



iBATHWATER

Gestión avanzada del agua urbana para garantizar
la calidad de las aguas de baño

INFORME LAYMAN



LOS DATOS DEL PROYECTO

Ubicaciones



Barcelona

Berlín

Referencia: **LIFE17 ENV/ES/000396**

Duración: **1/9/2018 - 30/9/2022**

Presupuesto: **2.274.164 €**

(contribución de la Unión Europea: 1.364.497 €, 60 %)



Contacto

Carme Bosch (Eurecat)
carme.bosch@eurecat.org
<https://www.ibathwater.eu/>
@iBATHWATER_EU



INSTITUCIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES

Coordinación



Fundació Eurecat

Asociados



Adasa Sistemas



Ajuntament
de Barcelona

Ayuntamiento de Barcelona
Barcelona Ciclo del Agua, S.A.

Barcelona
Cicle de
l'Aigua SA



Kompetenzzentrum
Wasser Berlin

EL POR QUÉ DE LIFE IBATHWATER

La gestión inteligente de la red de drenaje y el alcantarillado urbano

La **función del sistema de drenaje urbano y del alcantarillado** es recoger las aguas residuales urbanas, las aguas pluviales y la escorrentía superficial. Cuando el sistema es de tipo unitario, todas estas aguas se conducen por las mismas tuberías. Una vez que llegan a las plantas depuradoras, son tratadas para eliminar los sólidos en suspensión y la carga contaminante, y posteriormente devueltas al medio natural (espacios fluviales, lagos y zonas litorales). Su gestión sostenible ayuda a cerrar el ciclo antrópico del agua, garantizar la salud pública y reducir la contaminación que llega al medio.

Durante los **episodios de lluvia intensa o prolongada**, el volumen de agua puede superar la capacidad del alcantarillado o de las depuradoras de absorberlo, y de este modo verterse directamente sin recibir tratamiento alguno. Estos vertidos tienen un efecto negativo sobre los ecosistemas acuáticos y su calidad fisicoquímica y microbiológica, así como también sobre las aguas de baño y la salud pública, ya que la mayoría de playas, ríos y lagos suelen ser espacios de ocio.

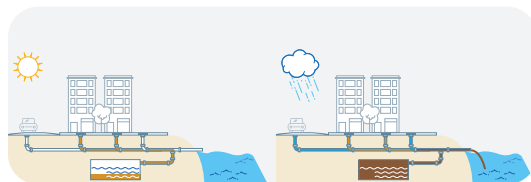


Fig. 1 - Durante los episodios de lluvia intensa, el volumen de agua puede superar la capacidad del alcantarillado o de las depuradoras de absorberlo, por lo que se vierte directamente al medio natural sin recibir ningún tipo de tratamiento.



iBATHWATER es un proyecto demostrativo a escala real de un nuevo sistema integrado de gestión de la red de alcantarillado y las aguas de baño. Con su aplicación se prevé reducir el impacto sobre el medio natural de los vertidos de aguas pluviales urbanas no tratadas, mejorando así la calidad de las aguas de baño durante y después de los episodios de lluvias intensas. Las innovaciones propuestas se han aplicado en Barcelona y en Berlín. Contar con estos sistemas permite anticiparse a los riesgos y ofrecer las máximas garantías sanitarias.

LOS OBJETIVOS DE IBATHWATER

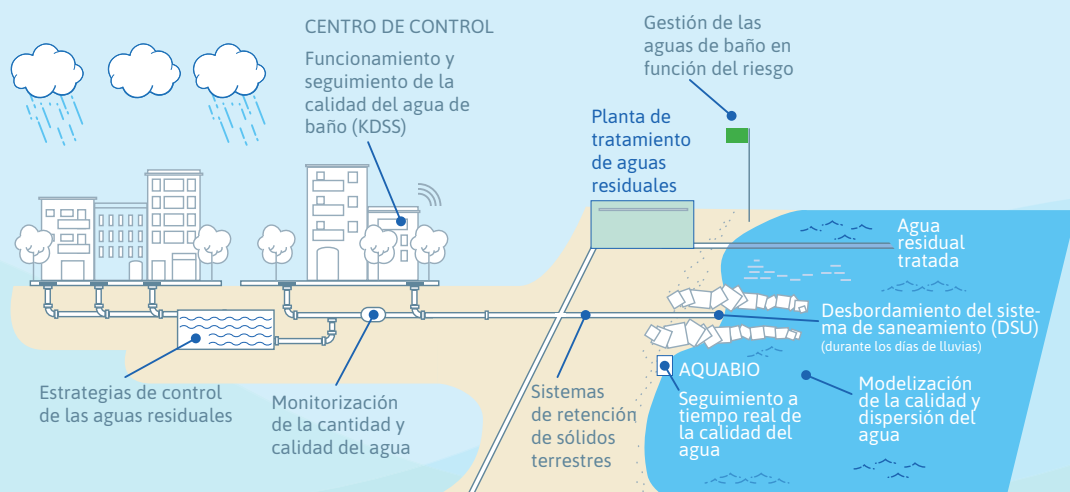
Los impactos de los vertidos sobre el medio natural y la salud

