



iBATHWATER

Gestió avançada de l'aigua urbana per garantir
la qualitat de les aigües de bany

LAYMAN'S REPORT



LES DADES DEL PROJECTE

Ubicacions



Barcelona

Berlín

Referència: **LIFE17 ENV/ES/000396**

Durada: **1/9/2018 - 30/9/2022**

Pressupost: **2.274.164 €**

(contribució de la Unió Europea: 1.364.497 €, 60%)



Contacte

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



INSTITUCIONS I EMPRESES PARTICIPANTS

Coordinació



Fundació Eurecat

Associats



Adasa Sistemas



Ajuntament
de Barcelona

Ajuntament de Barcelona
Barcelona Cicle de l'Aigua, S.A.

Barcelona
Cicle de
l'Aigua SA



Kompetenzzentrum
Wasser Berlin

EL PER QUÈ DE LIFE IBATHWATER

La gestió intel·ligent de la xarxa de drenatge i el clavegueram urbà

La **funció del sistema de drenatge urbà i del clavegueram** és recollir les aigües residuals urbanes, les aigües pluvials i l'escorrentia superficial. Quan el sistema és de tipus unitari, transporta aquestes aigües per les mateixes canonades. Un cop arriben a les depuradores, es tracten per eliminar els sòlids en suspensió i la càrrega contaminant, i posteriorment són retornades al medi natural (espais fluvials, llacs i zones litorals). La seva gestió sostenible ajuda a tancar el cicle antròpic de l'aigua, garantir la salut pública i reduir la contaminació que arriba al medi.

Durant els **episodis de pluja intensa o prolongada**, el volum d'aigua pot superar la capacitat del clavegueram o de les depuradores d'absorbir l'aigua, i aquesta arribar directament al medi sense rebre cap tipus de tractament. Aquests sobreiximents tenen un efecte negatiu sobre els ecosistemes aquàtics i la seva qualitat fisicoquímica i microbiològica, així com també sobre les aigües de bany i la salut pública, ja que les platges, els rius i els llacs són espais de lleure.

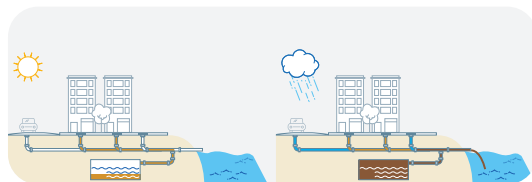


Fig. 1 - Durant els episodis de pluja intensa, el volum d'aigua pot superar la capacitat del clavegueram o de les depuradores, i aquesta arribar directament al medi sense rebre cap tipus de tractament.



iBATHWATER és un projecte demostratiu a escala real d'un nou sistema integrat de gestió de la xarxa de clavegueram i les aigües de bany. Amb la seva aplicació es preveu reduir l'impacte sobre el medi natural dels sobreiximents d'aigües pluvials urbanes no tractades, millorant així la qualitat de les aigües de bany durant i després dels episodis de pluges intenses. Les innovacions proposades s'han aplicat a Barcelona i Berlín. Comptar amb aquests sistemes permet anticipar-se als riscos i oferir les màximes garanties sanitàries.

ELS OBJECTIUS D'IBATHWATER

Els impactes dels abocaments sobre el medi i la salut

Els objectius principals del projecte iBATHWATER han estat:

- Minimitzar els riscos per a la salut dels banyistes associats a la qualitat de les aigües recreatives.
- Reduir el nombre i el volum de sobreiximents del clavegueram durant els episodis de pluja.
- Reduir la quantitat de sòlids flotants terrestres i de deixalles abocades al mar durant episodis de pluges intenses.

Per aconseguir-los...

- s'ha desenvolupat un **sistema d'ajuda a la presa de decisions operatives**, tant per a les zones de bany com per a la infraestructura de drenatge urbà;
- s'ha monitoritzat en continu i en temps real **paràmetres microbiològics** (tecnologia aqua-Bio);
- s'ha modelitzat la qualitat de l'aigua de les zones de bany i de lleure, a partir dels **nous paràmetres introduïts en el seguiment** en continu i en temps real (inclosos els indicadors especificats a la Directiva europea d'aigües de bany);
- i s'ha facilitat l'**harmonització de dades, la interoperabilitat i els estàndards oberts** per afavorir la replicabilitat i transferibilitat en altres ciutats i territoris.

