

RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA :

PREVENCIÓN DE VERTIDOS DE PLUVIALES CON PLÁSTICO AL MAR



Amb el Suport



**Consell
d'Eivissa**

Índice

1.	Introducción.	1
2.	Soluciones	2
3.	Soluciones Paliativas	2
3.1	Pantalla deflectora y reja atrapa sólidos abatible	3
3.2	Tamices en Espiral o de Tornillo	4
3.3	Rejas de desbaste para la retención de residuos en aliviaderos	5
3.4	Monitorización de aliviaderos mediante sondas capacitivas y sensores de nivel	6
3.5	Limnómetro Digital ultrasónico	7
3.6	Cestas o mallas de captación-retención de Sólidos para Aliviaderos	8
3.7	Barreras anticontaminación marina	9
3.8	Tanques de Tormentas en el Sistema de Saneamiento	10
3.9	Telecontrol del Sistema de Saneamiento	11
3.10	Acciones de difusión para prevención de llegada de residuos al mar	12
4.	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible	13
4.1	Cubiertas Vegetales	14
4.2	Jardines de Lluvia	15
4.3	Pavimentos permeables	16
4.4	Zanjas de Infiltración	17
4.5	Depósitos de Retención	18
5.	Bibliografía	19

1. Introducción

De acuerdo al último informe de la Conselleria del Mar y Ciclo del Agua, publicado en en septiembre del 2024, tan solo en el mes de agosto de 2024 se recolectaron dos toneladas de residuos en el mar de Ibiza. Estos fenómenos de contaminación, aunado con los vertidos de aguas residuales depuradas o de pluviales que se disponen en el litoral de Ibiza son una de las causas de la disminución de la calidad de aguas de baño y por ende la causa de la degradación de los ecosistemas marinos.

Esta problemática, pone de manifiesto la necesidad de actuar en la prevención, disminución y control de generación/disposición de aguas residuales al medio marino, ya que existe una estrecha relación entre el Sistema de Saneamiento conectado al mar y la presencia de residuos en este medio.

En este sentido la Directiva del Marco del Agua, a través de la Ley de aguas y el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, obliga a las administraciones locales crear Planes Integrales de Gestión del Sistema de Saneamiento, con el Objetivo de controlar los vertidos hacia masas de agua que puedan poner en riesgo la salud ambiental y de las personas que interactúen con estas masas.

Entre los objetivos que plantean los Planes de Gestión Integral de Saneamiento, se destacan la implementación de elementos de control en los puntos de vertidos, que permitan medir los caudales, tiempo, volumen y prevención de la llegada de contaminantes al mar.

Desde esta perspectiva, la isla de Ibiza enfrenta un reto creciente en cuanto a la mejora de la eficiencia del sistema de saneamiento, particularmente debido a la naturaleza de su infraestructura de drenaje unitario.

Este Sistema de Saneamiento Unitario (SSU), predomina en la mayor parte de la isla y carece de sistemas de captación y canalizaciones de pluviales, por lo que en épocas de lluvias torrenciales, gotas frías, e incluso en situaciones de incremento exponencial en la población, el sistema unitario se satura ocasionando, desbordamientos y atascos en la red de alcantarillado debido los residuos sólidos urbanos que se arrastran (en época de lluvias) o que se disponen erróneamente en los váteres (toallitas, compresas, cabello, otros).



Ilustración 1. Atascamiento de bomba del SSU Cala de Bou ocasionando vertido con residuos sólidos a las costas (2017, Diario de Ibiza).

Esta problemática, pone de manifiesto la necesidad de contar con una visión integral para el diseño y explotación de un sistemas de saneamiento, que minimice los impactos sobre los ecosistemas acuáticos, y que permita alcanzar los cada vez más exigentes objetivos ambientales de las masas de agua receptoras (torrentes, humedales, mar, lagunas y ríos), dictaminados por la Directiva del Marco del Agua, y la legislación vigente antes mencionada.

2. Soluciones

Las estrategias para mejorar el Sistema de Saneamiento en Ibiza deben aprovechar al máximo todo el potencial de todos los elementos del sistema: cuenca drenante, red de saneamiento y sus infraestructuras complementarias (bombeos, depósitos reguladores, depósitos de detención-aliviadero, ...), estación depuradora de aguas residuales (EDAR) y medio receptor. Así como cumplir los objetivos, que marca el Reglamento de Dominio Público Hidráulico de la Ley de Aguas de minimizar el caudal de aguas residuales-pluviales y con ello disminuir la cantidad de residuos sólidos susceptibles a ser arrastrados, para prevenir la llegada de plásticos al mar , contabilizar la cantidad de residuos sólidos y otros contaminantes que se recolecten y que por ende se evite la llegada de estos residuos al mar.

En este documento, se plasma un repertorio de soluciones técnicas, que se han implementado ya en otras comunidades autónomas, que buscan minimizar y reducir la llegada de residuos sólidos al mar provenientes del del Sistema de Saneamiento y minimizar los riesgos de desbordamientos, para reducir impactos ambientales sobre el litoral de Ibiza y con ello cumplir la legislación vigente respecto al control y gestión de Sistemas de Saneamiento.