Los **principales objetivos del proyecto iBATHWATER** han sido:

- Minimizar los riesgos para la salud de los bañistas asociados a la calidad de las aguas recreativas.
- Reducir el número y el volumen de desbordamientos del alcantarillado durante los episodios de lluvia intensa.
- Reducir la cantidad de sólidos flotantes y de residuos vertidos al mar durante episodios de lluvias intensas.

Para conseguirlo,...

- se ha desarrollado un **sistema de ayuda a la toma de decisiones operativas**, tanto para las zonas de baño como para la infraestructura de drenaje urbano;
- se han monitorizado en continuo y en tiempo real distintos **parámetros microbiológicos con los dispositivos de medida** (tecnología aquaBio);
- se ha modelizado la calidad del agua de las zonas de baño y de ocio a partir de los **nuevos parámetros introducidos en el seguimiento** en continuo y en tiempo real (incluidos los indicadores especificados en la Directiva europea de aguas de baño);
- y se ha facilitado la **armonización de datos, la interoperabilidad y los estándares abiertos** para impulsar la replicabilidad y transferibilidad en otras ciudades y territorios.



LAS APORTACIONES Y RESULTADOS DEL PROYECTO

1 Tecnología aquaBio para minimizar los riesgos para la salud asociados a la calidad de las aguas de baño

AquaBio es un **dispositivo de medida** que determina los parámetros microbiológicos indicadores de contaminación fecal mediante la **medida simultánea de *Escherichia coli*, enterococos y coliformes** totales, de forma continua y automática, y con bajos requerimientos de mantenimiento. Proporciona una alerta sobre el riesgo sanitario de las aguas del medio natural donde se vierten las aguas pluviales.

El **método analítico** empleado se basa en la degradación de un sustrato específico, y en una detección colorimétrica y/o fluorimétrica que cuantifica la concentración de estos microorganismos. AquaBio aporta valores cuantitativos en un período comprendido entre 4 y 10 horas, según dicha concentración, tras la toma automática de la muestra.

Con el fin de obtener la certificación ETV (*Environmental technology verification*), se ha llevado a cabo el proceso de verificación del equipo aquaBio, Una iniciativa de la Comisión Europea que consiste en comprobar y validar el funcionamiento de una tecnología ambiental por parte de terceros cualificados en base a los datos obtenidos tras aplicar unos protocolos previamente establecidos.



Fig. 3 - Dispositivo de medida aquaBio.





Fig. 4 - Instalación donde se mide la calidad del agua de la playa del Somorrostro de Barcelona con el equipo aquaBio.

En Barcelona, el equipo aquaBio se ha instalado en dos playas: la Nova Icària y Somorrostro, con el fin de **recopilar información sobre la calidad del agua del mar**. Esta información resulta relevante de cara a la gestión de las playas -especialmente frente

los impactos del cambio climático, ya que la temporada recreativa se extiende ahora durante todo el año-, y debe contribuir a mejorar la confianza de los usuarios.

Los episodios de mala calidad están fuertemente ligados a las lluvias de cierta intensidad. Por ello, aquaBio cuenta con un **modo operativo que realiza el seguimiento de la evolución de la contaminación**. Los datos obtenidos permiten a los gestores observar cómo se recupera la calidad del agua de baño después de los episodios de lluvias, y sirven de soporte para la toma de decisiones. De esta forma, se evita tener que cerrar la playa durante un período innecesariamente largo, así como los impactos socioeconómicos que ello conlleva para las actividades del entorno.