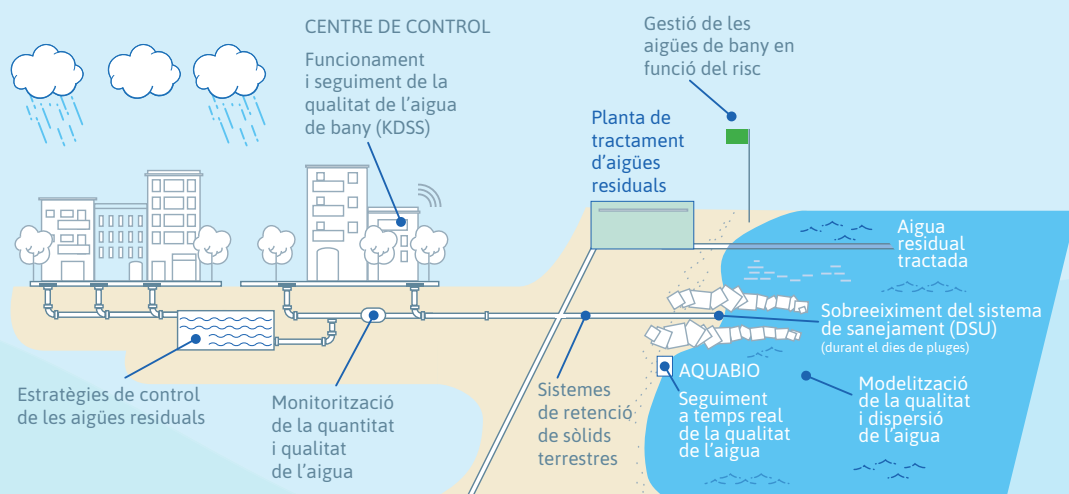


Fig. 2 - Esquema d'IBATHWATER, un projecte demostratiu a escala real d'un nou sistema integrat de gestió de la xarxa de clavegueram i les aigües de bany.

LES APORTACIONS I RESULTATS DEL PROJECTE

1 Tecnologia aquaBio per a minimitzar els riscos per a la salut associats a la qualitat de les aigües de bany

L'aquaBio és un **dispositiu de mesura** que determina els paràmetres microbiològics indicadors de contaminació fecal mitjançant la **mesura simultània d'*Escherichia coli* i coliforms totals i enterococs**, de forma continua i automàtica, i amb baixos requeriments de manteniment. Proporciona una alerta sobre el risc sanitari de les aigües del medi on s'aboquen les aigües pluvials.

El **mètode analític** emprat es basa en la degradació d'un substrat específic, i en la detecció colorimètrica i/o fluorimètrica que quantifica la concentració d'aquests micro-organismes. L'aquaBio aporta valors quantitatius en un període comprès entre les 4 i 10 hores, depenent de la concentració, després de la presa automàtica de la mostra.

A fi d'obtenir la certificació ETV (*Environmental technology verification*), s'ha dut a terme el procés de verificació de l'aquaBio, una iniciativa de la Comissió Europea que consisteix en comprovar i validar el funcionament d'una tecnologia ambiental per part de tercers qualificats en base a les dades obtingudes després d'aplicar uns protocols prèviament establerts.



Fig. 3 - Dispositiu de mesura aquaBio.





Fig. 4 - Instal·lació del Port Olímpic on es mesura la qualitat de l'aigua de la platja del Somorrostro amb l'equip aquaBio.

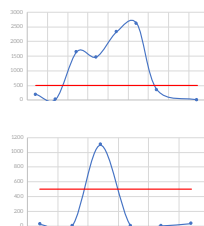
A Barcelona, l'aquaBio s'ha instal·lat en dues platges: la Nova Icària i Somorrostro. L'aparell proporciona informació de la qualitat de l'aigua del mar. Aquesta informació esdevé rellevant per a la gestió de les platges —especialment davant dels impactes del canvi

climàtic, que fa que la temporada recreativa s'estengui durant tot l'any—, i ha de contribuir a millorar la confiança dels usuaris.

