

# Catálogo de buenas prácticas AQUAMUNDAM



**Interreg**  
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA

 **aquamundam**



**Interreg**  
**España - Portugal**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



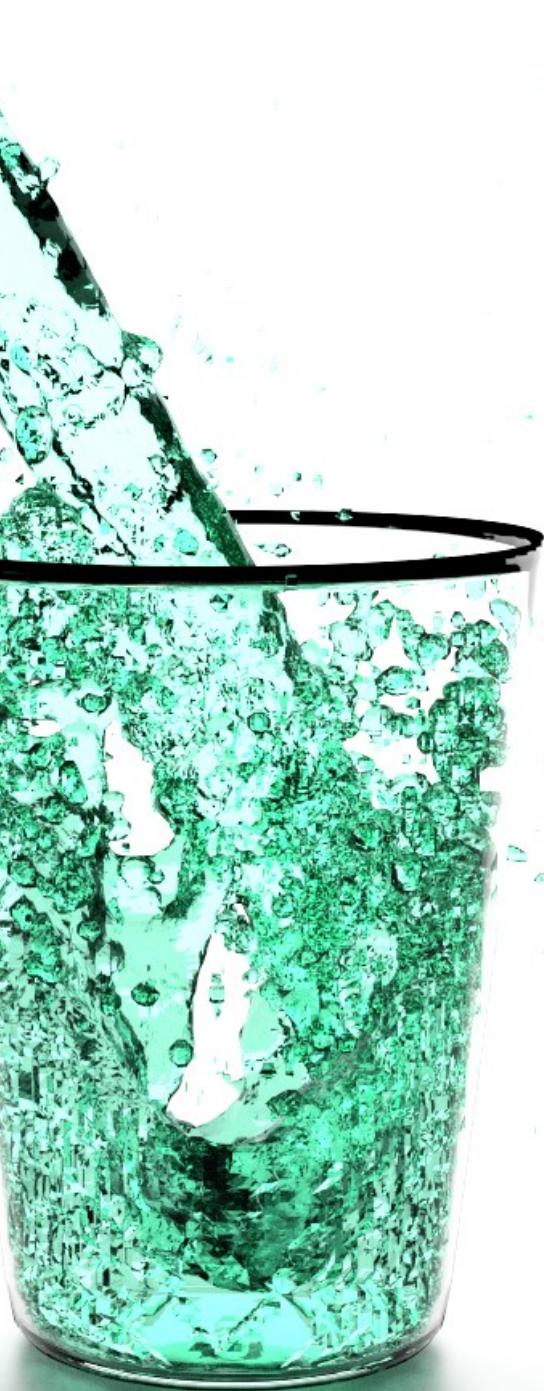
Soluciones para la gestión integrada sostenible del agua en el espacio POCTEP

El proyecto **"AQUAMUNDAM. Soluciones para la gestión integrada sostenible del agua en el espacio POCTEP"**, es un proyecto financiado por la Unión Europea a través del Programa INTERREG V-A España – Portugal (POCTEP) 2014-2020, que pretende fomentar la cooperación en la línea fronteriza entre ambos países y continuar avanzando en la mejora de la calidad de vida de los habitantes del Espacio de Cooperación.

Este proyecto está liderado por la Fundación Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), y cuenta con la participación del Ente Público Empresarial Augas de Galicia - EPE Augas de Galicia - Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio (Xunta de Galicia), Fundación CARTIF, la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD), la Comunidade Intermunicipal do Alto Minho (CIM Alto Minho) y el Instituto Pedro Nunes (IPN).

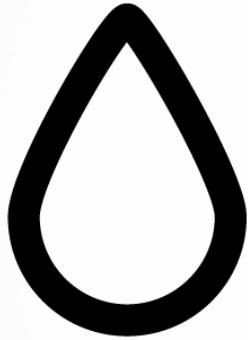
AQUAMUNDAM tiene como objetivo la protección medioambiental a través de la mejora en la gestión del ciclo integral del agua en espacios transfronterizos fomentando un uso racional de este recurso mediante el desarrollo de metodologías y herramientas y la valoración de soluciones y técnicas existentes.

Con el desarrollo del proyecto AQUAMUNDAM se quiere contribuir a cumplir las metas de uno de los objetivos específicos del programa, que contempla el desarrollo de acciones que favorezcan la integración, eficiencia y eficacia de los sistemas de gestión de agua en el espacio de cooperación.



# Catálogo de buenas prácticas





**aquamundam**



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | 6  |
| Normativa referente a la gestión integral del ciclo del agua  | 8  |
| Conciencia social, económica y educativa  | 9  |
| <b>OBJETIVO DEL CATÁLOGO</b>  | 10 |
| <b>CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS</b>  | 12 |
| Plan de saneamiento de la ría de Pontevedra   | 14 |
| Pacto Local del Agua (Galicia)  | 20 |
| SMART Hospital  | 24 |
| TEcoAgua  | 28 |
| Tratamientos singulares de carácter experimental de vertidos en pequeñas poblaciones en la cuenca del Duero | 32 |
| Benchmarking anual de la Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) en Portugal           | 36 |
| Colaboración entre Águas de Coimbra y Universidade de Coimbra   | 40 |
| SANePLAN  | 44 |
| WaterNanoEnv  | 48 |
| WETNET  | 52 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | 56 |



# INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso renovable e imprescindible, que se ha convertido en un bien limitado y escaso. El concepto de gestión sostenible referido al agua se centra en el aprovechamiento de este recurso en la actualidad de manera que se asegure su disponibilidad en cantidad y en calidad suficiente para nuestros hijos y nietos. La Declaración de Dublín (1) sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible (1992) señala en su Principio N°1: **“dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere de un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales”**. El concepto de sostenibilidad fue definido en el Informe titulado *Nuestro Futuro Común* (Informe Brundtland (2)), elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en 1987 como: **“satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el derecho de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”**.



Ante una población mundial creciente y que tiende a agruparse en las ciudades, la gestión sostenible del ciclo integral del agua se ha convertido en una necesidad, existiendo actualmente numerosas investigaciones y acciones que se enfrentan al reto de asegurar el abastecimiento de agua. La demanda de agua en las ciudades aumentará un 50 % en el 2030, puesto que cada vez se concentra más la población en los núcleos urbanos. Se estima que en 2050 un 70 % de la población vivirá en ciudades (UN HABITAT, 2008), lo que ya implica un aumento considerable de la necesidad de llevar agua a estos núcleos desde sitios cada vez más lejanos y en algunos casos un aumento del vertido de aguas residuales a ciertos cauces. Por otra parte, la gestión del agua en pequeños y medianos municipios debe abordarse de manera diferente que en las grandes ciudades, adecuando las medidas al tamaño de la población. Actualmente, un 80 % de las aguas residuales se vierten de nuevo a los cauces sin el tratamiento adecuado. El porcentaje de aguas residuales depuradas depende en gran parte del nivel económico del país. “Agua limpia y saneamiento” es uno de los objetivos contemplados entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por la ONU en 2017 (The Sustainable Development Goals Report, 2017). Además de en ámbito urbano, según la Comisión Europea en 2011, entre un 20 y un 40 % del agua en Europa se despilfarra por el uso de tecnología no adecuada en los procesos en los que se implica el uso del agua: agricultura, industria y energía (Brears, 2015).

- (1) La Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible constituye la conclusión de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA), mantenida en la ciudad de Dublín entre el 20 y el 31 de enero de 1992, una reunión técnica previa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) que se desarrolló en Rio de Janeiro en junio de 1992.
- (2) Esta definición se encuentra en el Informe titulado Nuestro Futuro Común (también conocido como el "Informe Brundtland"), elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en 1987.