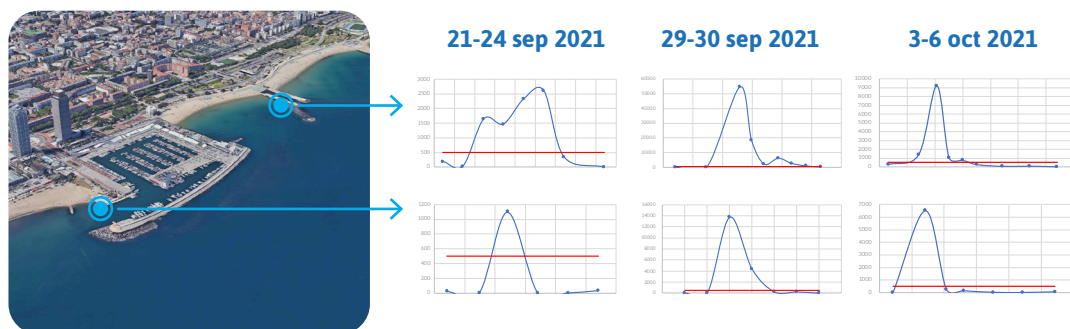


Fig. 5 - Monitorización de tres episodios de vertido de aguas pluviales no tratadas por episodios de lluvias intensas en las playas de la Nova Icària y Somorrostro de Barcelona.

La línea roja corresponde al valor de *E. coli* máximo permitido para tener una clasificación de buena calidad.

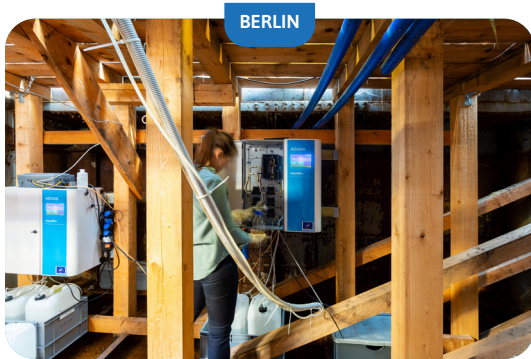


Fig. 6 - Instalación en el Flussbad donde se mide la calidad del Canal Spree.

En Berlín, aquaBio se ha instalado en tres puntos del río, a su paso por el centro de la ciudad. Los resultados coinciden en señalar un aumento de la contaminación fecal tras los desbordamientos del sistema de saneamiento durante los episodios de lluvia intensa. Teniendo en cuenta la duración de todo el proyecto, se puede confirmar que este dispositivo es capaz de detectar de forma

fiable los episodios de contaminación causados por este tipo de vertidos.

La tecnología se ha validado contrastando las mediciones del aparato con los análisis convencionales en laboratorios acreditados. Se ha observado un nivel alto de coherencia entre ambos resultados, lo cual ha sido posible gracias a la mejora continua y la calibración realizada con el agua del río.

Se ha desarrollado también un sistema de soporte a la decisión para mejorar la gestión de la calidad del agua de baño específico para Berlín. Además de registrar las lecturas diarias del equipo aquaBio y realizar alertas cuando se detecta un empeoramiento, plantea distintas propuestas de actuación en función del tipo de alerta, establece el nivel de riesgo para el baño y hace recomendaciones a los usuarios.

Hitos del proyecto iBATHWATER con relación a la tecnología aquaBio

- Puesta a punto de la tecnología para la medida de los enterococos y también para matrices de agua salina, tanto para *E. coli* como para enterococos.
- Instalación de 4 equipos en Barcelona y 4 en Berlín, con los que se han realizado medidas diarias de la calidad microbiana del agua de baño.
- Programación de un nuevo modo de operación que se activa durante los episodios de lluvia intensa que provocan desbordamientos de aguas pluviales no tratadas; permite realizar medidas en continuo y, por lo tanto, conocer el momento exacto en el que el agua de baño recupera la calidad adecuada, de acuerdo a los límites que indica la Directiva Europea de Agua de Baño.
- Demostración de que la tecnología aquaBio detecta de forma fiable los episodios de contaminación de las aguas de baño, con una reducción de tiempo mínima del 60 % con respecto al seguimiento convencional de la calidad del agua.

