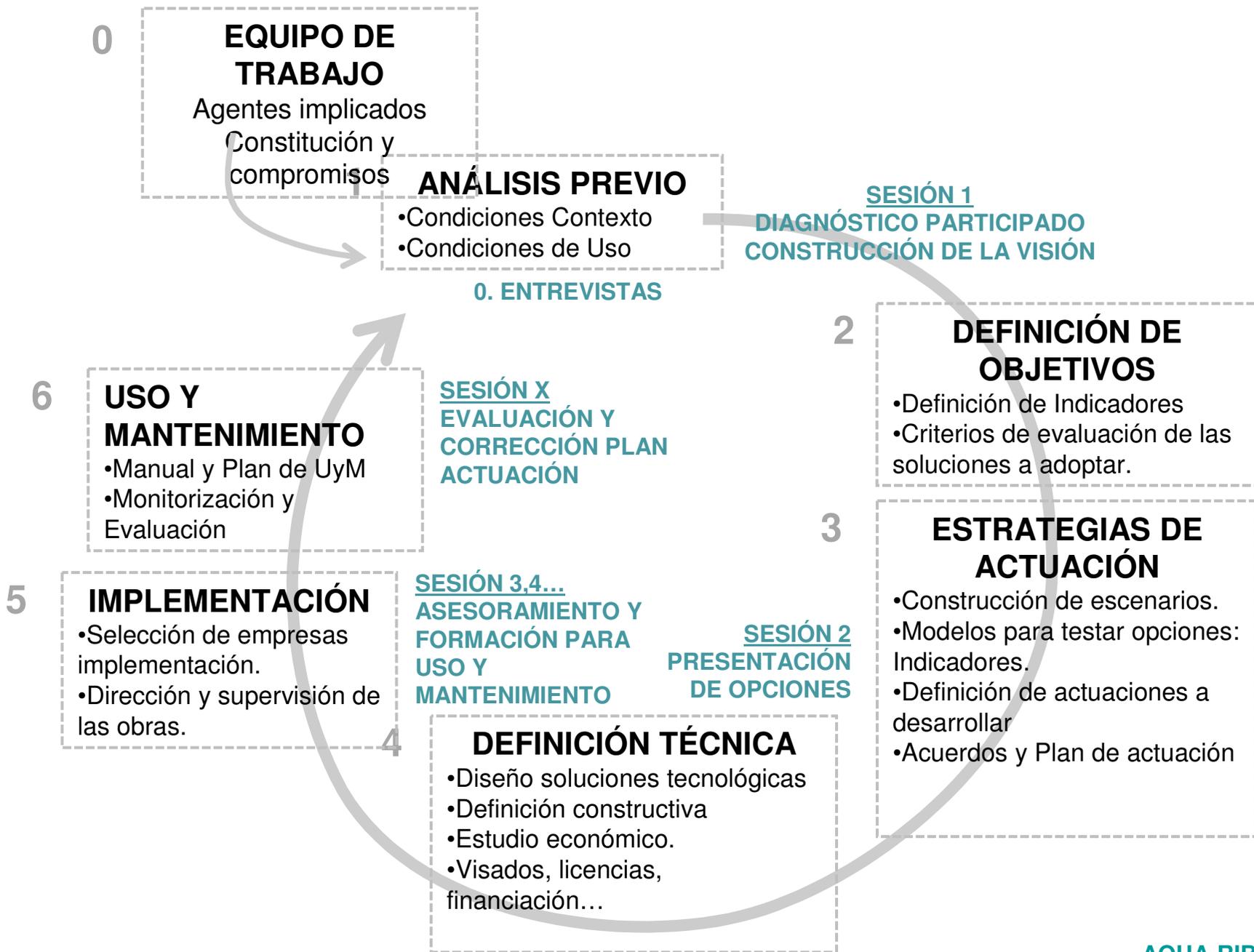
“En definitiva, el problema de la contaminación de las escorrentías urbanas y de su vertido directo al medio natural es **una cuestión grave** que merece la misma atención que en su día requirió el tratamiento de las aguas residuales. No obstante, **la naturaleza intermitente del proceso de lluvia induce a encontrar soluciones que respondan correctamente con un funcionamiento discontinuo.**” (Perales, 2012)

### 3. PROPUESTA DE ENFOQUE METODOLÓGICO PARA FUTURAS ACTUACIONES. UN PROCESO PROYECTUAL INTEGRADOR Y PARTICIPATIVO

Es un **momento clave para buscar soluciones** y se plantea desde el proyecto de investigación un nuevo enfoque metodológico integrador para la elaboración de las intervenciones en materia de arquitectura y urbanismo en el cual la participación de todos los actores implicados es crucial para su éxito así como la revisión continua de los resultados obtenidos.