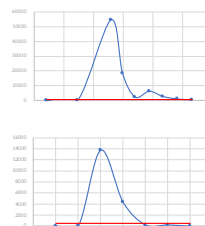
Els episodis de mala qualitat estan fortament lligats a les pluges de certa intensitat. Per això, l'aquaBio compta amb un **mode operatiu que fa un seguiment de l'evolució de la contaminació**. Les dades obtingudes permeten als gestors de les platges observar com es recupera la qualitat de l'aigua de bany després dels episodis de pluges, i serveixen de suport per a la presa de decisions. D'aquesta manera, s'evita tancar la platja durant un període innecessàriament llarg, així com els impactes socioeconòmics que això comporta per a les activitats de l'entorn.



21-24 set 2021



29-30 set 2021



3-6 oct 2021

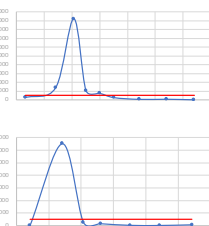


Fig. 5 - Monitorització de tres episodis d'abocament d'aigües pluvials no tractades per episodis de pluges intenses a les platges de la Nova Icària i Somorrostro de Barcelona.

La línia vermella és el valor d'E. coli màxim permès per tenir una classificació de qualitat bona.



Fig. 6 - Instal·lació al Flussbad on es mesura la qualitat del Canal Spree.

A Berlín, l'aquaBio s'ha instal·lat en tres punts del riu, al seu pas pel centre de la ciutat.

Els resultats coincideixen a indicar un augment de la contaminació fecal després dels sobreiximents del sistema de sanejament arran dels episodis de pluja. Considerant la durada de tot el projecte, es pot confirmar que aquest dispositiu és capaç de detectar

de manera fiable episodis de contaminació causats per aquest tipus d'abocaments.

La tecnologia s'ha validat contrastant els mesuraments de l'aparell amb les anàlisis convencionals en laboratoris acreditats. S'ha observat un nivell d'acord elevat entre ambdós resultats, cosa que ha estat possible gràcies a la millora contínua i el calibratge específic fet amb l'aigua del riu.

S'ha desenvolupat també un sistema de suport a la decisió per a la millor gestió de la qualitat de l'aigua de bany, específic per a Berlín. A més a més de registrar les lectures diàries determinades per l'aquaBio i llançar alertes quan en detecta un empitjorament, planteja diferents propostes d'actuació en funció del tipus d'alerta, estableix el nivell de risc per al bany i fa recomanacions als usuaris.

Fites del projecte iBATHWATER amb la tecnologia aquaBio

- Posada a punt de la tecnologia per a la mesura dels enterococs i també per a matrius d'aigua salina, tant per a *E. coli* com per als enterococs.
- Instal·lació de 4 equips a Barcelona i 4 a Berlín, els quals han realitzat mesures diàries de la qualitat microbiana de l'aigua de bany.
- Programació d'un mode d'operació nou, el qual s'activa durant els episodis de pluja que provoquen sobreiximents d'aigües pluvials no tractades; permet fer mesuraments en continu i, per tant, conèixer el moment exacte en el qual l'aigua de bany recupera la qualitat adequada, segons els límits que indica la Directiva Europea d'Aigua de Bany.
- Demostració que la tecnologia aquaBio detecta de forma fiable els episodis de contaminació de les aigües de bany, amb una reducció de temps mínima del 60% respecte al seguiment convencional de la qualitat de l'aigua.

2 MOLIBATH, eina de gestió del drenatge urbà per a millorar el seguiment de la qualitat de les aigües recreatives a Barcelona

En el marc d'iBATHWATER, s'ha desenvolupat també una **eina per predir en temps real la qualitat bacteriològica de l'aigua de bany de les platges de Barcelona** amb models numèrics: Molibath. Aquests models permeten tenir en menys d'una hora la previsió de l'evolució de la contaminació un cop s'ha produït un sobreiximent d'aigües pluvials no tractades des del clavegueram, i calibrar-la amb les campanyes de mostres recollides.