# Normativa referente a la gestión integral del ciclo del agua

La gestión sostenible del ciclo del agua se articula en torno al cumplimiento de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE. El objetivo de esta directiva es organizar la gestión de masas de agua (entendiéndose por masa de agua las aguas superficiales, continentales, de transición, costeras y subterráneas) con el fin de: prevenir y reducir su contaminación, fomentar su uso sostenible, proteger el medio acuático, mejorar la situación de los ecosistemas acuáticos y paliar los efectos de inundaciones y sequías. Esta directiva tiene como objetivo mantener un buen estado químico y ecológico de las masas de agua, controlando los vertidos y reduciendo aquellas sustancias nocivas prioritarias.

Otras normativas de importancia son la Directiva 2006/118/CE que trata sobre la protección de las aguas subterráneas y la Directiva 2007/60/CE sobre evaluación y gestión de riesgo de inundación.

Con respecto a las aguas residuales, la Directiva 91/271/CEE se centra en el tratamiento y vertido de aguas residuales urbanas, y fue modificada por la directiva 98/15/CE. En éstas se definen los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales. Además, se tiene en cuenta que las obligaciones de la recolección y tratamiento de estas aguas residuales se realizan en función del volumen de las aglomeraciones urbanas y las características del emplazamiento (si es una zona normal o sensible).

Más información sobre la normativa específica en España y Portugal puede ser consultada en uno de los entregables del proyecto AQUAMUNDAM.





## Conciencia social, económica y educativa

El agua, además de ser consumida directamente, es necesaria para conseguir casi cualquier producto de los que utilizamos a diario. La conciencia social sobre la necesidad del uso sostenible y eficiente del agua existe, y se manifiesta tanto para el público en general, como en sectores como la agricultura y la industria y a nivel gubernamental. Los programas de difusión sobre esta necesidad son esenciales para lograr cambios en el consumo del agua, tanto a nivel de educación, como para profesionales.

De este manera se debe tratar de proporcionar a cada persona o entidad la información necesaria para que conozcan las mejores prácticas de gestión del agua para su propias circunstancias y necesidades (Pittock y Lankforf, 2010).

Otra opción que puede ser considerada es la aplicación de beneficios económicos y fiscales para los usuarios que reduzcan el consumo de agua, la contaminación de la misma o que realicen cualquier acción que promueva el uso sostenible de este bien. Y no solo se aplicarían estas medidas a los usuarios sino a las empresas e industrias que inviertan en la reutilización del agua. Se ha demostrado que un 20-30 % de reducción del consumo de agua industrial y doméstico puede conseguirse con incentivos económicos y fiscales (Bhatia y Falkenmark, 1992).



# OBJETIVO DEL CATÁLOGO

El objetivo de este catálogo es ofrecer ejemplos concretos de buenas prácticas en la gestión sostenible del ciclo integral del agua. Se trata de ofrecer un documento práctico que permita estudiar la reproducibilidad de estos ejemplos en el espacio POCTEP.

El uso adecuado de un bien común como el agua es responsabilidad de todos, y debe conducir a asegurar su calidad y disponibilidad para toda la sociedad, con el menor impacto medioambiental posible a través de acciones basadas en la sostenibilidad.





Este catálogo está dirigido a todos los actores implicados en la gestión del agua: técnicos, administración pública, gestores, etc.

Estas buenas prácticas aquí recogidas tienen la intención de ser un ejemplo para todos aquellos que trabajando en la gestión del ciclo del agua buscan la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente en su quehacer diario.



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

Actualmente el modelo lineal de gestión del agua (producir, usar y verter) está siendo sustituido por uno más sostenible y enmarcado dentro de la economía circular, recirculando y/o reutilizando aguas residuales. La correcta gestión de los recursos, la innovación tecnológica y el aprovechamiento de los recursos hídricos están presentes en el enfoque de los casos de buenas prácticas que se recogen en el presente catálogo.

Con respecto a las buenas prácticas de gestión, se refieren a acciones simples que recuerden a nivel social y gubernamental la importancia de una correcta gestión de este recurso común a todos.

En cuanto a las buenas prácticas tecnológicas, se refieren a soluciones técnicas aplicables a diversos procesos con el fin de fomentar la gestión sostenible del agua. Estas buenas prácticas tecnológicas abarcan todo el ciclo del agua y pueden agruparse según los siguientes temas:

- i) Disminuir el gasto del agua, disminuyendo su consumo o reciclando y reutilizando,
- ii) Extraerla con el menor deterioro posible de los ecosistemas, dejando una parte para el desarrollo normal de ríos, humedales y acuíferos subterráneos,
- iii) Devolverla a las aguas naturales en condiciones aceptables para que el impacto sobre los ecosistemas sea mínimo,
- iv) Depurar o descontaminar con un mínimo gasto energético e impacto ecológico y
- v) Conservar el suelo y la vegetación, en especial la vegetación de la ribera.

La finalidad de estas prácticas es reducir el impacto medioambiental del uso de un recurso renovable como el agua, ayudando a combatir el cambio climático y los fenómenos asociados como las sequías e inundaciones. En esta guía se expondrán ejemplos de ambos tipos de buenas prácticas, que podrán utilizarse como base para acciones a nivel no sólo de España y Portugal, sino en el resto de Europa y del mundo.



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## Plan de saneamiento de la ría de Pontevedra

Las masas de agua del río Lérez y la ría de Pontevedra son ecosistemas que en la actualidad soportan importantes presiones, tanto por vertidos puntuales de aguas residuales urbanas (en tiempo seco y tiempo de lluvia), como por vertidos de aguas residuales industriales, y por contaminación difusa.

Estas presiones causan impactos significativos en la calidad de las masas de agua con una gran riqueza marisquera y un alto impacto económico en el sector productivo y turístico de la zona.