-Es fundamental tener en cuenta a todos los **actores clave** para obtener una mayor cantidad de datos de partida que en un proceso tradicional, recopilar esta información (relaciones, influencias, competencias, intereses,...) de la manera más sistemática posible y organizar el intercambio de dicha información a través de personas de contacto concretas para que el proceso se realice de manera ordenada y lo más eficiente posible.

-Por otro lado se propone introducir en el proceso proyectual una serie de sesiones de intercambio de información en diferentes momentos para ir testando los resultados incluyendo una revisión final del proceso para realizar las correcciones necesarias. De esta manera, **el proceso de proyecto, al igual que el propio CUA, pasa a ser cíclico.**



## 3.1. Análisis Previo: Estudio de las condiciones de contexto y de uso

### 3.1.1. CONDICIONES DE CONTEXTO:

Marco normativo y políticas activas:

Condiciones urbanas

Usos del suelo

Tipología y altura edificación

Instalaciones urbanas

Entorno natural: vegetación y posibilidad de soleamiento

Suelo verde urbano (índices de permeabilidad)

Características de la edificación:

Descripción del edificio

Instalaciones de agua en el edificio

Sistemas constructivos y calidades

Patologías

Distancias de las zonas a tratar a la cimentación

Condiciones ambientales:

Orografía y geología

Climatología

Ciclo hidrológico

Ciclo Urbano del Agua:

Esquema de funcionamiento

Características recursos, impactos...

Problemáticas relacionadas con el área de intervención

### 3.1.2. CONDICIONES DE USO:

Características socio-económicas:

Valor catastral y régimen de propiedad

Ingresos medios (rangos), índice de paro

Nº hab/vvda, edad media, % menores...

Caracterización de los distintos usos:

Domésticos

Productivos

Riego de jardines

Baldeo de calles...



## 4. SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)

### 4.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

**Sistemas (urbanos) de Drenaje Sostenible, SuDS** (*Sustainable Drainage Systems*) (Perales, 2014)

“Son sistemas de drenaje de agua superficial que han sido concebidos siguiendo las pautas del desarrollo sostenible. Con un adecuado diseño, ejecución y mantenimiento, los SuDS representan una alternativa sostenible a los tradicionales sistemas de drenaje, siendo capaces de mitigar muchos de los efectos adversos generados por la escorrentía superficial, especialmente en entornos urbanos.”

Con la implantación de SuDS en entornos urbanos, se pretende:

- Minimizar la necesidad de construir y mantener grandes infraestructuras de detención y retención de escorrentía urbana.
- Lograr un tratamiento eficiente del agua.
- Disminuir el riesgo de inundaciones de origen pluvial.
- Ahorro global en los costes globales derivados de la gestión del agua de lluvia.”

## 4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUDS

TECNOLOGÍAS GESTIÓN AGUAS PLUVIALES - AP			
Tipo	Clave	Ámbito	Título
<b>EDIFICACIÓN</b>			
AB/E	01	Captación e infiltración	CUBIERTA VEGETADA
AB/E	02	Almacenamiento	DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE PLUVIALES
<b>URBANISMO</b>			
AB/E	03	Captación e Infiltración	SUPERFICIES PERMEABLES
AB/E	04	Captación e Infiltración	POZOS DE INFILTRACIÓN
AB/E	05	Captación e Infiltración	ZANJAS DE INFILTRACIÓN
AB/E	06	Captación e Infiltración	FRANJAS FILTRANTES
AB/U	07	Captación e Infiltración	DEPÓSITOS DE INFILTRACIÓN
AB/U	08	Captación y transporte	DRENES FILTRANTES O FRANCESES
AB/U	09	Captación y transporte	CUNETAS VERDES
AB/U	10	Almacenamiento y tratamiento.	DEPÓSITOS DE DETENCIÓN ENTERRADOS
AB/U	11	Almacenamiento y tratamiento.	DEPÓSITOS DE DETENCIÓN SUPERFICIALES
AB/U	12	Almacenamiento y tratamiento.	ESTANQUES DE RETENCIÓN
AB/U	13	Almacenamiento y tratamiento.	ÁREAS DE BIORETENCIÓN
AB/U	14	Almacenamiento y tratamiento.	HUMEDALES ARTIFICIALES
AB/U	15	Medidas no estructurales	MEDIDAS DE CONCIENCIACIÓN, MANTENIMIENTO Y DESARROLLO