El model **hidràulic MoHiBa** té com a informació d'entrada la quantitat de precipitació recollida als 24 pluviòmetres de la ciutat. El **model del litoral MoLiBa**, per la seva banda, calcula, a partir de les condicions de la hidrodinàmica marítima i de l'evolució de l'onatge i les corrents, la dispersió de la contaminació després d'un abocament; és a dir, la concentració bacteriològica (*E. coli* i enterococs) en cada punt del litoral.

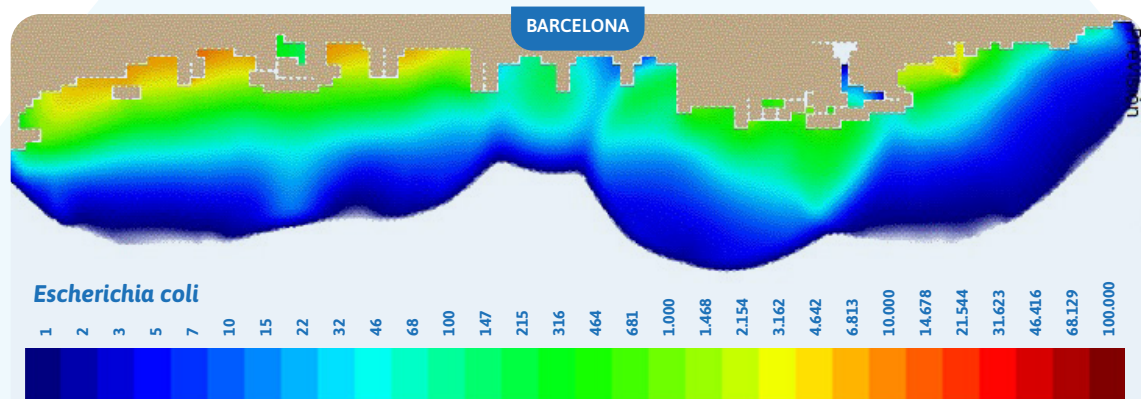


Fig. 7 – Resultat de la simulació de la qualitat de l'aigua a partir de l'eina Molibath.

Fites del projecte iBATHWATER amb la tecnologia Molibath

- Seguiment en temps real continu de la qualitat de l'aigua de bany amb els models de codi obert integrats en la plataforma Molibath.
- Desenvolupament d'una eina que millora la presa de decisions en la gestió de la qualitat de l'aigua de bany, ja que permet conèixer el moment concret a partir del qual la qualitat està per sota dels límits de la normativa.
- L'eina permet informar als banyistes sobre la bona qualitat de l'aigua de bany abans fins i tot que els resultats analítics del laboratori estiguin disponibles.

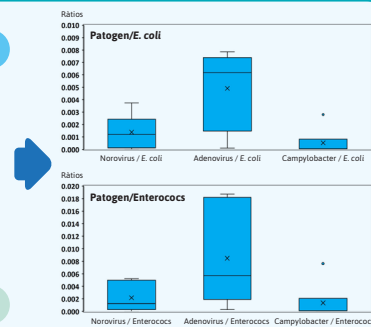
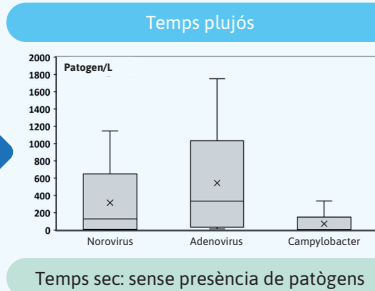
3 Determinació del risc microbiològic per a la salut per a una gestió més òptima de la qualitat de les aigües recreatives a Barcelona

En el projecte iBATHWATER s'ha desenvolupat un **nou model d'avaluació del risc** a partir, d'una banda, de les determinacions de microorganismes patògens a les platges de Barcelona realitzades durant les campanyes de mostreig, i de l'altra, de les mesures d'E. coli i enterococs proporcionades pels equips aquaBio al llarg del projecte.