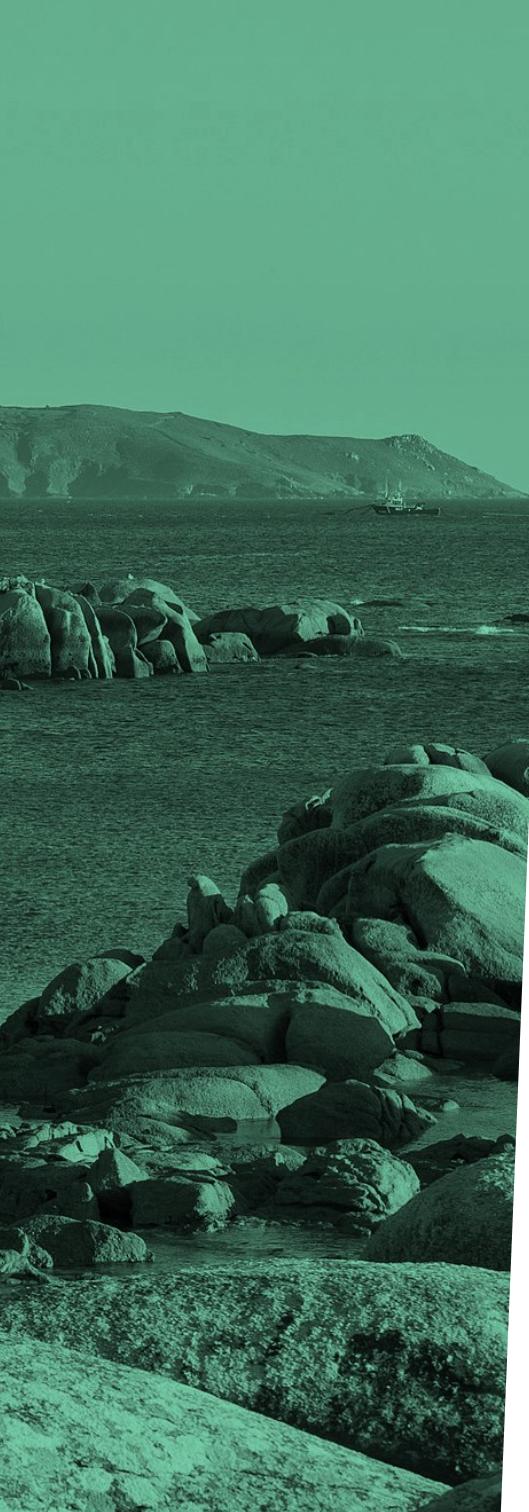
### Objetivos

Desarrollar un instrumento de planificación para definir, valorar y priorizar las actuaciones necesarias para alcanzar un sistema de saneamiento respetuoso con el ecosistema.

Inventariar y estudiar en detalle el saneamiento de los ayuntamientos objeto del plan.

Aplicar las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia.





|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Órgano promotor</b>            | Aguas de Galicia   |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 1.107.150 €  |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 36 meses   |
| <b>Agentes implicados</b>         | Aguas de Galicia, Ayuntamientos de Pontevedra, Marín, Vilaboa y Poio, Cofradía Lourizán, INTECMAR, Industrias y Autoridad Portuaria de Marín |
| <b>Ubicación</b>                  | Ría de Pontevedra  |
| <b>Nivel</b>                      | Regional   |
| <b>Destino</b>                    | Municipios, administración hidráulica, bancos marisqueros, aguas de baño, ciudadanía en general  |



## Proceso desarrollado

Inventario de redes. Conocimiento del sistema actual de saneamiento y drenaje.

Campaña de aforos de caudal y analíticas de efluentes.

Desarrollo y calibración de un modelo de las redes mediante el software InfoWorks® (en desarrollo).

Modelo de calidad de agua en la ría de Pontevedra.

Propuestas de actuación, mediante detección de problemas y recogida de incidencias en el visor web GIS.

Priorización y planificación de actuación.

Modelo de gestión y explotación sostenible.

Tramitación del plan.

## Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para cada fase han sido:

Conocimiento del Sistema Actual de Saneamiento y Drenaje. Construcción del GIS:

En primer lugar, se recopiló y analizó la información de partida para conocer el funcionamiento de las redes y sus características básicas. A continuación, fueron sectorizados los sistemas de saneamiento de los distintos ayuntamientos, como punto de partida para la planificación de los trabajos en campo (levantamiento de la red y medición de aforos). Finalmente, se ha procedido a construir el GIS (que sigue siendo corregido y ajustado actualmente).

Estos trabajos se han extendido desde Julio de 2016 hasta Junio de 2017 en los ayuntamientos de Poio, Marín y Pontevedra. En total, se han inventariado 15.247 elementos (pozos, bombeos y puntos de vertido) y 341 km de red.

## Campaña de aforos de caudal y analíticas de efluentes:

Con la finalidad de evaluar los caudales instantáneos circulantes por las tuberías en tiempo seco y de lluvia, se han realizado aforos de caudal en secciones de control y se han instalado varios pluviómetros en el ámbito de actuación. A partir de los datos medidos, se han elaborado fichas resumen de cada aforo con valores de caudales mínimos, medios y máximos, así como gráficas de volúmenes y precipitaciones diarios.

A mayores, se han realizado polutogramas de tiempo seco en distintos puntos del sistema, que representan distintos parámetros físicos, químicos, microbiológicos y también metales pesados.

Estos trabajos –que incluyen aproximadamente 100 aforos de caudal, 13 polutogramas y la instalación de varios pluviómetros– todavía continúan y se encuentran al 90% de su compleción. Las fichas generadas son accesibles a través de un visor web GIS.

## Modelo numérico de la red y calibración:

Con los datos adquiridos en las fases anteriores, se ha construido un modelo numérico de las redes de saneamiento mediante el software InfoWorks®. Las fases implicadas en estas tareas han incluido: construcción de la red, cálculo y simulación de caudales en tiempo seco y en tiempo de lluvia, calibración del modelo con los aforos realizados y simulación, tanto del estado actual en año medio como de las actuaciones previstas en año medio y para distintos periodos de retorno.

Estos trabajos continúan desarrollándose a día de hoy, con la corrección y refinado de los datos importados y la calibración de las cuencas del modelo para el ayuntamiento de Marín.



### Modelo de calidad del agua en la ría de Pontevedra:

Para su construcción, en primer lugar, se realizó la batimetría empleando distintas tecnologías (sonda multihaz, sonda monohaz y GPS). Seguidamente, se construyó el modelo hidrodinámico tridimensional de la ría de Pontevedra considerando distintas escalas (de regional a local). Dicho modelo, permite simular corrientes, salinidad, temperatura y distintos niveles de marea.

Seguidamente, se validó el modelo hidrodinámico con datos del mareógrafo del puerto de Marín (marea) y de las sondas de Intecmar (salinidad y temperatura). De este modo, se ha conseguido un modelo que permite simular con precisión las condiciones en el interior de la ría.

Finalmente, se ha estudiado la dispersión de la contaminación bacteriológica del emisario actual de la EDAR de Os Praceres y la ubicación óptima y geometría básica del tramo difusor (punto de vertido).

### Propuestas de actuación:

#### \* Incidencias

Para las aproximadamente 60 incidencias detectadas durante los trabajos de campo, relacionadas con: vertidos de aguas residuales, entrada de mar en la red de saneamiento y conexiones de redes de pluviales y manantiales a redes de saneamiento; se han elaborado fichas que describen la problemática y recogen un esquema de cómo quedaría resulta cada incidencia. Todas ellas, han sido incorporadas al visor web GIS.

#### \* Anteproyecto de un nuevo emisario en la EDAR de Os Praceres

En base a los estudios realizados, se ha diseñado un nuevo emisario submarino para la EDAR de Os Praceres, definiendo sus características geométricas, dimensiones y material a emplear.

#### \* Estudio de alternativas de nueva EDAR de Os Praceres

Tomando como referencia la información recopilada, se ha analizado el estado actual y problemática de la EDAR, considerando los caudales y cargas de diseño para el predimensionamiento de la nueva EDAR (caudales y nuevos planos).

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Augas de Galicia tiene desarrollados 6 planes de saneamiento local que afectan a las rías de Arousa y O Burgo. Está previsto continuar ampliando estas actuaciones a otras rías y también a aglomeraciones del territorio interior. Los resultados de los planes de saneamiento han determinado las principales actuaciones a realizar por el organismo.

## Factores de éxito

Implicación y aportación de datos de todos los agentes implicados .

Experiencia del organismo y consorcio de empresas involucradas en planes de saneamiento local.

Disponibilidad de fondos suficiente (recursos personales y materiales) .

## Indicadores usados

Número de elementos identificados y longitud de red analizada.

Realización de batimetría.

Aforos y polutogramas realizados.

Realización de GIS con todos los datos.

Realización y calibrado del modelo de calidad del agua.

Propuestas de actuaciones.

Desarrollo a nivel de anteproyecto del nuevo emisario para la EDAR de Os Praceres (Pontevedra).