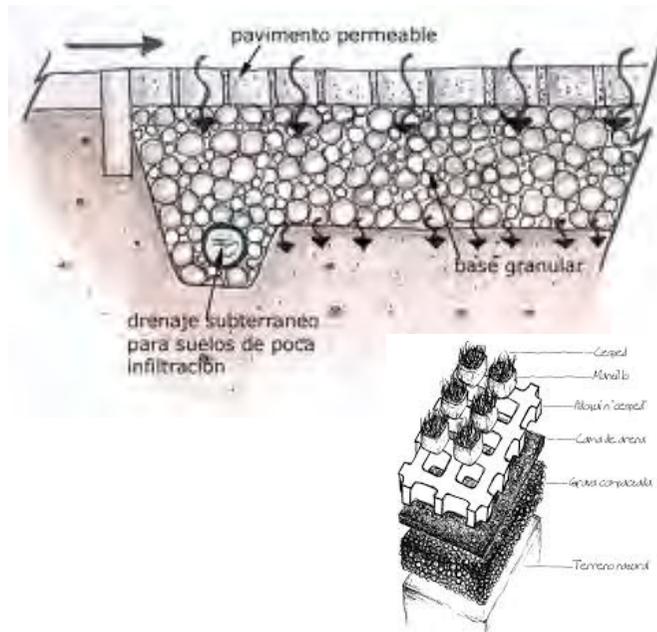


### **4.3. TECNOLOGÍAS Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS APLICABLES A ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS. EJEMPLOS DE INTERVENCIÓN**

De todas las tecnologías sostenibles relativas a la gestión de las aguas pluviales, se han seleccionado aquellas cuya escala es apropiada a las actuaciones que se plantean, recalcando la función principal de dicha tecnología.

<b>- CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN</b>	<b>SUPERFICIES PERMEABLES POZOS DE INFILTRACIÓN ZANJAS DE INFILTRACIÓN FRANJAS FILTRANTES DEPÓSITOS DE INFILTRACIÓN</b>
<b>- CAPTACIÓN Y TRANSPORTE</b>	<b>DRENES FILTRANTES O FRANCESES CUNETAS VERDES</b>
<b>- ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO</b>	<b>ÁREAS DE BIORRETENCIÓN</b>

# Superficies Permeables



SUPERFICIES POROSAS, PAVIMENTOS PERMEABLES, PAVIMENTOS POROSOS, SUPERFICIES O SUELOS DRENANTES

## PERMEABLE OR POROUS PAVING, PERVIOUS SURFACES

Estructura de infiltración, de carácter superficial, capaz de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta.

Sistema de pavimentación y filtración formado por pavimentos, continuos o modulares, que permiten el paso del agua a su través, permitiendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación.

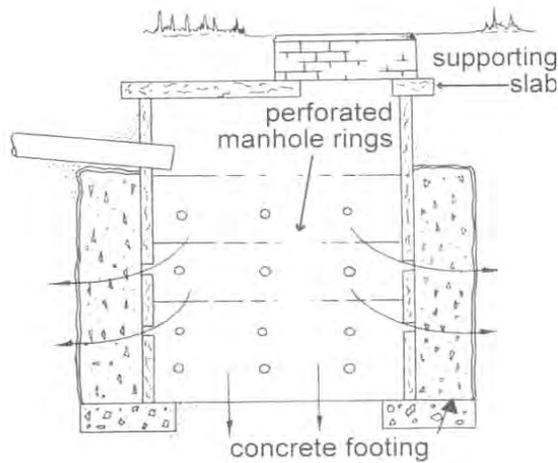
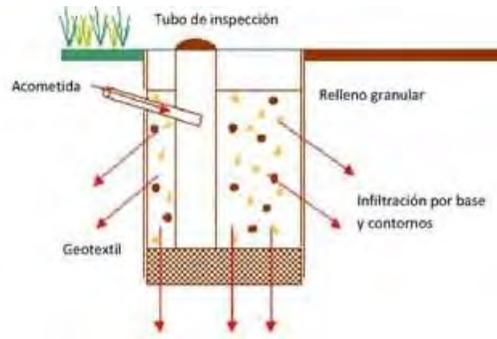
Estas estructuras no suelen ser vegetadas, excepto en el caso en el que se utiliza el césped como relleno de la misma.