2 MOLIBATH, herramienta de gestión del drenaje urbano para mejorar el seguimiento de la calidad de las aguas recreativas en Barcelona

En el marco de iBATHWATER, se ha desarrollado también una **herramienta para predecir en tiempo real la calidad bacteriológica del agua de baño de las playas de Barcelona** con modelos numéricos: Molibath. Estos modelos permiten tener en menos de una hora la previsión de la evolución de la contaminación una vez se ha producido un desbordamiento de aguas pluviales no tratadas desde el alcantarillado, y calibrarla con otras campañas de muestras recogidas.

El **modelo hidráulico MoHiBa** tiene como información de entrada la cantidad de precipitación recogida en los 24 pluviómetros de la ciudad. El **modelo del litoral MoLiBa**, por su parte, calcula, a partir de las condiciones de la hidrodinámica marítima y de la evolución del oleaje y las corrientes, la dispersión de la contaminación tras un vertido; es decir, la concentración bacteriológica (*E. coli* y enterococos) en cada punto del litoral.

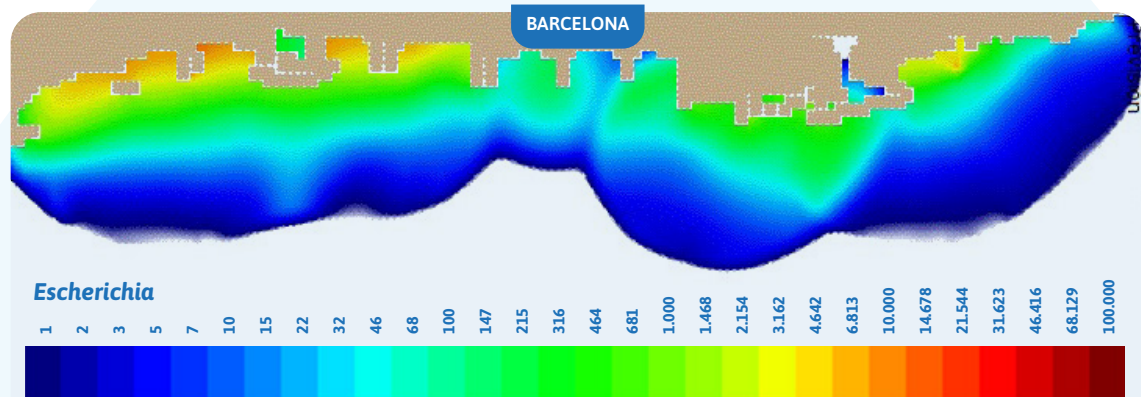


Fig. 7 – Simulación de la calidad del agua mediante la herramienta Molibath.

Hitos del proyecto iBATHWATER con la tecnología Molibath

- Seguimiento en tiempo real continuo de la calidad del agua de baño con los modelos de código abierto integrados en la plataforma Molibath.
- Desarrollo de una herramienta que mejora la toma de decisiones en la gestión de la calidad del agua de baño, ya que determina el momento exacto a partir del cual la calidad está por debajo de los límites de la normativa.
- La herramienta permite informar a los bañistas sobre la buena calidad del agua de baño antes incluso de que los resultados analíticos del laboratorio estén disponibles.

3 Determinación del riesgo microbiológico para la salud para una gestión más óptima de la calidad de las aguas recreativas en Barcelona

En el proyecto iBATHWATER se ha desarrollado un **nuevo modelo de evaluación del riesgo** a partir, por un lado, de la determinación de microorganismos patógenos en las playas de Barcelona realizadas durante las campañas de muestreo, y por el otro, de las mediciones de *E.coli* y enterococos realizadas por los equipos aquaBio durante el proyecto.

Para calcular este riesgo, **se han seleccionado microorganismos de referencia** conocidos por causar gastroenteritis o enfermedades respiratorias: la bacteria *Campylobacter*, el protozoo *Cryptosporidium* y los virus norovirus y adenovirus. Coincidiendo con la época de la pandemia causada por el SARS-CoV-2, este virus también ha sido analizado en las muestras de agua recogidas durante las campañas.