Este repositorio, se divide en dos grandes áreas, por una parte se muestran las soluciones paliativas encaminadas a controlar la llegada de vertidos con residuos sólidos al mar y por otro lado, se presentan las medidas encaminadas a reducir el caudal que llega al sistema de saneamiento, mediante los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible.

3. Soluciones Paliativas

A continuación, en las siguientes fichas se detallan el diseño, optimización del funcionamiento y ejemplos de aplicación de las soluciones paliativas, que van desde la instalación de rejillas de retención de residuos sólidos, hasta el telecontrol del Sistema de Saneamiento, pasando por las acciones de difusión que se han de llevar a cabo para evitar la incorrecta disposición de residuos sólidos al sistema de saneamiento.



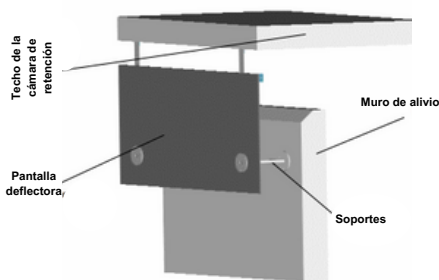
3.1 Pantalla deflectora y reja atrapa sólidos abatible

Descripción

Cuando durante un episodio lluvioso se rebasa la capacidad de retención de un tanque de tormentas o aliviadero, el exceso de agua se alivia directamente al medio natural (mar, torrente, río, etc). En esas situaciones, es fundamental que no se viertan al mismo los residuos sólidos que pudiera arrastrar el agua, tales como plásticos, telas, maderas, restos de metal, etc.

Las Pantallas Deflectoras de Flotantes previenen este problema, actuando de barrera para impedir que los residuos sólidos, atraviesen el muro de alivio, con lo que se evita el vertido de estos al medio natural. Para garantizar la eficiencia de la pantalla deflectora, se recomienda utilizar a la par una reja atrapa sólidos.

Diseño y funcionamiento



Se instala en el muro de alivio, que separa la cámara de retención de la cámara de alivio.

Debe estar colocada de manera que deje pasar el agua por su parte inferior hacia la cámara de alivio, para que impida que los flotantes que arrastra la corriente de agua consigan pasar a dicha cámara, quedando retenidos por la propia pantalla.

Optimización del funcionamiento



Las pantallas de deflectoras utilizadas por sí solas, tiene un bajo rendimiento, llegando a atrapar únicamente entre el 15 y el 20% de los residuos sólidos que llegan al aliviadero, por ello es importante, utilizarlas en conjunto con otra solución, para incrementar su eficacia y que puedan atrapar hasta el 80% de los residuos que llegan.

Ejemplos de aplicación



Ejemplo de esta solución es la combinación de pantallas reflectoras junto con rejas atrapa sólidos abatibles. La combinación de ambas técnicas ha sido ya probada en el sistema de saneamiento de Castelló de la Plana.



3.2 Tamices en Espiral o de Tornillo

Descripción

El tamiz para aliviadero es espiral o de tornillo es un equipo que retiene los materiales flotantes y en suspensión, mayores de 3-6mm, de una corriente líquida antes de ser aliviada a un río, mar o cuerpo de agua natural. Esto suele ocurrir por un exceso de caudal, generalmente durante largos episodios de lluvia o tormentas. Dichos sólidos retenidos por el tamiz son arrastrados por la propia corriente de agua hacia la estación de bombeo o EDAR para su posterior tratamiento.

Diseño y funcionamiento



Existen diferentes variantes de tamices, que se ensamblan en función de las necesidades para realizar el modelo solicitado. El diámetro de la cuna perforada y su longitud permiten dimensionar el equipo para el caudal correspondiente en cada instalación. La estructura bastidor está formada por tubos cuadrados rígidos y por perfiles de chapa plegada, que sirven para soportar la cuna filtrante, la espiral y los accionamientos.

Optimización del funcionamiento



Existen instalaciones en las que es necesario aliviar grandes caudales. En este caso podría ser interesante incluir tamices de cesta doble, que disponen también de doble espiral y cepillos para la autolimpieza. Por ejemplo en:

- Instalaciones de alta concentración de sólidos que requieren de mayor área abierta para garantizar el paso del agua.
- Instalaciones en las que la longitud del aliviadero sea reducida.

Ejemplos de aplicación



- Tamiz en espiral instalado en el aliviadero Río Seco del sistema de saneamiento de Castellón y en un aliviadero de la misma ciudad.
- Tamiz horizontal de chapa perforada (4-10 mm) instalado antes y en paralelo al vertedero en Bilbao.
- Tamices rotativos instalados entre la Cámara central y las Cámaras de retención en el Aliviadero Oviedo Sur en la Cuenca del río Nora en Oviedo (Asturias)



3.3 Rejas de desbaste para la retención de residuos en aliviaderos

Descripción

La instalación de rejas en los laterales de aliviaderos, es un método sencillo que permite retener los residuos sólidos que se encuentran en los caudales de salida de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, con esta técnica se puede evitar que cuando haya un incremento del caudal en épocas de lluvias todos estos flotantes de las aguas residuales lleguen a los márgenes de los cuerpos naturales de agua.