Existen diversas **tipologías**, entre ellas:

- Césped o gravas (con o sin refuerzo),
  - Bloques impermeables con juntas permeables,
  - Bloques y baldosas porosos,
  - Pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, etc.).
- El firme suele estar compuesto de varias capas. Si es así, todas ellas han de tener permeabilidades crecientes desde la superficie hacia el subsuelo que será impermeable.

Se recomienda su aplicación en zonas de aparcamiento, calzadas con baja intensidad de tráfico, zonas peatonales, aceras y calles residenciales.

# Pozos de Infiltración



## POZOS FILTRANTES

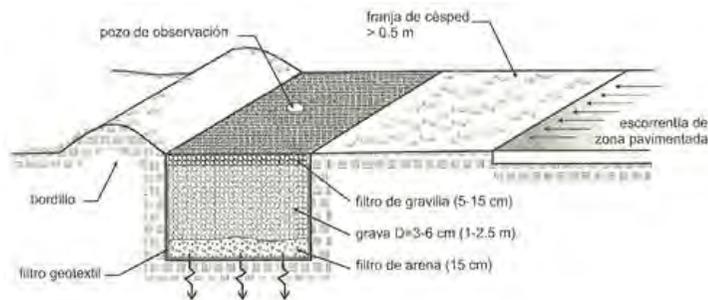
## SOAKAWAYS

Estructura de infiltración de pequeña envergadura y de tipo puntual capaz de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta. En ellos se vierte la escorrentía procedente de las superficies impermeables contiguas y almacenan el agua mientras se infiltra en el terreno natural. Conforman sistemas subterráneos de almacenamiento temporal que se ejecutan generalmente sin presencia de vegetación y favorecen la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración del agua y la disminución de la escorrentía

Son pozos poco profundos (con una profundidad de 1 a 3 metros y planta cuadrada o circular) rellenos de material drenante (granular o sintético). Se suelen emplear geotextiles de filtro y separación para envolver el material granular y desagües de emergencia para, en el supuesto de que se supere la capacidad de depósito de diseño, poder enviar el agua sobrante a la red de alcantarillado.

Junto a los pozos de infiltración, estas zanjas son adecuadas para tratar o gestionar la escorrentía de terrenos adyacentes a caminos, parkings, en zonas residenciales, comerciales e industriales.

# Zanjas de Infiltración



## TRINCHERAS

## INFILTRATION TRENCHES

Estructura de infiltración de pequeña envergadura y de tipo lineal capaz de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta. En ellos se vierte la escorrentía procedente de las superficies impermeables contiguas y almacenan el agua mientras se infiltra en el terreno natural. Conforman sistemas subterráneos de almacenamiento temporal que se ejecutan generalmente sin presencia de vegetación y favorecen la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración del agua y la disminución de la escorrentía

Son zanjas poco profundas (con una profundidad de 1 a 3 metros) rellenas de material drenante (granular o sintético). Se suelen emplear geotextiles de filtro y separación para envolver el material granular y desagües de emergencia para, en el supuesto de que se supere la capacidad de depósito de diseño, poder enviar el agua sobrante a la red de alcantarillado.

Adecuados para tratar o gestionar la escorrentía sobre todo a pequeña escala, pero también de manera auxiliar, junto a las zanjas de infiltración, en zonas de mayor tamaño adyacentes a caminos, parkings, en zonas residenciales, comerciales e industriales.

# Franjas filtrantes

FRANJAS DE FILTRACIÓN, ZANJAS VEGETALES  
FILTRANTES

FILTER STRIPS



Esta técnica, con presencia de vegetación, favorece la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración del agua y la disminución de la escorrentía. La presencia de vegetación favorece determinados mecanismos de reducción de contaminantes.