Estudio de alternativas de una nueva EDAR en Os Praceres (Pontevedra).



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## Pacto Local del Agua (Galicia)

La situación actual de la prestación de los servicios del ciclo urbano del agua en el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia está en un estado precario. Se han detectado deficiencias tanto en las infraestructuras como en la organización técnica y económica de los servicios. Esto se debe a los escasos medios técnicos, materiales y económicos de las entidades locales para la prestación de estos servicios relacionados con el ciclo del agua, especialmente en aquellos municipios de población más reducida.

A raíz de esta situación, se realizó una propuesta de formulación de un Pacto Local del Agua, con el objeto de poder trabajar para lograr la pretendida sostenibilidad económica, técnica e institucional del ciclo del agua en el territorio gallego a través de este documento.

Así, el 4 de noviembre de 2013 se firmó el protocolo para el desarrollo del Pacto Local para la gestión del ciclo urbano del agua, entre la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras y la Entidad Pública Empresarial Augas de Galicia junto con la Federación Galega de Municipios e Provincias (FEGAMP).

### Objetivos

Sentar unas bases de aplicación común que hagan posible una mayor homogeneidad en el tratamiento y en la ordenación de los servicios del ciclo integral del agua en Galicia y que permitan el cumplimiento de las determinaciones de la Directiva Marco del Agua.

Establecer los criterios de ordenación de los servicios urbanos del ciclo del agua que permitan hacerlos sostenibles.

Impulsar la colaboración entre administraciones y conseguir un marco común en esta gestión para el futuro en el territorio gallego.



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>      | Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas y la Entidad Pública Empresarial Augas de Galicia   |
| <b>Periodo de ejecución</b> | 2013 – sin previsión de finalización  |
| <b>Agentes implicados</b>   | Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas, Entidad Pública Empresarial Augas de Galicia, FEGAMP, las Diputaciones, los Ayuntamientos implicados |
| <b>Ubicación</b>            | Territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia  |
| <b>Nivel</b>                | Regional  |
| <b>Destino</b>              | Administraciones públicas y otros agentes con competencias en la prestación de los servicios del ciclo urbano del agua  |



## Proceso desarrollado

A través de la constitución de dos Comisiones, una Institucional y una Técnica, compuestas, la primera, por representantes de las administraciones local, provincial y autonómica y, la segunda, por técnicos con conocimientos en las materias, se ha trabajado a través de los siguientes grupos:

Grupo económico, que elaboró el documento “Conclusiones sobre la definición de una estructura tarifaria homogénea y de referencia para las entidades locales de Galicia” y continúa trabajando en una guía sobre los aspectos a considerar al evaluar el coste de los servicios integrales de agua, con el fin de avanzar en la recuperación de costes.

Grupo técnico, que ha sido establecido para la definición de una metodología de trabajo homogénea en todos los niveles de Administración, para un diagnóstico certero de los problemas existentes en materia de abastecimiento y saneamiento y para la posterior planificación coordinada de infraestructuras.

Grupo de coordinación, encargado de la realización del “estudio operativo, jurídico y financiero de la gestión de los servicios del ciclo urbano del agua”. La finalidad de este estudio es reflejar la situación real de la gestión del ciclo del agua en el territorio gallego y analizar las posibilidades de avanzar hacia un modelo de prestación supramunicipal adaptado a las circunstancias del territorio y al marco normativo existente.

Este Pacto ha de servir como herramienta de comunicación, y espacio para el trabajo colaborativo y el diálogo, sirviendo así para la reflexión y análisis imprescindibles para el avance en una materia tan compleja y con tantos actores involucrados.

## Resultados obtenidos

### Documentos:

- \* “Recomendaciones para la definición de una estructura tarifaria homogénea y de referencia para los servicios del ciclo urbano del agua en Galicia”.
- \* “Estudio operativo, jurídico y financiero de la gestión de los servicios del ciclo urbano del agua”.

### Cursos y jornadas:

- \* Curso de gestión de las infraestructuras municipales de saneamiento y depuración.
- \* Los resultados de los trabajos del Pacto así como las actas de las reuniones celebradas están a disposición del público en la página web de Augas de Galicia y de la FEGAMP.
- \* Jornadas técnicas: bases de la Gestión del Ciclo Urbano del Agua.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Los documentos elaborados en el seno de las Comisiones quieren ser una referencia a aplicar por todos los agentes con responsabilidad en la gestión de los servicios del ciclo del agua en todo el territorio gallego.

## Factores de éxito

Implicación de los responsables de los distintos organismos participantes, sobre todo de los ayuntamientos, para conseguir la aplicación de lo acordado.

## Indicadores usados

Acuerdos adoptados, documentos generados y cursos y jornadas realizadas.



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## SMART Hospital

Los hospitales consumen recursos naturales y generan residuos para su funcionamiento, contribuyendo negativamente al cambio climático. Se deberían tratar de disminuir tanto el consumo de agua y energía como la generación de residuos y aguas residuales.

Por ejemplo, el servicio nacional de salud del Reino Unido (NHS) estima que la huella de carbono está por encima de 18 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales en este sector, lo cual equivale a un 25 % (NHS Carbon Reduction Strategy, 2009) de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector público de este país. Otro ejemplo es el proporcionado por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (EPA), que estima que se consumen 73 billones de kWh (Energy Information Agency 2006) en el sistema nacional de salud, lo que supone un gasto de 600 billones de dólares en consumo directo de energía y pago por las emisiones de contaminantes.

## Objetivos

Aumentar la capacidad de adaptación de los hospitales para minimizar su efecto en el cambio climático, mediante el desarrollo de planes de actuación basados en las mejores prácticas disponibles, formación a medida, y potencial de replicación de la experiencia. Esta acción se ha llevado a cabo en el Hospital Universitario Río Hortega (Valladolid), y ha incluido planes de actuación centrados en torno a tres ejes: energía, agua y residuos. Como objetivos particulares se propusieron:

- Aumentar la eficiencia energética de las instalaciones en consonancia.
- Mejorar la gestión del agua en las instalaciones y procesos.
- Mejorar el control de los residuos.



|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Órgano promotor</b>            | Programa LIFE (LIFE13 ENV/ES/001019)                   |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 1.880.581 €  |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 01/09/2014 - 30/11/2017                                |
| <b>Agentes implicados</b>         | CARTIF (Coordinador), COINGES, ITENE, SACYL            |
| <b>Ubicación</b>                  | Hospital Universitario Río Hortega (HURH) - Valladolid |
| <b>Nivel</b>                      | Nacional   |
| <b>Destino</b>                    | Sector sanitario                                       |



## Proceso desarrollado

Con respecto a mejorar la gestión del agua, las medidas desarrolladas acordes a la Directiva 2000/60/CE fueron: instalación de dispositivos de control de flujos y reutilización del agua de diálisis, mejora del tratamiento de los efluentes generados por el hospital antes de su retorno a las aguas, optimización del sistema de control de consumo de agua y evaluación de la mejora conseguida con estas medidas.

## Resultados obtenidos

Tras la puesta en marcha de todas las mejoras previstas, el Hospital Río Hortega de Valladolid actualmente está ahorrando un 42 % en el consumo de energía eléctrica, un 4 % en energía térmica y un 16 % en el consumo neto de agua. Se están desechando un 43 % menos de residuos a vertedero; además se ha aumentado de 22 a 35 el número de residuos segregados con respecto a los que van a vertedero (López-Fernández, 2017). Respecto a la gestión de agua, se han conseguido los siguientes avances:

Reutilización del agua de rechazo de la planta de producción de agua de la unidad de hemodiálisis. Se ha procedido a reconducir el agua del rechazo del primer módulo de ósmosis inversa a los aljibes generales del hospital para su aprovechamiento como agua de consumo humano.