Diseño y funcionamiento



El funcionamiento es sencillo, cuando se produzca la derivación del caudal que excede de la capacidad de transporte de la red de saneamiento, la reja retendrá todos los objetos flotantes o sólidos que arrastran las aguas residuales de tamaño superior al tamaño de la reja.

Optimización del funcionamiento



Al disminuir el nivel de agua, los sólidos quedarán retenidos en la reja, los cuales serán retirados por un operario mediante un rastrillo de limpieza, depositándolos en una cesta de escurridos y transportándolos posteriormente a un centro receptor de residuos para su gestión.

Ejemplos de aplicación



Esta solución se ha empleado en:

- Badajoz (Ribera del Fresno, Valverde de Leganés, Bienvenida, Solana de los Barros y Villalba de los Barros), en los municipios que tienen redes de saneamiento unitarias y que por tanto canalizan, de forma conjunta, las aguas residuales.
- Alcalá de Henares (Madrid).

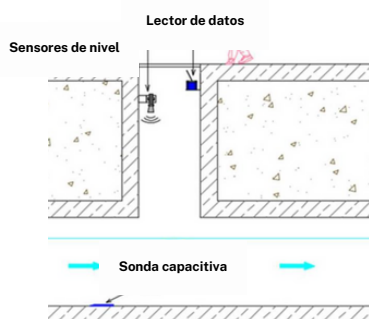


3.4 Monitorización de aliviaderos mediante sondas capacitivas y sensores de nivel

Descripción

La monitorización de aliviaderos mediante sondas capacitivas y sondas de radar, para detectar el inicio y el final del vertido, son una solución para cuantificar los caudales de agua que se vierten sin depurar al medio, en los eventos de lluvias torrenciales. Esta solución, implica el uso de sondas capacitivas que detectan el inicio del vertido, así como sondas de radar que detectan el fin del vertido, dichas tecnologías se deben acompañar con un registrador de los niveles y con ello conocer la cantidad de agua vertida en el medio sin depurar.

Diseño y funcionamiento



La sonda capacitiva, se instala en el muro que marca el límite de capacidad del aliviadero. Al sobrepasar la capacidad del aliviadero la sonda capacitiva detecta el inicio y el fin del flujo excedente, a su vez el sensor de nivel permite conocer el caudal del vertido. Esta solución busca dar cumplimiento al **Real Decreto 1290/2012**, en cual se exige cuantificar la cantidad de agua sin depurar vertida al medio.

Optimización del funcionamiento



El sistema ha de estar dotado de un lector de datos, en donde se guardarán los datos generados por ello es importante, disponer de una plataforma informática específica para la gestión integral de los datos registrados. Entre sus funcionalidades debe permitir acceso a los mismos vía web o móvil y contar con herramientas de explotación de los datos registrados, como gráficos, informes automáticos y sinópticos personalizados.

Ejemplos de aplicación



Esta solución se ha empleado en:

- El sistema de saneamiento de Castellón para el control cuantitativo de los vertidos por desbordamientos del sistema de saneamiento en episodios de lluvia.



3.5 Limnómetro Digital ultrasónico

Descripción

El limnómetro es un equipo que en un inicio se diseñó para graficar los niveles o fluctuaciones de un río o lago. Sin embargo, en la actualidad son de utilidad en la medición de caudales de alivio, en épocas de lluvia. Los limnómetros están conformados por sensores de presión (equipo de medición hidrológica que mide la altura de la columna de agua a través de un sensor sumergido en un río o lago que mide el nivel hidrostático), sensores de radar y lectores de datos.

Diseño y funcionamiento



El limnómetro digital ultrasónico autónomo, es utilizado para la medición de nivel en canales abiertos y puede con estima los caudales y volúmenes circulantes, a su vez es capaz de transmitir datos y alarmas a puesto central y a dispositivos móviles.

El limnómetro esta compuesto por una sonda de nivel digital ultrasónica de amplio rango y un registrador de datos.

Optimización del funcionamiento



Originalmente esta solución fue aplicada para el control de los volúmenes de agua captados para regadío, con envío automático de datos a las plataformas de gestión de los organismos de cuenca.

Sin embargo, el instrumento se puede adaptar e instalar en otras infraestructuras por donde se canalicen líquidos, como el caso de los aliviaderos o tanques de tormentas.

Ejemplos de aplicación



Esta solución se ha empleado en las siguientes Infraestructuras del ayuntamiento de Valladolid, Castilla y Leon.

- En un tanque de tormentas.
 - En la red de saneamiento
- A su vez también se ha utilizado en:
- Red de Saneamiento de Tarragona, Barcelona.
 - Cámara de alivio de una EDAR en Córdoba, Andalucía.