Per a calcular aquest risc, **s'han seleccionat microorganismes de referència** coneguts per causar gastroenteritis o malalties respiratòries: el bacteri *Campylobacter*, el protozou *Cryptosporidium* i els virus norovirus i adenovirus. Coincidint amb l'època de la pandèmia causada pel SARS-CoV-2, aquest virus també ha estat analitzat en les mostres d'aigua recollides durant les campanyes.

CALIBRAT DE LES RÀTIOS DEL MODEL DE RISC

Campanyes de mostreig a les platges de Barcelona en temps sec i en temps de pluja



INTEGRACIÓ EN EL KDSS

Monitoratge en línia Aquabio d'E. coli i enterococs

Patogen/E. coli o patogen/enterococs calibrats

Risc per a la salut humana acceptable o inacceptable



Fig. 8 – Diagrama de treball executat en la determinació quantitativa del risc microbiològic en el projecte iBATHWATER.





Fites del projecte iBATHWATER pel que fa al risc microbiològic per a la salut

- Anàlisi dels patògens de referència a diferents punts de les platges de Barcelona, en temps sec i de pluja. En temps sec (fora dels episodis de pluja que causen sobreeiximents del clavegueram) no s'han trobat patògens, mentre que en episodis de pluja se n'han detectat tres (norovirus, adenovirus i *Campylobacter*), a partir dels quals s'ha desenvolupat el model de risc.
- Calibratge dels ràtios patògen/*E. coli* i patògen/enterococs.
- Integració del model de risc dins d'un sistema de suport a la decisió (KDSS) a partir dels ràtios calibrats i de les mesures proporcionades per l'equip aquaBio.
- Anàlisi addicional del SARS-CoV-2. No s'ha detectat en cap punt de les campanyes de mostreig a les platges, però sí en el clavegueram durant dos episodis de pluja a l'abril i a l'agost de 2022.

4 Avaluació de les estratègies de gestió de la xarxa de clavegueram per millorar la qualitat de les aigües de bany a Berlín

En el cas de Berlín, s'han avaluat també altres **dues estratègies de gestió de la xarxa de clavegueram** per reduir el volum dels sobreiximents del sistema de sanejament i millorar la qualitat de l'aigua de bany, tenint en compte també la seva sostenibilitat ambiental i econòmica. La simulació s'ha centrat en la conca del riu que travessa el centre de la ciutat, el canal Spree.

En una primera estratègia, s'activa un volum d'emmagatzematge addicional mitjançant la implementació d'una presa mòbil situada aigües amunt del punt de sobreiximent. En

una segona, s'utilitza un canal de *bypass* per recollir l'aigua residual, abans que entri a una zona de bany, i abocar-la aigües avall. Aquests dos escenaris han estat simulats per a les èpoques de bany de 2016 (precipitacions mitjanes) i 2017 (pluges intenses extremes).

Els resultats de la simulació mostren una reducció del volum d'aigua residual abocada d'un ~80% per a 2016, i d'un ~32% per a 2017, així com de tots els episodis d'abocament mitjançant la presa mòbil per activar el volum d'emmagatzematge addicional.



Per a una gestió segura de les zones de bany, l'estratègia basada en la presa mòbil precisa d'un **seguiment en continu de la qualitat microbiològica de l'aigua i una predicció de possibles episodis de sobreiximent amb la suficient antelació**. Això es pot aconseguir mitjançant la implementació de la solució iBATHWATER: equips aquaBio per a un seguiment ràpid de la qualitat de l'aigua, sondes multiparamètriques per a la detecció d'episodis de contaminació i un model de previsió de sobreiximents.

L'**avaluació de la sostenibilitat** posa de manifest que les solucions iBATHWATER són més sostenibles a nivell ambiental i econòmic que la construcció de grans infraestructures, com pot ser el canal de *bypass*. Aquesta última opció és també més cara (+ 57%) i té un impacte ambiental més elevat que l'ús de la gestió intel·ligent de les infraestructures existents i l'aplicació d'opcions avançades per al control de la qualitat de l'aigua (6 vegades més emissions de CO₂).