Reutilización del agua de paneles evaporativos para fluxores. El HURH dispone de cuatro enfriadoras que funcionan en los meses de verano. Antes del proyecto LIFE SMART Hospital, el agua de rechazo de los paneles se vertía directamente al desagüe. En el marco del proyecto se ha abordado la recogida de este rechazo en una balsa para su posterior reutilización en la red de fluxores.

Instalación de contadores que permitirán conocer los consumos de agua fría, fluxores, producción del pozo y agua de riego. Mediante la adecuada combinación de los datos se puede conocer además el gasto de agua de red, y agua usada en los paneles evaporativos y se podrá estimar el agua evaporada en el proceso de refrigeración.

Uso eficiente del agua en cocinas y cafetería.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Se espera que la replicación de este modelo a escala piloto sea posible a nivel regional, nacional e internacional. Además, se ha publicado un manual de buenas prácticas sobre planes de adaptación en hospitales para la mitigación del cambio climático y se creará una red de expertos en temas de gestión sostenible de hospitales.

## Factores de éxito

Número de socios en el proyecto: 4

Impacto ambiental: Huella hídrica: 17 % de reducción. Huella de carbono: 7,2 % de reducción.

Impacto en el plano socio-económico: se ha implicado tanto a trabajadores del hospital como a usuarios en los planes llevados a cabo.

## Indicadores usados

Los indicadores empleados han sido: la huella de carbono y la huella hídrica, de creciente interés. Por otra parte, la herramienta que se está utilizando para llevar a cabo esta monitorización del impacto ambiental es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).





# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## TEcoAgua

Los trihalometanos (THMs) son compuestos químicos volátiles que se generan durante el proceso de potabilización del agua, por la reacción de la materia orgánica aún no tratada, con el cloro utilizado para su desinfección. Esta materia orgánica está compuesta básicamente por carbohidratos que son los precursores de los THMs.

Los estudios realizados en mamíferos han revelado que los THMs causan efectos adversos en el hígado y el riñón, y afectan negativamente al sistema nervioso y reproductivo. También hay evidencias relativas a los THMs como causantes del cáncer de vejiga. Debido a estos efectos nocivos en la salud humana, el contenido de THMs en el agua potable está sujeto a un nivel máximo legalmente permitido, que en el caso de España es de 100  $\mu\text{g/l}$  (RD 140/2003, Directiva Europea 98/83/CE).

## Objetivos

Evaluar tecnologías que de manera independiente o combinada permitieran reducir, por debajo de límites legalmente establecidos, los niveles de THMs en el agua de consumo humano que proporcionan las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP).

Los objetivos técnicos específicos de este proyecto fueron:

- \* Optimizar el proceso de fotocátalisis para la eliminación de los precursores de THMs en aguas de consumo humano.
  - \* Optimizar el proceso de ozonización para la eliminación de los precursores de THMs en aguas de consumo humano.
  - \* Optimizar el uso combinado de las técnicas de oxidación avanzada propuestas con la adsorción con lechos de carbón activo para la eliminación de los precursores de THMs en aguas de consumo humano.
- 



**Órgano promotor**

Programa de Consorcios  
Estratégicos Nacionales en  
Investigación Técnica (CENIT-E)  
Ministerio de Economía y  
Competitividad y Centro del  
Desarrollo Tecnológico Industrial  
(CDTI). Referencia del proyecto  
CEN-20091028

**Presupuesto / Financiación**

28.000.000 €

**Periodo de ejecución**

16/9/2009 - 31/12/2012

**Agentes implicados**

BEFESA, CARTIF y otros

**Ubicación**

ETAP de Sevilla 'El Carambolo'

**Nivel**

Nacional

**Destino**

ETAP- Tratamiento de aguas para  
consumo humano



## Proceso desarrollado

Para evitar la aparición de los THMs hay varias opciones que han sido previamente estudiadas, siendo la adsorción con carbón activo y el uso de procesos de oxidación avanzada como la fotocatalisis y la ozonización los que mayor viabilidad presentan. Estos procesos se aplican por separado o conjuntamente y en distintos puntos de la potabilización: antes de la cloración, actuando contra los precursores, o después, eliminando directamente los THMs. La fotocatalisis es una tecnología limpia muy prometedora sobre la que ya se han publicado trabajos respecto a la eliminación de los precursores de los THMs obteniendo rendimientos de eliminación del 70 % utilizando  $\text{TiO}_2$  como catalizador (Rizzo et al., 2007). Las tecnologías desarrolladas durante el proyecto fueron: adsorción con carbón activo (tecnología convencional que se emplea en las ETAP), la ozonización y la fotocatalisis (dos tecnologías avanzadas de oxidación), para encontrar la mejor combinación entre ellas y los valores óptimos de las variables de operación y alcanzar los mínimos niveles de THMs en las aguas tratadas.

## Resultados obtenidos

Se evaluó la eficacia en la eliminación de los precursores de los THMs de un lecho de carbón activado, un reactor de ozonización y un reactor fotocatalítico con membrana sumergida. Estos precursores son materia orgánica, principalmente ácidos húmicos, que tras el proceso de cloración para la desinfección del agua forman los THMs.

Los resultados mostraron que los dos sistemas que producen una reducción mayor en los THMs del agua procedente de una ETAP de Sevilla son el reactor fotocatalítico de membrana con  $\text{TiO}_2$  como catalizador y el reactor de lecho de carbón activo, consiguiendo en ambos casos una reducción de aproximadamente el 85 % de los precursores de los THMs.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Se trabajó tanto con un efluente sintético como con uno real en plantas y en laboratorio, de manera que los resultados obtenidos a esta escala podrían utilizarse para el diseño de plantas piloto y su aplicación a ETAP.

## Factores de éxito

Novedad científica y tecnológica, existen estudios previos sobre uso de fotocatalisis y ozonización para la eliminación de precursores de los THMs, pero no sobre la comparación entre estos métodos y una columna de adsorción de carbón activo ni sobre la combinación en serie de estos tratamientos.

Beneficios para la salud humana.

## Indicadores usados

Número de socios del proyecto: 10 empresas y 21 centros de investigación.

Número de publicaciones en revistas científicas: 1 (Reguero et al., 2013).



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## Tratamientos singulares de carácter experimental de vertidos en pequeñas poblaciones en la cuenca del Duero

La cuenca del Duero se distingue por abarcar un elevado número de pequeños núcleos de población. El 96 % de los vertidos urbanos corresponde a poblaciones de menos de 2000 hab-eq, de los cuales, el 72 % corresponde a poblaciones con menos de 250 hab-eq. Este gran número de pequeños vertidos da idea de la dificultad que supone extender los sistemas de depuración a todos los núcleos de población. La CHD, consciente del reto que supone abordar la depuración en estos pequeños municipios, desarrolló un proyecto piloto “Tratamientos singulares de carácter experimental de vertidos en pequeñas poblaciones de la cuenca del Duero”, con objeto de establecer aquellas tecnologías de depuración más apropiadas desde el punto de vista tecnológico y económico de acuerdo con las singularidades de estos pequeños municipios. Este proyecto, también pretende integrar estas tecnologías de depuración en el entorno rural de la forma más respetuosa con el dominio público hidráulico. Con este objetivo, la CHD eligió 14 municipios que fueran representativos de los diferentes tipos de vertido y medios receptores presentes en la cuenca, en donde poner en marcha y evaluar sistemas de “depuración no convencionales de bajo coste”.