3.6 Cestas o mallas de captación-retención de Sólidos para Aliviaderos

Descripción

Las cestas o mallas de retención, se instalan en los aliviaderos o en los by-pass de los colectores de saneamiento de las ciudades, mediante paneles de contención metálicos, que cuentan con alojamientos para la instalación de las mallas o en los colectores, las mallas se colocan en los bordes del mismo, a los que se fijan mediante bridas, metálicas o de plástico. Una malla con un diámetro de 0,3 m y de 2 m de longitud, puede llegar a retener hasta 300 kg de residuos. En el caso de mallas de 1 m de diámetro y 2 m de longitud, la capacidad de retención se eleva hasta los 1.000.

Diseño y funcionamiento



Las mallas colectoras están hechas de un nylon de alta resistencia, especial para este tipo de aplicaciones. Las dimensiones de los orificios de la malla son de 30 x 30 mm. Para instalar la malla, se necesita de un cuello interior desde donde se fija el colector. Una vez que los colectores se llenan de residuos sólidos, la malla colectora se ha de cambiar.

Optimización del funcionamiento



Para coleccionar una mayor cantidad de residuos, se diseñó un sistema de colectores con mallas, las cuales incluyen la instalación de la malla en deflectores de acero inoxidable, los además de retener más residuos en el “peine del deflector”, mejoran el proceso de recolección. Se estimó que este tipo de colectores con un diámetro de 0,3 m y 2 m de longitud uede llegar a retener hasta 300 kg de residuos.

Ejemplos de aplicación



Esta solución se ha implementado en varios sitios de Barcelona:

- Sabadell, en donde en un año se logró retener 14 toneladas de residuos.
- Sant Fruitós de Bages.
- Mollet del Vallès.
- Platja del Miracle (Tarragona).
- Rubí.
- El Pont de Vilomara i Rocafort.

Esta solución también se ha aplicado en otras ciudades como, Málaga, Madrid y Alicante.



3.7 Barreras anticontaminación marina

Descripción

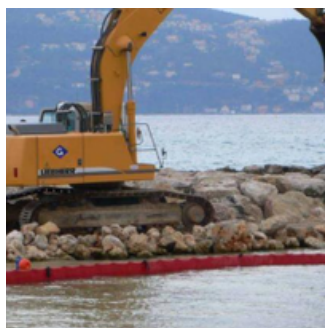
Es una barrera flexible que sirve para limitar la invasión de residuos sólidos (plásticos, polvos, arenillas, macro desechos flotantes, agentes espumantes, basura, entre otros desechos) a los cuerpos de agua (mar, ríos, lagos). Estas barreras flotantes están diseñadas para retener objetos flotantes en la superficie o semi sumergidos.

Diseño y funcionamiento



Estas Barreras están disponibles en tejido de poliéster de alta tenacidad recubierto de PVC o en Neopreno, ambos de alta resistencia química, mecánica y tratamiento UV para una mayor resistencia a los efectos de exposiciones prolongadas al sol. Se fabrican con flotadores rígidos de polietileno de alta resistencia rellenos de espuma de célula cerrada de PE, que les confiere de flotabilidad aún en caso de avería del flotador.

Optimización del funcionamiento



Esta solución debe de contemplar la instalación de un **compensador de marea**: Es el dispositivo diseñado para mantener la barrera en correcta línea de flotación independientemente del nivel de la marea en el mar, embalses o lugares donde se produzcan cambios de nivel del agua. También debe asegurar un buen cierre de la barrera contra el muelle, para que en caso de derrame no se produzca el paso del hidrocarburo.

Ejemplos de aplicación



Esta solución se ha implementado en el Consejo de Proaza (Asturias), para la retención de sólidos en el río. Aunque cabe destacar que esta solución se ha utilizado principalmente para la retención de hidrocarburos a causa de derrames en el mar.



3.8 Tanques de Tormentas en el Sistema de Saneamiento

Descripción

Para evitar la contaminación de ecosistemas acuáticos por los Desbordamientos de los Sistemas Unitarios (DSU) de la red de saneamiento en donde se mezclan aguas pluviales y residuales urbanas (como es el caso de Ibiza). Se han de incorporar depósitos o tanques de tormentas en los aliviaderos de entrada a las EDAR's, para evitar desbordamientos, así como garantizar la eficiencia del tratamiento de las aguas (dicho tratamiento se ve afectado cuando se supera el caudal de diseño de las estaciones depuradoras).

Diseño y funcionamiento



Los tanques de tormentas son unos enormes depósitos subterráneos creados para almacenar las primeras aguas de lluvia, que son las más contaminantes porque arrastran toda la suciedad acumulada en las calles y en el asfalto, y regular su paso hacia las depuradoras.

De este modo, los tanques evitan que las depuradoras sobrepasen su caudal máximo y tengan que verter el excedente, sin tratar, a los cauces receptores.