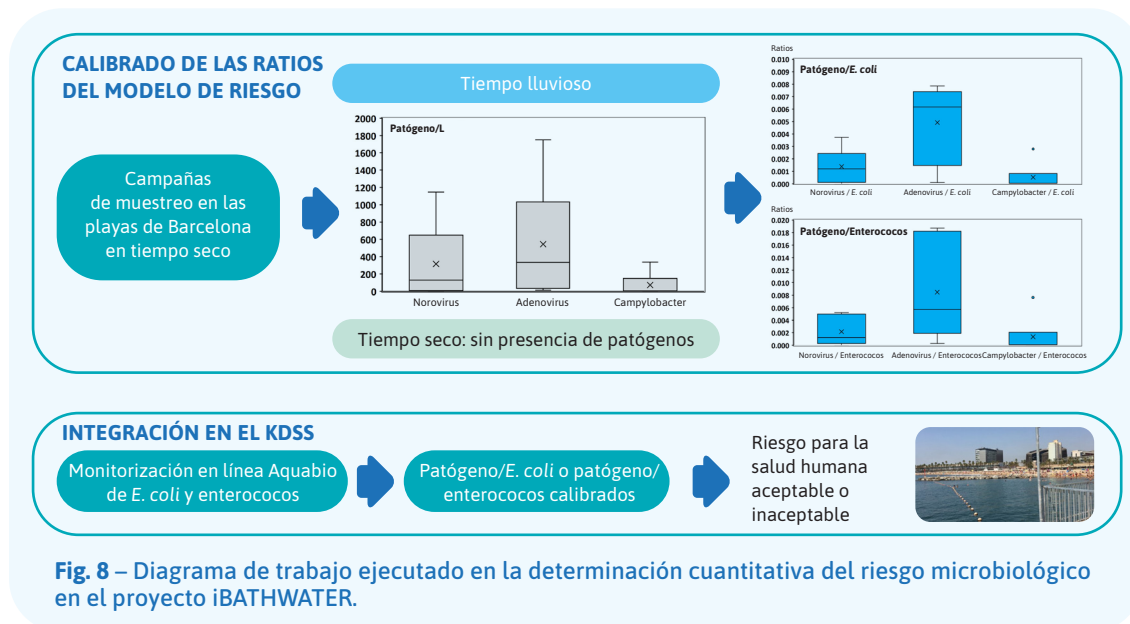


Fig. 8 – Diagrama de trabajo ejecutado en la determinación cuantitativa del riesgo microbiológico en el proyecto iBATHWATER.





Hitos del proyecto iBATHWATER con relación al riesgo microbiológico para la salud

- Análisis de los patógenos de referencia en distintos puntos de las playas de Barcelona, en tiempo seco y lluvioso. En tiempo seco (fuera de los episodios de lluvia que causan desbordamientos del alcantarillado) no se han detectado patógenos, mientras que durante episodios de lluvia se han encontrado tres (norovirus, adenovirus y Campylobacter), a partir de los cuales se ha desarrollado el modelo de riesgo.
- Calibración de los ratios patógeno/*E. coli* y patógeno/enterococos.
- Integración del modelo de riesgo dentro de un sistema de apoyo a la decisión (KDSS) a partir de los ratios calibrados y de las medidas proporcionadas por el equipo aquaBio.
- Análisis adicional del SARS-CoV-2. No se ha detectado en ningún punto de las campañas de muestreo en las playas, pero sí en el alcantarillado durante dos episodios de lluvia en abril y agosto de 2022.

4 Evaluación de las estrategias de gestión de la red de alcantarillado para mejorar la calidad de las aguas de baño en Berlín

En el caso de Berlín, se han evaluado también otras dos estrategias de gestión de la red de alcantarillado para reducir el volumen de los desbordamientos del sistema de saneamiento y mejorar la calidad del agua de baño, valorando al mismo tiempo su sostenibilidad ambiental y económica. La simulación se ha centrado en la cuenca del río a su paso por el centro de la ciudad, el canal Spree.

En una primera estrategia, se activa un volumen de almacenamiento adicional mediante la implementación de una presa móvil situada aguas arriba del punto de

desbordamiento. En una segunda, se utiliza un canal de *bypass* para recoger el agua residual, antes de que entre en una zona de baño, y verterla agua abajo. Estos dos escenarios han sido simulados para las épocas de baño de 2016 (precipitaciones medias) y 2017 (lluvias intensas extremas).

Los resultados de la simulación muestran una reducción del volumen de agua residual vertida en un ~ 80 % para 2016, y de un ~ 32 % para 2017, así como de todos los episodios de vertido mediante la toma móvil para activar el volumen de almacenaje adicional.



Para una gestión segura de las zonas de baño, la estrategia basada en la presa móvil precisa de un seguimiento en continuo de la calidad microbiológica del agua y una predicción de posibles episodios de desbordamiento con la suficiente antelación. Esto se puede conseguir mediante la implementación de la solución iBATHWATER: equipos aquaBio para un seguimiento rápido de la calidad del agua, sondas multiparamétricas para la detección de episodios de contaminación y un modelo de previsión de desbordamientos.