### Objetivos

Contribuir al cumplimiento de la Directiva de Aguas Residuales (91/271/CEE) y a la consecución de los objetivos de la Directiva Marco del Agua mediante la mejora del estado ecológico de las masas de agua.

Valorizar tecnologías de bajo coste de inversión y explotación adecuadas para este tipo de municipios.

Demostrar y concienciar, tanto a ciudadanos como a responsables, de que la depuración en pequeños municipios es posible y de que existen tecnologías robustas y fiables de bajo coste que permiten alcanzar excelentes rendimientos de depuración, integrándose de una manera respetuosa con el entorno.



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>            | Confederación Hidrográfica del Duero (CHD)  |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 2.853.713 € (IVA incluido)  |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 08/07/2010 - 27/12/2012   |
| <b>Agentes implicados</b>         | Área de Calidad de Aguas de la CHD, Ayuntamientos en los que se han implantado los pilotos                            |
| <b>Ubicación</b>                  | Municipios de las provincias de León, Soria, Segovia, Palencia, Salamanca, Burgos, Valladolid, Orense, Ávila y Zamora |
| <b>Nivel</b>                      | Nacional (ámbito de la demarcación hidrográfica)  |
| <b>Destino</b>                    | Municipios de tamaño reducido (<2000 hab-eq)  |



## Proceso desarrollado

Estado del arte: revisión bibliográfica de documentación técnica sobre sistemas de depuración en pequeñas poblaciones y revisión de experiencias previas existentes presentes en la cuenca del Duero.

Selección de pilotos: elección de poblaciones en las que implantar las soluciones estudiadas en el manual.

“Guía Práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones”, que recopila las tecnologías e indica ejemplos de su implantación en las diversas experiencias piloto.

## Resultados obtenidos

Implantación de 14 experiencias piloto en pequeños núcleos de todo el ámbito de la cuenca del Duero para la depuración de aguas.

Difusión de la “Guía Práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones” de uso general y gratuito. Participación en la elaboración de manuales técnicos, foros y conferencias sobre el diseño y construcción de sistemas de depuración para pequeños municipios.

# Tratamientos singulares de carácter experimental de vertidos en pequeñas poblaciones en la cuenca del Duero

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Las 14 experiencias piloto son plantas de referencia que han sido visitadas por los técnicos de diferentes administraciones competentes en la materia (técnicos municipales, técnicos de las Diputaciones Provinciales y de la Junta de Castilla y León, técnicos de las entidades públicas del agua, etc.), que permiten transferir estas tecnologías a otros municipios similares.

## Factores de éxito

Selección de las soluciones más adecuadas al tamaño de población y condiciones económicas.

Ensayo de las distintas tecnologías in situ en municipios de diferentes características.

Seguimiento y evaluación técnica de los resultados y ventajas de cada tecnología utilizada.

## Indicadores usados

Rendimientos de depuración en base a parámetros de calidad del efluente.

Coste de inversión Vs Población Equivalente.

Coste de explotación Vs Población Equivalente.

Integración del sistema de depuración en el entorno.

Grado de aceptación local.



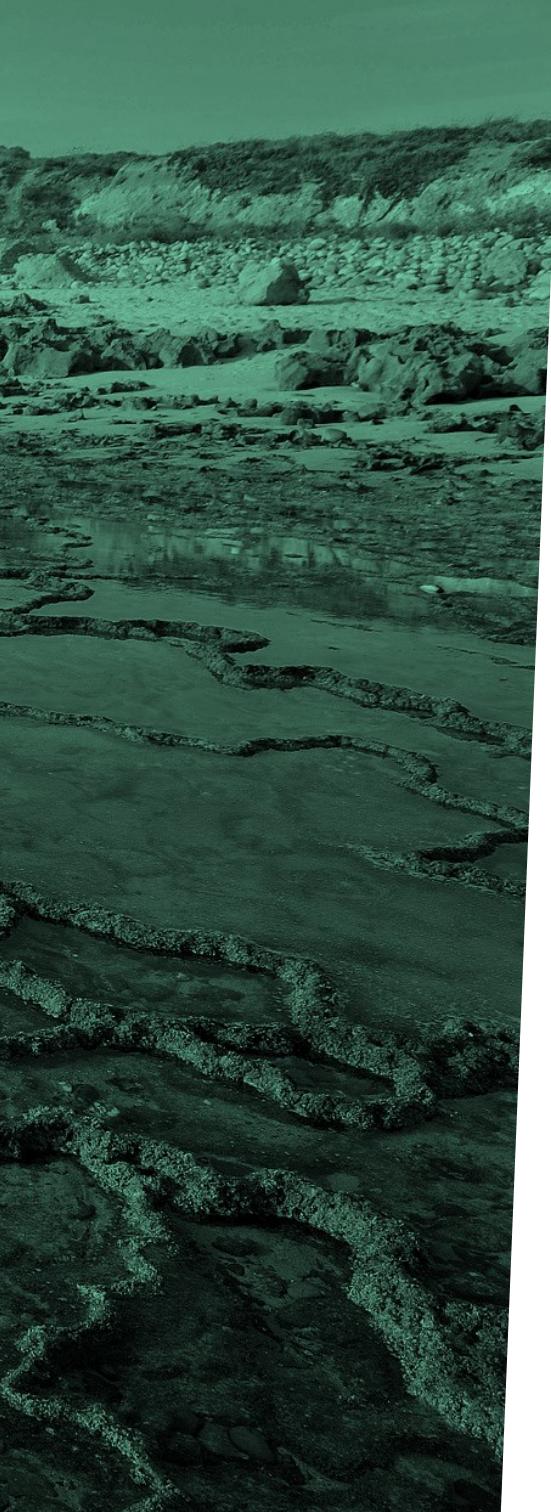
# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## Benchmarking anual de la Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) en Portugal

Con el objetivo de cumplir las Directivas Comunitarias, en concreto la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), transpuesta al ordenamiento jurídico portugués mediante la “Lei da Água”, y las imposiciones de la Entidade Reguladora das Águas e Resíduos (ERSAR); las empresas gestoras de servicios de agua en Portugal tienen en vigor un conjunto de procedimientos de garantía de calidad y sostenibilidad ambiental, que evalúan la calidad del servicio prestado en términos de: adecuación de la interfaz al usuario, sostenibilidad de la gestión del servicio y sostenibilidad ambiental.

### Objetivos

- Promoción de la calidad del servicio prestado por las entidades gestoras.
- Instrumento empleado en la regulación del sector del agua.
- Herramienta para la métrica de la eficacia y eficiencia de los servicios de agua.



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>      | Águas do Centro Litoral S.A.; Inova-<br>Empresa de Desenvolvimento<br>Económico e Social de Cantanhede,<br>E.M.-S.A.  |
| <b>Periodo de ejecución</b> | 2015 - 2018   |
| <b>Agentes implicados</b>   | Águas do Centro Litoral S.A., Inova<br>(Empresa de Desenvolvimento<br>Económico e Social de Cantanhede<br>E.M., S.A.) |
| <b>Ubicación</b>            | Portugal  |
| <b>Nivel</b>                | Local   |
| <b>Destino</b>              | Gestores de Sistemas Públicos de<br>Abastecimento y Saneamiento   |



## Resultados obtenidos

Los resultados de la implementación de las prácticas de gestión sostenible de los sistemas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales se ven reflejados en los indicadores de desempeño de la ERSAR.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Las metodologías y las aplicaciones computacionales utilizadas pueden ser aplicadas e implementadas en cualquier otro sistema de abastecimiento o saneamiento urbano.