Optimización del funcionamiento



El agua conducida a través de las alcantarillas procedente de precipitaciones intensas se almacena en depósitos, hasta que deja de llover.

Antes de llegar a los tanques, el agua pasa por una serie de filtros que permite retener elementos contaminantes sólidos como botellas de plástico u otro tipo de objetos. El agua se dirige a los tanques de tormentas a través de enormes colectores que pueden alcanzar los siete metros de diámetro.

Ejemplos de aplicación



Una vez, que el excedente de agua de lluvia se encuentra en el tanque, gradualmente se va conduciendo esta agua a las estaciones de depuración, evitando no solo la contaminación de ríos, sino que, además, se impiden posibles inundaciones y daños ambientales.

Ejemplos del uso de estos tanques en España son:

- Bilbao
- Ibiza
- Córdoba
- Valencia



3.9 Telecontrol del Sistema de Saneamiento

Descripción

El sistema de telecontrol tiene por objeto la gestión optimizada de las principales instalaciones del sistema de saneamiento, es decir, los colectores, los aliviaderos, las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR), los tanques de tormentas y las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), y puede estar formado por:

- Instrumentación para la adquisición de datos
- Sistema de Telecomunicaciones
- Sistema Scada para procesar y explotar la información

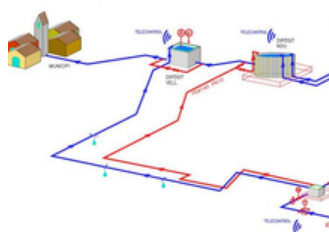
Diseño y funcionamiento



Las principales misiones del telecontrol son:

- Sistematización del mantenimiento de las instalaciones y equipos que forman el sistema de saneamiento.
- Toma de datos y posterior tratamiento de los mismos de forma visual en las pantallas, representando estados de instalaciones y equipos en tiempo real.

Optimización del funcionamiento

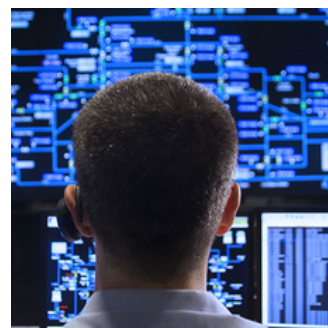


Las principales misiones del telecontrol son:

- Gestión de alarmas automatizando protocolos de actuación y dando avisos a los operadores por parte del sistema en forma de mensajes a móviles en tiempo real.

Permitiendo una visión más general de la evolución del sistema de saneamiento y de la relación que tienen las diferentes instalaciones existentes.

Ejemplos de aplicación



Los ayuntamientos por Comunidad Autónoma que implementan Sistemas de Telecontrol de la red de saneamiento son:

- Barcelona (Sabadell).
- Extremadura (Badajoz).
- Andalucía (Estepona, Málaga)
- Canarias (Las Palmas)
- Asturias (Gijón).
- Castilla la Mancha anunció este 2024, la inversión para telecontrol en Bornova, Tajuña y Picadas.



3.10 Acciones de difusión para prevención de llegada de residuos al mar

Descripción

Las acciones de difusión son indispensables para que la población conozca las medidas que se han de afrontar para mantener en buen estado el sistema de saneamiento y con ello evitar la sobresaturación de residuos sólidos y otros tipos de residuos al alcantarillado.

En este sentido, siguiendo el ejemplo de los ayuntamientos de Sabadell y Tarragona, se recomienda instalar placas junto a las alcantarillas con un mensaje de sensibilización como: **“Vigila lo que viertes: El mar comienza aquí”**.

Diseño y funcionamiento



Para diseñar una campaña piloto de prevención de llegada de residuos relacionados con el sistema de saneamiento, se recomienda:

- Identificación de la EDAR en donde lleguen más residuos sólidos (toallitas, plásticos, entre otros).
- Planteamiento de los mensajes a transmitir.
- Identificación de los canales de comunicación y público objetivo.
- Ejecución de la campaña.

Optimización del funcionamiento



Para optimizar el funcionamiento de las campañas de difusión, es imprescindible:

- Realizar campañas mediante redes sociales y formato online.
- Colaboración con las instituciones públicas y privadas para compartir las campañas digitales y que lleguen a más población.
- Dar seguimiento continuo del alcance de la campaña e identificación de mejoras.

Ejemplos de aplicación



- De no ser posible hacer una campaña de difusión completa, se puede implementar la acción de sensibilización de poner placas con mensajes en el alcantarillado, como en Sabadell y Tarragona.
- Realizar visitas guiadas a las depuradoras para que se de a conocer la cantidad de RSU que llegan a estas, actualmente estas visitas se han realizado en Ibiza.



4. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Descripción

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son todos aquellos elementos participantes en el drenaje urbano (superficiales, permeables y de vegetación) que, además de reducir el caudal circulante por la superficie de las poblaciones o ciudades, consiguen también disminuir de forma notable la cantidad de contaminantes que arrastra el agua de escorrentía, mejorando el medio ambiente y el paisaje urbano. Están destinados a filtrar, retener, transportar, acumular, reutilizar e infiltrar al terreno el agua de lluvia, de forma que no degraden e incluso restauren la calidad del agua que gestionan.