La evaluación de la sostenibilidad pone de manifiesto que las soluciones iBATHWATER son más sostenibles a nivel ambiental y económico que la construcción de grandes infraestructuras, como puede ser el canal de bypass. Esta última opción es también más cara (+57 %) y tiene un impacto ambiental mayor que el uso de la gestión inteligente de las infraestructuras existentes y la aplicación de opciones avanzadas para el control de la calidad del agua (6 veces más emisiones de CO₂).



Hitos del proyecto iBATHWATER con relación a la gestión del sistema del drenaje urbano

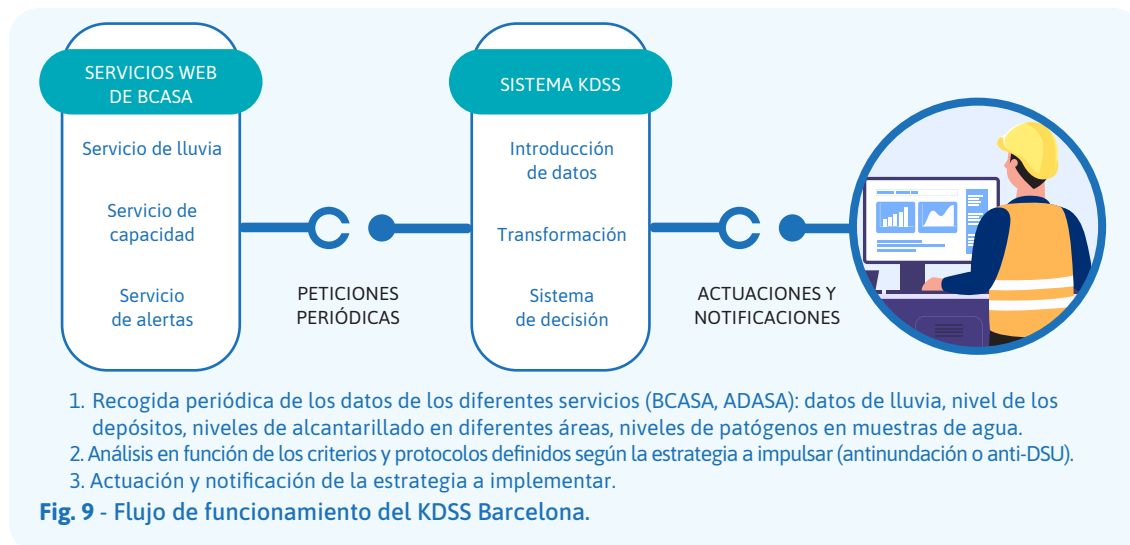
- Simulación de dos estrategias distintas de gestión de la red de alcantarillado en Berlín.
- La primera estrategia, que consiste en la activación de un volumen de almacenamiento adicional mediante una toma móvil, implica una reducción de volumen de agua residual vertida en un rango comprendido entre el 30 % y el 80 %
- La segunda estrategia, que consiste en la construcción de un canal de *bypass*, y a pesar de que permite reducir la totalidad de agua vertida en las zonas de baño, tiene un impacto económico y ambiental mucho más elevado que el uso de nuevas tecnologías basadas en el seguimiento de la calidad en continuo.

5 Sistema de apoyo a la decisión (KDSS) para reducir el número y volumen de descargas del alcantarillado durante episodios de lluvia en Barcelona

El Sistema de apoyo a la decisión (KDSS) desarrollado en el marco del proyecto tiene como principales objetivos recomendar la estrategia más eficiente para la gestión del drenaje urbano y evaluar el riesgo que supone la presencia de patógenos en las zonas de baño.

En el caso de Barcelona, esta gestión se realiza mediante la regulación de volúmenes

de agua de los depósitos pluviales de la ciudad. Estos depósitos se pueden operar de dos formas: para evitar inundaciones en el espacio urbano, o para reducir vertidos de agua residual no tratada en el medio natural. La gestión se lleva a cabo mediante los protocolos definidos por KDSS: como DSU (Descarga del Sistema Unitario) o como antinundación o como anti-DSU (Descarga del Sistema Unitario).