Fites del projecte iBATHWATER pel què fa a la gestió del sistema de drenatge urbà

- Simulació de dues estratègies diferents de gestió de la xarxa de clavegueram a Berlín.
- La primera estratègia, que consisteix en l'activació d'un volum d'emmagatzematge addicional mitjançant una presa mòbil, implica una reducció de volum d'aigua residual abocada en un rang comprès entre el 30% i el 80%.
- La segona estratègia, que consisteix en la construcció d'un canal de *bypass*, i malgrat que permet reduir la totalitat d'aigua abocada a les zones de bany, té un impacte econòmic i ambiental molt més elevat que l'ús de noves tecnologies que es basen en el seguiment de la qualitat en continu.

5 Sistema de suport a la decisió (KDSS) per a reduir el nombre i volum de descàrregues del clavegueram durant episodis de pluja a Barcelona

El **Sistema de suport a la decisió (KDSS)** desenvolupat en el marc del projecte té com a objectius principals recomanar l'estratègia més eficient per a la gestió del drenatge urbà i avaluar el risc que suposa la presència de patògens a les zones de bany.

En el **cas de Barcelona**, aquesta gestió es realitza mitjançant la regulació dels volums

d'aigua dels dipòsits pluvials de la ciutat. Aquests dipòsits es poden operar de dues maneres: per a evitar inundacions a l'espai urbà, o per reduir abocaments d'aigua residual no tractada al medi. La gestió es porta a terme mitjançant els protocols definits pel KDSS: com a anti-inundació o com a anti-DSU (Descàrrega del Sistema Unitari).

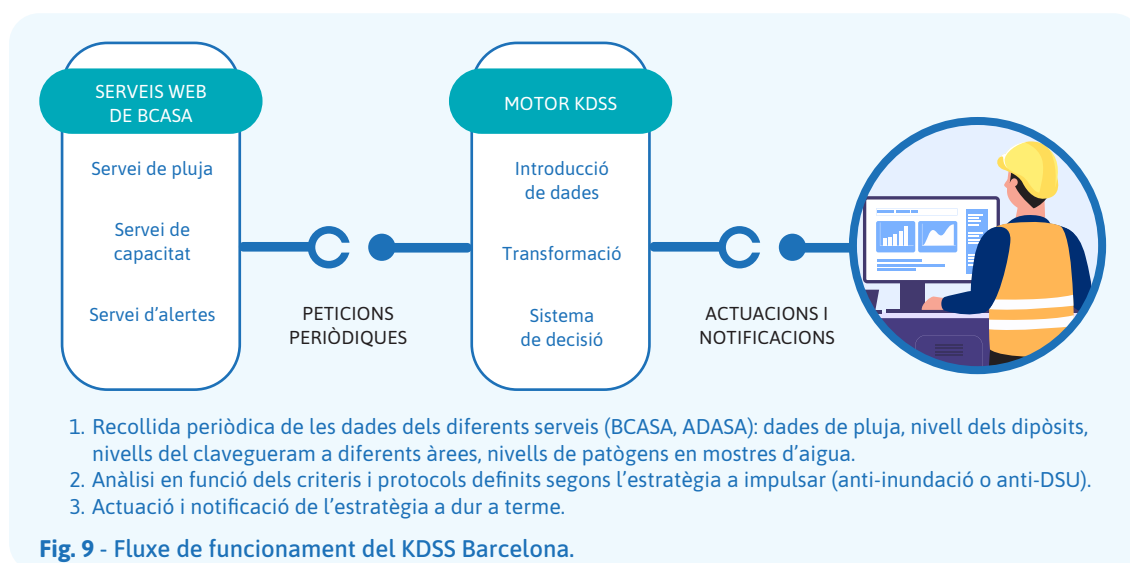


Fig. 9 - Fluxe de funcionament del KDSS Barcelona.