Como tratamiento previo del agua antes de pasar a otra técnica de SUDS, es muy efectiva.

Las franjas filtrantes son franjas de suelo cubiertas de vegetación, anchas y con poca pendiente, emplazadas entre una superficie dura e impermeable y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración).

Las franjas de filtración pueden acoger cualquier forma de vegetación natural, desde un prado hasta un pequeño bosque.

Adecuadas para tratar o gestionar la escorrentía de superficies impermeables adyacentes, como parkings y zonas de aparcamiento así como en zonas residenciales y comerciales/industriales. Lo ideal es que sean lo más anchas posibles y que las pendientes sean suaves

# Depósitos de Infiltración

## ESTANQUES DE INFILTRACIÓN

### INFILTRATION BASINS, INFILTRATION PONDS



Estas tecnologías, con acabado vegetal, se conciben como estructuras de infiltración de tipo volumétrico capaces de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta de diseño para la que han sido dimensionadas. El objetivo de estos depósitos es la transformación de un flujo superficial en subterráneo, eliminando los contaminantes mediante filtración, adsorción y transformaciones biológicas. Además de tener capacidad de tratar la contaminación disuelta también tienen capacidad para minimizar los efectos de la contaminación térmica sobre los medios receptores, puesto que la temperatura del agua se templea con el ambiente antes de ser vertida

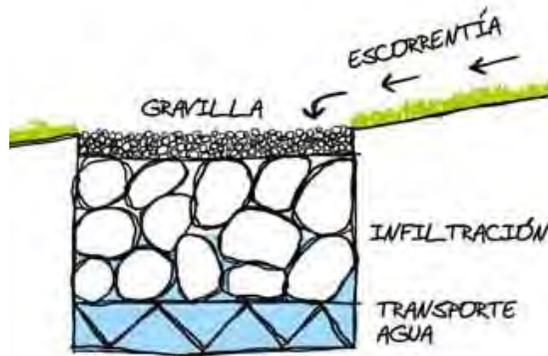
Son depresiones en el terreno o embalses poco profundos, vegetados ambos, que se diseñan para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en las superficies adyacentes. Ha de tener forma irregular, con bases anchas y taludes laterales suaves cubiertos de vegetación.

Estas técnicas permiten la gestión de la escorrentía en zonas residenciales de no muy alta densidad donde las aguas no arrastren una carga contaminante importante.

# Drenes filtrantes

## DRENES FRANCESES

### FILTER DRAINS



Estas zanjas, donde no está presente la vegetación, están concebidas para captar y filtrar la escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas aguas abajo. Además pueden permitir la infiltración y la laminación de los volúmenes de escorrentía.

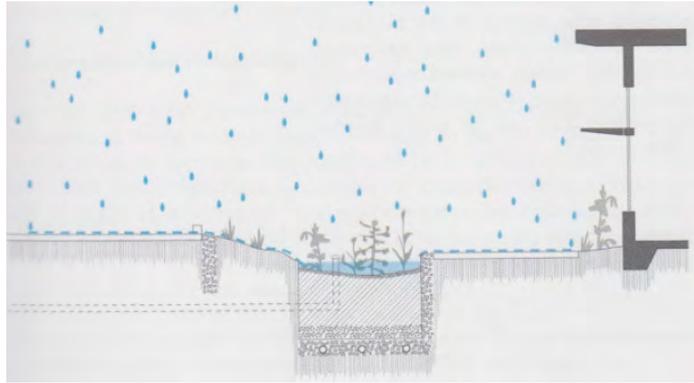
Son zanjas poco profundas recubiertas de geotextil y rellenos de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte.

El agua recogida en estas zanjas es pasada a través del material filtrante hasta que alcanza la zona más baja del geotextil que forra la zanja por donde fluirá hacia un nuevo destino la parte que no se infiltre al terreno. El tiempo de estancia del agua en el dren debe ser suficientemente alto y la velocidad del agua suficientemente lenta para que exista infiltración a través del geotextil. De esta manera, en algunos drenes no es necesario dirigir el agua hasta el punto de vertido, pues al cabo de una cierta longitud se ha infiltrado totalmente.

Los hay con y sin tubo drenante en el interior.

Son técnicas adecuadas para tratar o gestionar la escorrentía y recogida de agua de zonas adyacentes a caminos, parkings, en zonas residenciales, comerciales e industriales.