Hitos del proyecto iBATHWATER con relación al sistema KDSS

- Reducción del volumen anual de desbordamientos de agua pluvial no tratada en el medio de un 30 %.
- Reducción de la carga contaminante vertida en el medio durante los episodios de lluvia de un 25 %.
- Disminución entre 3 y 12,5 veces del impacto ambiental y económico con el uso de la plataforma digital iBATHWATER (KDSS) en lugar de la construcción de depósitos adicionales para una capacidad de reducción del 30 %.

6 Elementos de retención de sólidos gruesos y flotantes en Barcelona

Para reducir la cantidad de **sólidos flotantes y desperdicios vertidos en el mar durante episodios de lluvias intensas**, en el marco del iBATHWATER se han instalado sistemas de retención de residuos en los puntos de desbordamiento de las playas de Barcelona.

El sistema está formado por una estructura metálica basculante con distintos ganchos capaces de retener buena parte de los residuos impropios que circulan por el alcantarillado.



Fig. 10 - Rejas de retención de sólidos flotantes.

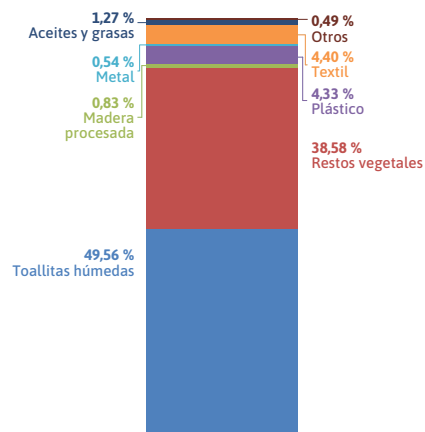


Fig. 11 - Caracterización de los residuos recogidos en las rejas de retención del frente litoral de Barcelona durante episodios de desbordamiento del alcantarillado.

Hitos del proyecto iBATHWATER con relación a la retención de residuos flotantes

- Instalación en todos los puntos de rebose del frente litoral de las playas de Barcelona de sistemas de retención de residuos (antes del proyecto solo 2 de los 4 puntos de rebose estaban cubiertos).
- Instalación de 49,5 metros lineales de sistemas de retención de residuos, con una cobertura total de 147 metros.
- Recogida de más de 230 m³ de residuos en 2021.
- Casi el 50 % de los residuos recogidos en las playas son toallitas húmedas.
- Los resultados ponen de manifiesto la necesidad de impulsar nuevas campañas de concienciación para un buen uso de las toallitas húmedas.

Las implicaciones de los resultados del proyecto en materia de políticas ambientales a escala europea

Muchos de los resultados obtenidos en el proyecto iBATHWATER tienen implicaciones relevantes y deben tenerse en cuenta a la hora de revisar y/o plantear normativas ambientales nuevas o ya existentes en el marco de la Unión Europea. Como, por ejemplo, la Directiva marco del agua (2000/60/CE), la Directiva de aguas de baño (2006/7/CE) y la Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/EEC).

Algunos de los resultados con implicaciones legislativas son los siguientes:

- Los **dispositivos aquaBio** proporcionan valores cuantitativos de la calidad microbiológica del agua de baño que concuerdan con los resultados de laboratorio que utilizan métodos de cuantificación acreditados.

También aportan información diaria durante todo el año, casi en tiempo real (10-12 h como máximo, tanto en río como en mar), lo que permite informar al público con una mayor frecuencia. Es decir, permiten realizar un seguimiento de la calidad durante los episodios de contaminación de corta duración y, por lo tanto, conocer con más rapidez el tiempo previsto para la recuperación de los niveles saludables.

- Los **modelos de dispersión de la contaminación** desarrollados en ambas ciudades, junto con la información procedente del equipo aquaBio, aportan predicciones de la calidad microbiana a una mayor resolución espacial.
- El **desarrollo e implantación de un sistema de soporte a la decisión** en la gestión del sistema de alcantarillado en una ciudad como Barcelona tiene un potencial de reducción de los vertidos de entre un 20-30 % en volumen.
- La **medida simultánea de patógenos de referencia e indicadores contemplados en la Directiva de aguas de baño** permite definir nuevos objetivos de calidad basados en una evaluación de riesgos para la salud humana.
- Las **herramientas digitales desarrolladas en el proyecto** ayudan a la gestión integral del sistema de alcantarillado y de las aguas de baño.



iBATHWATER