# Benchmarking anual de la Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) en Portugal

## Factores de éxito

Transparencia de las entidades gestoras sujetas al marco regulador.

Carácter anual de la evaluación.

Indicadores robustos y actualizados a la realidad del sector portugués .

## Indicadores usados

Se han empleado los indicadores de la ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos), que se centran en:

Evolución de la calidad del agua para consumo humano.

Acceso al servicio de abastecimiento, recogida y tratamiento de aguas residuales y de residuos sólidos urbanos.

Evolución de la calidad de las aguas de baño.



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## Colaboración entre Águas de Coimbra y Universidade de Coimbra

La oportunidad creada con la revisión del “Plan Director Municipal de Coimbra” condujo a la constatación de la importancia de desarrollar una colaboración de apoyo al desarrollo de Plataformas Tecnológicas, de Modelos de Simulación y de Gestión y de herramientas computacionales, que mejor contribuyan a la implementación de la Directiva Marco del Agua y el desarrollo urbano sostenible. De este modo comenzó una colaboración entre la Universidade de Coimbra y Águas de Coimbra que continúa a día de hoy.

### Objetivos

- Implementar Modelos de Simulación y Gestión y de herramientas computacionales para el proyecto, planificación y gestión de los sistemas de abastecimiento de agua y drenaje de aguas residuales y pluviales.
- Crear Plataformas Tecnológicas para los sistemas de tele-monitorización, control automático y tele-actuación en instalaciones de abastecimiento de agua y saneamiento, implicando modernas tecnologías de información y comunicación para la automatización, cuyo objetivo final es la gestión centralizada de los sistemas de agua y saneamiento.
- Desarrollar Planes Directores Municipales de Abastecimiento de Agua y de Drenaje de Aguas Residuales y Pluviales.



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>      | Águas de Coimbra, E. M.   |
| <b>Periodo de ejecución</b> | 11/05/2006 - presente   |
| <b>Agentes implicados</b>   | Águas de Coimbra y Universidade de Coimbra                        |
| <b>Ubicación</b>            | Portugal  |
| <b>Nivel</b>                | Local   |
| <b>Destino</b>              | Gestores de Sistemas Públicos de Abastecimento y Drenaje de Aguas |



## Proceso desarrollado

El desarrollo técnico del proyecto ha pasado por las siguientes fases:

Constitución del Gabinete Técnico de Innovación (GTI): ha sido creada una nueva área de trabajo en Águas de Coimbra designada por su GTI.

Estado del arte: revisión de las tecnologías de gestión de bases de datos – con particular énfasis en las de datos georreferenciados (GIS) disponibles- y de las herramientas de modelización hidrológico-hidráulica y de calidad del agua.

Adquisición de los software de modelización de sistemas: MIKE URBAN de DHI y ArcGIS de ESRI.

Implementación de modelos: han sido desarrollados modelos numéricos que incorporan la información pertinente de las diferentes bases de datos.

Intervención rápida: Constitución de los equipos de combate de fugas y pérdidas (redes de abastecimiento) y de detección de afluencias indebidas (redes de saneamiento).

## Resultados obtenidos

25 Planes directores de Drenaje del municipio.

5 Planes directores de abastecimiento de Agua del municipio.

Constitución de 111 District Metered Areas (DMAs).

Plataforma de telegestión de todo el Sistema de Abastecimiento de agua.

Reducción de las fugas y pérdidas de agua de más del 30 % a un 23 %.

Implementación de todos los indicadores de calidad de la Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) en toda la empresa.

Constitución de un equipo de implantación de la Gestión Patrimonial.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

Las metodologías y las aplicaciones computacionales utilizadas pueden ser aplicadas en cualquier otro sistema urbano de abastecimiento o recogida de aguas residuales.

## Factores de éxito

La involucración de un amplio equipo de Águas de Coimbra, siendo de notable importancia la implicación de toda la Administración.

El esfuerzo continuado por un período de cerca de 12 años.

## Indicadores usados

Se han empleado los indicadores de la ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos).





# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

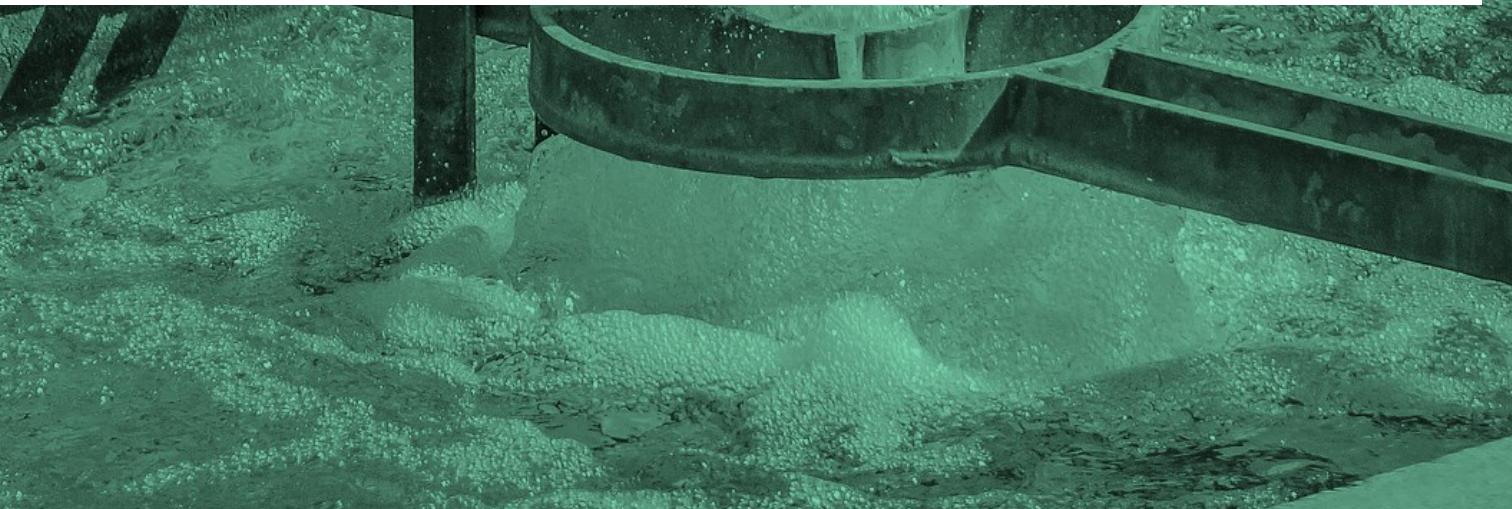
## SANePLAN

El proyecto SANePLAN está concebido para que la gestión del saneamiento y la planificación urbana evolucione desde una situación en la que la información está desagregada entre los distintos agentes intervinientes en los procesos, con una toma de decisiones descentralizada y donde existe el riesgo de descoordinación entre ellos, hacia otro nuevo escenario, donde la información puede ser compartida y las decisiones se toman de forma unificada.

### Objetivos

Mejorar la gestión del saneamiento mediante: el desarrollo de un sistema de información y su demostración en una serie de escenarios piloto, la integración de las redes de saneamiento e instalaciones de depuración con la planificación urbana y la participación coordinada de múltiples agentes y territorios.