# Cunetas verdes



CUNETAS VEGETADAS, CANALES VEGETADOS, CANALES VERDES O CANALES BIOLÓGICOS

SWALES

Estas cunetas, con presencia de vegetación, están diseñadas para atenuar, capturar y transportar superficialmente la escorrentía. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores.

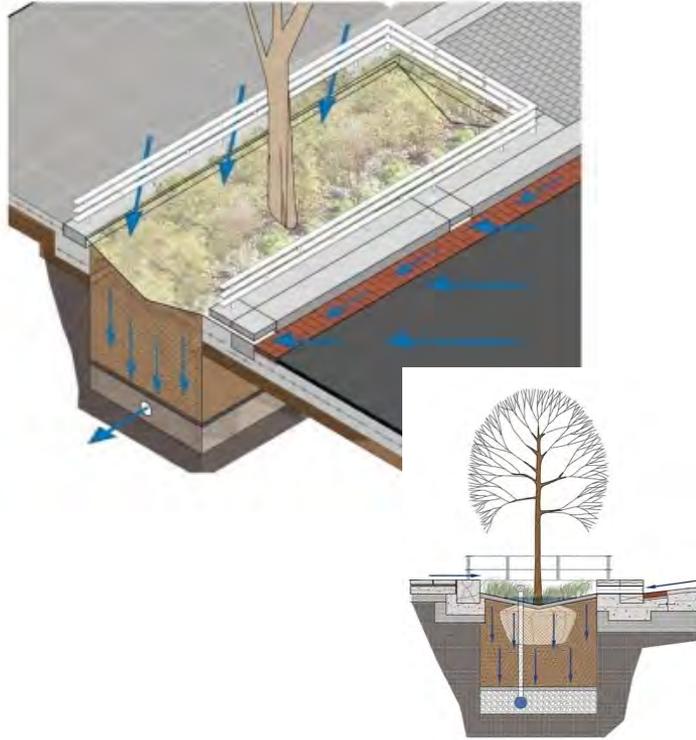
No está diseñada para mantener el agua en su interior por un periodo largo de tiempo. Son poco profundas y el agua expuesta a la radiación solar se caldea, lo cual es perjudicial para algunas especies. Pero, por otro lado, deben generar velocidades inferiores a 1 ó 2 m/s en el agua circulante para que las partículas en suspensión puedan sedimentarse y no aparezcan problemas de erosión.

Las cunetas verdes son estructuras lineales vegetadas (cubiertas de hierba), de base ancha ( $> 0,5$  m) y taludes con poca pendiente ( $< 1V:3H$ ). Son canales abiertos, poco profundos y densamente vegetados.

Se recomiendan para la gestión de la escorrentía en zonas residenciales de no muy alta densidad donde las aguas no arrastren una carga contaminante importante. También funciona bien en zonas comerciales/industriales con esas mismas características.

Se pueden establecer sustituyendo a las convencionales en carreteras.

# Áreas de Biorretención



## ÁREAS DE RETENCIÓN

### BIORETENTION PONDS OR AREAS, RAIN GARDENS

Son técnicas diseñadas principalmente para el control de la calidad del agua antes de su vertido al medio, ya que su capacidad para el control de caudal es bastante reducida. Se produce un tratamiento de depuración mediante métodos de descontaminación biológica (bioremediation). Estos métodos implican el uso de bacterias de suelo, hongos y plantas concretas para eliminar determinados contaminantes (como, por ejemplo, aceites) presentes en las aguas pluviales. La eliminación de la contaminación se optimiza mediante la presencia de vegetación.

Son superficies ajardinadas en depresión. En ellas se facilita la infiltración del agua a través de un suelo muy permeable bajo un filtro orgánico (capa de *mulch*) y un dren colector de arena o gravilla. La eliminación de la contaminación se optimiza mediante la presencia de vegetación. El *mulch* favorece el crecimiento de microorganismos que eliminan hidrocarburos y materia orgánica. Estos contaminantes también se eliminan en el suelo filtrante junto con metales pesados y nutrientes.

Pueden construirse para tratar el agua de escorrentía de zonas residenciales y comerciales. Además se usan como islas en estacionamientos, medianas de carretera o en calles. Son muy útiles junto a grandes superficies impermeables como zonas de aparcamiento, calles de tamaño medio o entre edificios.