Fites del projecte iBATHWATER pel que fa al sistema KDSS

- Reducció del volum anual de sobreiximents d'aigua pluvial no tractada al medi d'un 30%.
- Reducció de la càrrega contaminant abocada al medi durant els episodis de pluja en un 25%.
- Reducció fins a 3 i 12,5 vegades de l'impacte ambiental i econòmic fent ús de la plataforma digital iBATHWATER (KDSS) en lloc de la construcció de dipòsits addicionals per a una capacitat de reducció del 30%.

6 Reixes de retenció de sòlids gruixuts i flotants a Barcelona

Per assolir l'objectiu de **reduir la quantitat de sòlids flotants i deixalles abocades al mar durant episodis de pluges intenses**, en el marc de l'iBATHWATER s'han instal·lat sistemes de retenció de residus en els punts

de sobreiximent de les platges de Barcelona. El sistema es compon d'una estructura metàl·lica basculant amb diferents ganxos capaços de retenir bona part dels residus impropis que circulen pel clavegueram.



Fig. 10 - Reixes de retenció de sòlids flotants.

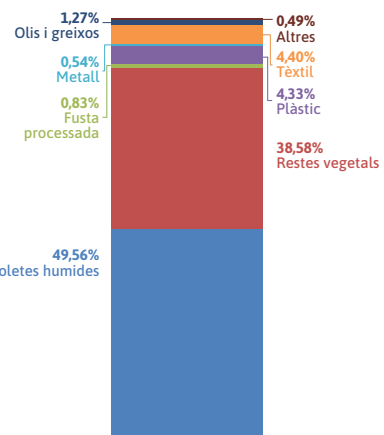


Fig. 11 - Caracterització dels residus recollits a les reixes de retenció del front litoral de Barcelona durant episodis de sobreiximent del clavegueram.

Fites del projecte iBATHWATER pel que fa a la retenció de residus flotants

- Instal·lació en tots els punts de sobreiximent del front litoral de les platges de Barcelona de sistemes de retenció de residus (abans del projecte només 2 dels 4 punts de sobreiximent estaven coberts).
- Instal·lació de 49,5 metres lineals de sistemes de retenció de residus, amb una cobertura total de 147 metres.
- Recollida de més de 230 m³ de residus l'any 2021.
- Gairebé el 50% dels residus recollits a les platges són tovallolletes humides.
- Els resultats posen de manifest la necessitat d'impulsar noves campanyes de conscienciació per a un bon ús de les tovallolletes humides.

Les implicacions dels resultats del projecte en matèria de polítiques ambientals a escala europea

Molts dels resultats obtinguts en el projecte iBATHWATER tenen implicacions rellevants a tenir en compte a l'hora de revisar i/o plantejar normatives ambientals noves o ja existents en el marc de la Unió Europea. Com, per exemple, la Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE), la Directiva d'aigües de bany (2006/7/CE) i la Directiva de tractament d'aigües residuals urbanes (91/271/EEC).

Alguns dels resultats amb implicacions legislatives són els següents:

- Els **dispositius aquaBio** proporcionen valors quantitatius de la qualitat microbiològica de l'aigua de bany que concorden amb els resultats de laboratori que utilitzen mètodes de quantificació acreditats.

També aporten informació diària durant tot l'any, gairebé en temps real (10-12 h com a màxim, tant de riu com de mar), cosa que permet informar al públic amb una major freqüència. A més, possibiliten fer seguiment de la qualitat durant els episodis de contaminació de curta durada i, per tant, conèixer amb més rapidesa el temps previst per a la recuperació dels nivells saludables.

- Els **models de dispersió de la contaminació** desenvolupats en ambdues ciutats, juntament amb la informació procedent de l'aquaBio, aporten prediccions de la qualitat microbiana a alta resolució espacial.
- El **desenvolupament i implantació d'un sistema de suport a la decisió** en la gestió del sistema de clavegueram en una ciutat com Barcelona té un potencial de reducció dels abocaments d'entre un 20-30% en volum.
- La **mesura simultània de patògens de referència i indicadors contemplats en la Directiva d'aigües de bany** permet definir nous objectius de qualitat basats en una avaluació de riscos per a la salut humana
- Les **eines digitals desenvolupades en el projecte** ajuden a la gestió holística del sistema de clavegueram i de les aigües de bany.



iBATHWATER