Diseño y funcionamiento



Los objetivos de los SUDS son mejorar la calidad del agua y reducir el riesgo de inundaciones en las áreas urbanas. Los sistemas de drenaje convencionales eliminan rápidamente el agua de lluvia, que a su vez ocasiona erosión del suelo y la contaminación de los cuerpos de agua cercanos. Por el contrario, los SUDS utilizan técnicas de gestión de pluviales que retienen, infiltran y filtran el agua de lluvia para minimizar la cantidad de agua que ingresa a los cuerpos de agua cercanos.

Optimización del funcionamiento

Existen diversos tipos de SUDS, entre los que destacan:

- **Cubiertas Vegetales:** que se instalan en los techos de edificios y que permiten retener el agua de lluvia y reducir la temperatura.
- **Jardines de lluvia:** son áreas ajardinadas que se diseñan para captar y retener el agua de lluvia y permitir su infiltración en el suelo.
- **Pavimentos permeables:** Permiten la infiltración del agua de lluvia en el suelo y reducen la cantidad de agua que se dirige a los sistemas de drenaje convencionales.

Optimización del funcionamiento



- **Zanjas de infiltración:** son zanjas que se excavan en el suelo y que permiten la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo.
- **Depósitos de retención:** son áreas planas que se diseñan para retener temporalmente el agua de lluvia y permitir su infiltración en el suelo.

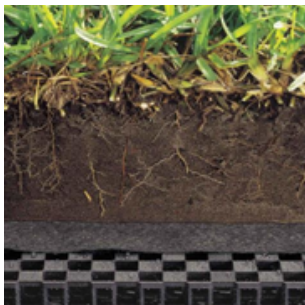


4.1 Cubiertas Vegetales

Descripción

Los techos verdes drenan las aguas pluviales de forma más controlada: En las zonas urbanas, la escorrentía de las aguas pluviales es un gran problema. En la naturaleza, el agua de lluvia cae y empapa el suelo o se filtra a través de la vegetación antes de llegar a los caudales de agua. Pero en las zonas urbanizadas con cubiertas de asfalto y hormigón, eso no ocurre. El agua de lluvia se acumula rápidamente y causa inundaciones y daños a los cursos de agua locales. Los techos verdes ayudan a absorber y filtrar el agua de lluvia para evitar que esto ocurra.

Diseño y funcionamiento



Además de la estructura para el peso adicionan, el diseño de una cubierta vegetal, requiere:

- **Membrana impermeable:** Protege la estructura subyacente de la humedad.
- **Barrera anti raíces:** Impide que las raíces dañen la membrana impermeable.
- **Drenaje:** Permite que el agua se escurra por debajo de la capa de tierra.
- **Geotextil:** Evita que la tierra penetre en la capa de drenaje y salga de la cubierta.
- **Sustrato y Vegetación.**

Optimización del funcionamiento

Existen diferentes tipos de cubiertas vegetales

- **Cubiertas Verdes Extensivas:** Utilizan vegetación que requiera una capa superficial de tierra (hasta 10 cm) como, musgo, sedum, hierba, flores pequeñas.
- **Cubiertas Verdes Intensivas:** Tienen capas de tierra de hasta 1 metro de profundidad para sostener plantas como, arbustos, matas y árboles pequeños.
- **Cubierta semi extensiva:** Tiene una capa de suelo más profunda que un techo extensivo, para albergar más vegetación, sin embargo, esta capa no es apta para árboles o arbustos.

Ejemplos de aplicación



- El parque empresarial tecnológico Parc Bit localizado en la carretera Valdemossa en Palma de Mallorca, dispone de más de 2.300 m2 de cubiertas vegetales.
- En Valencia, se implementaron 315 m2 de la cubierta vegetal en el Centro de Día del Ayuntamiento de Benaguasil. Además, en Xàtiva, el CEIP Gonzalbes Vera se consiguió transformar 475 m2 de cubierta convencional por cubierta vegetada.
- Estación de Ferrocarril y Autobuses de Logroño.



4.2 Jardines de Lluvia

Descripción

Un jardín de lluvia es una pequeña depresión ajardinada, un pequeño desnivel, que puede ser natural o artificial, cuyo objetivo es reconducir el agua superficial que fluye por un terreno cuando se producen lluvias abundantes. Puede tratarse, también, de una zona excavada que funcione como una especie de recipiente en el que almacenar el agua de lluvia. Su tamaño y forma pueden cambiar, pero siempre están al final de una pequeña pendiente, ya que eso ayuda a dirigir el agua hacia un punto concreto.

Diseño y funcionamiento



Para diseñar un jardín de lluvia se tiene que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Identificación de los puntos en el terreno en donde el agua de lluvia tiende a acumularse naturalmente.
- Preparación del terreno mediante excavación hasta que se forme una pendiente y el centro sea el punto más bajo.
- Elección de las plantas nativas adaptadas al clima local que puedan resistir periodos de sequía y lluvias extremas.