## Ejemplos de Aplicación



Pavimento permeable en Ipswich (UK). Fuente: Susdrain



Cuneta verde en la comunidad de Upton (Northamptonshire, UK)



Área de biorretención en acera. Portland (USA). Fuente: ASLA



Instalación de un pozo de infiltración (Canadá). Fuente: The Sustainable Technologies Evaluation Program



Zanja de Infiltración (UK). Fuente: Paving and Hard-Landscape Consultant



Depósito de infiltración en zona vial. Fuente: Northeast Wisconsin Stormwater Consortium

## 5. CONCLUSIONES

En un momento en el que esta problemática se agrava, urge dar una **respuesta a la misma pero siempre desde el punto de vista de la sostenibilidad** intentando de esta manera una reversión del proceso actual. En general, la búsqueda de la Naturalización de los espacios debe ser una premisa a la hora de actuar en el espacio urbano para que este se integre de manera adecuada en el territorio.

“Los **SUDS**, en el caso de contar con un buen planeamiento, diseño, construcción y mantenimiento, constituyen una serie de **técnicas adecuadas para mitigar gran parte de los impactos negativos que la escorrentía urbana provoca en el medio ambiente**, al aportar múltiples beneficios [...].

Así mismo, el uso de SUDS **redunda en una reducción del coste de tratamiento respecto de los sistemas convencionales**, habiéndose constatado ahorros entre el 18 y el 50%. Además existen datos que evidencian un **ahorro en costes de construcción** junto con la **revalorización de las urbanizaciones**.

El concepto de SUDS **cumple los objetivos fijados por la legislación** española y europea en materia de aguas.

Y, por último, destacar que **en España es necesario un esfuerzo de los técnicos en la materia, acompañado de una labor de divulgación** bajo las premisas de la educación ambiental para comenzar a beneficiarse de manera generalizada de las múltiples ventajas de los SUDS.” (*Perales, 2012*)

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Kwok, A.G. and Grondzik, W.T. "The Green Studio Handbook". Environmental strategies for schematic design". Second Edition. Edit. Elsevier Inc. 2011
- CIRIA (1996). Infiltration drainage – Manual of good practice. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.
- CIRIA (2000). Sustainable urban drainage systems: A design manual for England and Wales. Report C522, Construction Industry Research & Information Association, London.
- CIRIA (2004). Sustainable drainage systems: Hydraulic, structural and water quality advice. Report C609, Construction Industry Research & Information Association, London.
- Revitt D.M., Ellis J.B., and Scholes L. (2003). Report 5.1. Review of the use of stormwater BMPs in Europe. DayWater Project. Middlesex University.
- Scholes L., Revitt D.M., and Ellis J.B. (2004). Determination of numerical values for the assessment of BMPs. DayWater Project. Middlesex University.
- Urbonas B., Stahre P. (1993). Stormwater management practices and detention for water quality, drainage and CSO management. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA
- California Stormwater Quality Association (2003). California Stormwater BMP Handbook: New development and redevelopment. TC-30.
- Chester County Conservation District (2002). Chester County Stormwater BMP Tour Guide.
- Clayton R.A., Schueler T.R. (1996). Design of stormwater filtering systems. Centre for Watershed Protection, Maryland.
- Minnesota Metropolitan Council (2001). Minnesota urban small sites BMP manual. Prepared by Barr Engineering for Minnesota Metropolitan Council, Environmental Services, St Paul.
- New Jersey Department of Environmental Protection (2000). Manual for New Jersey: Best management practices for control of nonpoint source pollution from stormwaters. New Jersey Department of Environmental Protection, Trenton, NJ.
- Revitt D.M., Ellis J.B., and Scholes L. (2003). Report 5.1. Review of the use of stormwater BMPs in Europe. DayWater Project. Middlesex University.
- United States Environmental Protection Agency (1999). Stormwater Technology Factsheet: Vegetated swales. EPA 832-F-99-006, US EPA, Office of Water, Washington DC.
- Walsh P.M., Barrett M.E., Malina J.F., and Charbeneau R.J. (1997). Use of vegetative controls for treatment of highway runoff. Centre of Engineering Research in Water Resources, Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación  
Integral de Barriadas en Andalucía.

**Muchas gracias**