Optimización del funcionamiento

Un jardín de lluvia no es un humedal ni un pantano que permanece húmedo todo el tiempo. Está diseñado para recibir agua y luego secarse.

Para medir la capacidad de filtración, el Departamento de Agricultura de EE.UU. recomienda encender una manguera o un rociador durante un máximo de 60 minutos para comprobar la rapidez con la que el agua se absorbe. Si el suelo no absorbe el agua en 24 horas, retira hasta 1 m de tierra y agrega compost o arena para mejorar el drenaje. Un jardín de lluvia bien diseñado debería filtrar hasta 3 cm en cuatro horas, según la American Society of Landscape Architects.

Ejemplos de aplicación



Algunos ejemplos de Jardines de lluvia son:

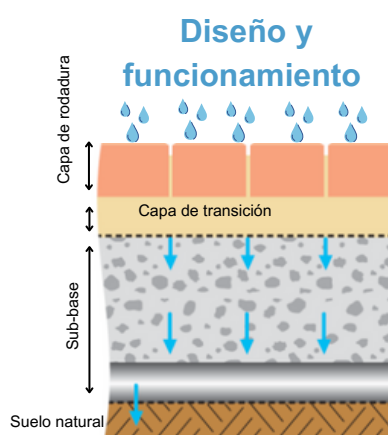
- Transformación de un patio-aparcamiento en un parque en el Barrio Les Roquetes, Distrito Nou Barris (Barcelona).
- En la próxima remodelación del bulevar sur de Murcia se ha tenido en cuenta la implantación de seis jardines de lluvia cuya agua captada será conducida a un depósito de almacenamiento de aguas pluviales (con capacidad de 270 m3).



4.3 Pavimentos permeables

Descripción

Los pavimentos permeables nacen como una forma alternativa de conducir de manera natural la escorrentía superficial en los caudales pico, de las zonas urbanizadas en áreas en donde se ha perdido la permeabilidad. El objetivo de estos sistemas es generar zonas donde el agua se infiltre o se almacene amortiguando la cantidad de agua lluvia precipitada. Se recomienda su uso en zonas de baja pendiente, con poco tráfico tales como estacionamientos, vías con tráfico ligero u ocasional, y andenes entre otros sitios.



La estructura de los pavimentos permeables consiste generalmente de tres capas:

1. Una capa de rodadura que permite la entrada del agua, de materiales como pavimentos porosos, arcilla, grava, pasto.
2. Una capa de transición de material granular fino, la cual permite una instalación adecuada de la capa de rodadura.
3. Una sub-base compuesta por una matriz de material granular de gran tamaño, o por módulos o geo-células.

Optimización del funcionamiento

Existen diferentes tipos de pavimentos permeables, sin embargo los que más se suelen utilizar como SUDS son:

- Los pavimentos de adoquín: permiten la infiltración del agua por medio de las juntas creadas entre los adoquines, estas son llenadas o con grava fina o arena de río.
- Los pavimentos modulares: la capa de rodadura de los sistemas modulares pueden estar conformadas por rejillas de plástico de alta resistencia o por módulos en concreto, estos se rellenan de grava o tierra para sembrar pasto.

Ejemplos de aplicación



Algunos ejemplos de aplicación de este SUDS son:

- La Sede BBVA en el Barrio de Las Tablas Madrid.
- Parque Gómez Narro (Madrid). El pavimento permeable actúa de sumidero filtrante, interceptando las aguas laterales. Se crearon 10 depósitos de percolación (5 a cada margen del camino) con una capacidad de almacenamiento total de 100 m³.
- Existen diferentes ejemplos de este SUDS en edificios y zonas urbanas de Barcelona, como Can Cortada o Masquefa.

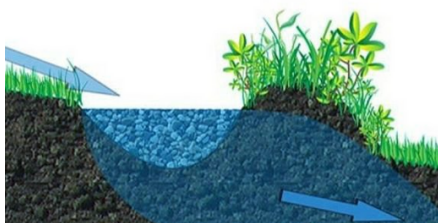


4.4 Zanjas de Infiltración

Descripción

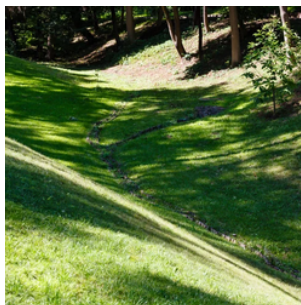
Las zanjas de infiltración son pequeñas trincheras de tierra excavadas siguiendo las curvas de nivel, que tienen por objetivo interceptar, recolectar e infiltrar escorrentía superficial proveniente de terrenos adyacentes ladera arriba. La construcción de zanjas de infiltración en las laderas es una práctica que se realiza en varias regiones de montaña del mundo y que apunta a aumentar la recarga de acuíferos y a la conservación del suelo y el agua, incrementando su infiltración.

Diseño y funcionamiento



Para entender el funcionamiento de las Zanjas de infiltración se tiene que, la precipitación que cae en un área determinada puede convertirse en escorrentía, retornar a la atmósfera a través de evapotranspiración, infiltrarse en el suelo para llenar los espacios en los poros, transformarse en interflujo o infiltrarse como agua subterránea.

Optimización del funcionamiento



Su aplicación requiere una superficie grande ya que son franjas de suelo vegetadas, anchas y localizadas entre la superficie donde se crea la escorrentía y el medio receptor (río, sistema de recogida, etc). Tienen poca pendiente y deben estar densamente vegetadas para que el agua circule a poca velocidad, se favorezca la infiltración y aumente la depuración

Ejemplos de aplicación



- Un ejemplo de las zanjas de infiltración es la construcción del El parque empresarial tecnológico Parc Bit se localiza en la carretera de Valldemossa en Palma de Mallorca, recuperación de pluviales en todos los edificios, con aljibes, respeto a la rambla preexistente, zonas de aparcamiento con sistemas de drenaje sostenible como estanques de retención, bandas filtrantes y zanjas de infiltración.



4.5 Depósitos de detención

Descripción

Los depósitos de retención son estructuras diseñadas para amortiguar los volúmenes de escorrentía de agua lluvia. Las estructuras de este tipo se pueden implementar en zonas donde no se tiene un uso específico, al cual una vez implementado el sistema se le podría dar un uso recreacional o paisajístico, ya que a diferencia de los jardines de lluvia esta mantiene el agua embalsada la mayor parte del tiempo. A menudo es necesario la construcción de zanjas de infiltración para conducir el agua de lluvia hasta el depósito.

Diseño y funcionamiento



Par diseñar los depósitos de retención se debe tener en cuenta:

- El volumen de almacenamiento depende del área impermeable, la permeabilidad y la estabilidad del terreno, los patrones de lluvia del lugar, la porosidad del material drenante y el espacio disponible.
- Una lámina de geotextil debe revestir el sistema para prevenir que las partículas finas lo colmaten.

Optimización del Funcionamiento



Para un correcto funcionamiento del depósito de retención el área drenante ha de estar comprendida entre 4 y 30 hectáreas; la pendiente longitudinal, ha de ser inferior al 15%, la diferencias de cotas entrada-salida del agua ha de ser de metro y medio y se requiere la impermeabilización previa del suelo.

Ejemplos de aplicación



Ejemplos de depósitos de retención son:

- el Parque Apeadero de Paterna, Valencia, en donde se aprovecho el terreno, que forma parte del desagüe del “Barranco de l Fuente”, que constantemente sufría de encharcamientos para crear un depósito de detención que se comunica con la red existente de drenaje y la canalización hasta el río Turia.
- En Xàtiva, Valencia en la Ciudad del deporte, también cuenta con un depósito de retención.



5. Bibliografia

- Conselleria de Salut del Govern de les Illes Balears. Direcció General de Salut Pública, 2023. *Control sanitari de les aigües de bany de les Illes Balears 2023*.
- Conselleria de Medi Ambient i Territori. Agència Balear de l'aigua i qualitat ambiental, 2022. *Informe Anual de Sanejament i Depuració 2022*.
- Conselleria de Medi Ambient i Territori. Agència Balear de l'aigua i qualitat ambiental (2019) *Recogida de residuos sólidos marinos*. <https://abaqua.cat/es/seccio/recollida-de-residus-solidos-marins/>.
- EMATSA (30 de septiembre 2020). *EMATSA pone en marcha un proyecto piloto para evitar la llegada de residuos al mar*. <https://www.ematsa.cat/es/ematsa-pone-en-marcha-un-proyecto-piloto-para-evitar-la-llegada-de-residuos-al-mar/>
- Institut Cartogràfic i Geogràfic de les Illes Balears (21 de abril 2023). *Punts i Conduccions d'abocaments d'aigües marines*. <https://portalideib.caib.es/portal/home/itdm.html?id=a89be7695bdc44fca65907d3564b65d8>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Medidas para reducir en volumen y en contaminación los vertidos por DSS* <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertidos-de-aguas-residuales/vertido-desbordamiento-sistema-saneamiento-dss/vertidos-dss-medidas-reducir-vertidos-dss.html>
- Ministerio para la transición ecológica (2019) *Guías de Adaptación al Riesgo de Inundación: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*.
- Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad Ayuntamiento de Madrid (2018) *Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en zonas verdes y otros espacios libres*. Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes.
- Beniamino Russo, Pere Malgrat Bregolat, , David Suñer Roqueta (2018). *Depósitos para retención de primera escorrentía criterios de diseño y operación*. Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia (EUPLA), Universidad de Zaragoza.
- Boris F. Ochoa-Tocachi, José Cuadros-Adriazola Vivien Bonnesoeur 2022. Documento Metodológico: Zanjias de Infiltración. USAID Canada.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