Planificar las infraestructuras de saneamiento considerando las necesidades actuales y las previsiones futuras según: condicionantes de coste, protección medioambiental, incremento demográfico y cambio climático.





|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>            | Programa LIFE (LIFE12/ENV/ES/000687)  |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 1.513.376 € (Contribución de la UE: 756.688 €)  |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 01/09/2013 - 28/02/2017   |
| <b>Agentes implicados</b>         | Instituto Tecnológico de Galicia (ITG) [Coordinador], Diputación de Pontevedra, Physis-West Systems |
| <b>Ubicación</b>                  | España e Italia   |
| <b>Nivel</b>                      | Internacional   |
| <b>Destino</b>                    | Ayuntamientos, Administraciones públicas, Gestores de redes de saneamiento, Población general       |



## Proceso desarrollado

Estado del arte: revisión de la normativa de aplicación, tecnologías GIS disponibles, herramientas de modelado de redes de saneamiento, disponibilidad y calidad de los datos y análisis de buenas prácticas existentes.

Construcción de una Comunidad de Conocimiento y Soporte (CCS): para definir las funcionalidades del sistema desde el punto de vista de los distintos agentes implicados.

Selección de métodos, herramientas y tecnologías: para la elección de los componentes tecnológicos del sistema y los escenarios de implantación de los pilotos.

Adquisición y disposición de datos como herramientas de mejora para la gobernanza: evaluación de la información existente, disponibilidad y responsabilidad de actualización y publicación relativa a la gestión del saneamiento y la planificación urbana y territorial.

Diseño de SANePLAN como herramienta para usuarios finales: definición y diseño de los requisitos funcionales.

Implantación de SANePLAN: despliegue de la herramienta en los 5 escenarios piloto (4 en la provincia de Pontevedra en España y 1 en la provincia de Toscana en Italia).

## Resultados obtenidos

Desarrollo de un sistema de información GIS que integra:

Gestión patrimonial de redes de saneamiento e instalaciones de depuración.

Planificación urbana y extensión y mejora de la red.

Colaboración activa para la resolución de incidencias medioambientales.

Modelado matemático de redes de saneamiento para analizar su resiliencia frente al cambio climático y el

## Repetibilidad / Aplicabilidad

SANePLAN ha sido diseñado para facilitar la transferibilidad de los resultados y su replicabilidad gracias a un sistema de información modular, con distintos componentes funcionales. Asimismo, el empleo de castellano, inglés e italiano (tanto en la aplicación como en sus manuales de uso) contribuyen a su repetibilidad a nivel internacional.

## Factores de éxito

Impacto sectorial y soporte: participación de una comunidad de soporte de 230 participantes de España e Italia, 50 entidades públicas que respaldan la institucionalización del proyecto y su diseminación a más de 100.000 destinatarios.

Novedad tecnológica: SANePLAN es una solución GIS web, con integración bidireccional con software de modelado de redes de saneamiento (SWMM) y otras funcionalidades de carácter ingenieril, medioambiental y económico.

Implantación de pilotos: su factibilidad ha quedado patente a través de su despliegue en 5 escenarios de demostración (más de 10.000 pozos y casi 500 km de red) con municipios de diverso tamaño y tipología de red (unitaria, separativa).

## Indicadores usados

Principales cifras de la implantación: 7 EDARs, más de 10.000 pozos y casi 500 km de red.

Número de grupos de trabajo durante el desarrollo de SANePLAN (12).

Miembros de la comunidad de Conocimiento y Soporte en España e Italia (230).

Número de acuerdos con otros proyectos y redes europeas (25).

Número de entidades de carácter público o privado que apoyan la institucionalización del proyecto (50).

Número de Newsletters del proyecto en 3 idiomas (español, italiano e inglés) (12).



# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

## WaterNanoEnv

El proyecto WaterNanoEnv se ha centrado en el desarrollo de biosensores basados en nanotecnología y su integración en plataformas o estaciones remotas (boyas).

Facilitando el traslado de los procesos de laboratorio a campo, se ha pretendido poder optimizar el tiempo de respuesta frente a episodios de contaminación en agua embalsada (cianotoxinas, *Escherichia coli* y enterococos) y en las Estaciones de Depuración (EDAR), por la presencia de Nanowaste (residuo derivado del uso de nanomateriales en la industria).

### Objetivos

Detectar contaminantes (cianotoxinas, eutrofización) mediante sensores remotos in situ (Lab-On-a-Chip) para alerta temprana, combinando la tecnología de nanosensores, microelectrónica y comunicaciones.

Investigar el impacto, influencia y persistencia de nuevos contaminantes emergentes.

Generar valor a través de la creación de un grupo de expertos para la identificación de áreas futuras de investigación y desarrollo en el sector del agua.



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>            | GAIN (Axencia Galega de Innovación)   |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 908.500 €   |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 2015 - 2017   |
| <b>Agentes implicados</b>         | International Iberian Nanotechnology Laboratory (INL), Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), BioGroup - Group of Environmental Engineering and Bioprocesses (USC) |
| <b>Ubicación</b>                  | España  |
| <b>Nivel</b>                      | Internacional   |
| <b>Destino</b>                    | Organismos responsables de vigilancia ambiental, Entidades gestoras de embalses, ETAP y EDAR; Investigadores  |



## Proceso desarrollado

Constitución de un grupo interdisciplinar de expertos para la identificación de futuras áreas de interés en el sector del agua y el medio ambiente.

Búsqueda de proyectos (análisis de viabilidad y propuestas) relativos a: nuevos nanosensores remotos, caracterización de contaminantes emergentes, etc.

Detección de cianotoxina, enterococos y *E. coli*. INL e ITG han colaborado en el desarrollo de bio-nanosensores y su integración en estaciones remotas para medir cianotoxinas, *E. coli* y enterococos.

Caracterización de Nanowaste. USC e INL se han encargado de investigar sobre la caracterización del “Nanowaste” en las estaciones de depuración de aguas residuales.

## Resultados obtenidos

Validación en campo en el embalse de Beche (Abegondo, A Coruña) de un nanosensor de microcistina cuyo funcionamiento con soluciones patrón de MCLR es óptimo en el rango de 0,01 a 100 µg/L.

Red Internacional Interdisciplinar, compuesta por expertos a nivel internacional (USA, Alemania, Suiza, Portugal, Luxemburgo, España).

Definición de proyectos futuros de I+D: con la asistencia a eventos de networking y presentación de proyectos a programas como H2020 o SUDOE.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

De cara al futuro desarrollo de nanosensores remotos, se han evidenciado los siguientes aspectos a nivel técnico:

Gran influencia del contexto ambiental, condiciones meteorológicas y técnicas.

Necesidad de garantizar la fiabilidad de los resultados generados, tanto por su representatividad como por posibles interferencias entre los materiales de la muestra y los de los dispositivos.

El proyecto WaterNanoEnv también ha constatado el interés en el desenvolvimiento de nuevas estrategias de análisis a través de nanotecnología para detectar otros contaminantes como pesticidas e hidrocarburos.

Identificación de nuevos ámbitos de interés ligados al proyecto para: control de vertidos, estaciones depuradoras de aguas residuales, potabilizadoras, calidad de aguas de baño o acuicultura, entre otros.

## Factores de éxito

Red interdisciplinar de carácter internacional, con 6 áreas temáticas principales conformada por más de 20 expertos.

Presentación de 10 proyectos nuevos que abundan en el estudio de las principales temáticas abordadas por el proyecto.

## Indicadores usados

Número de mediciones en campo: 11.

Número de expertos implicados en el desarrollo de WaterNanoEnv: más de 20.

Número de nuevos proyectos presentados: 10.





# CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS

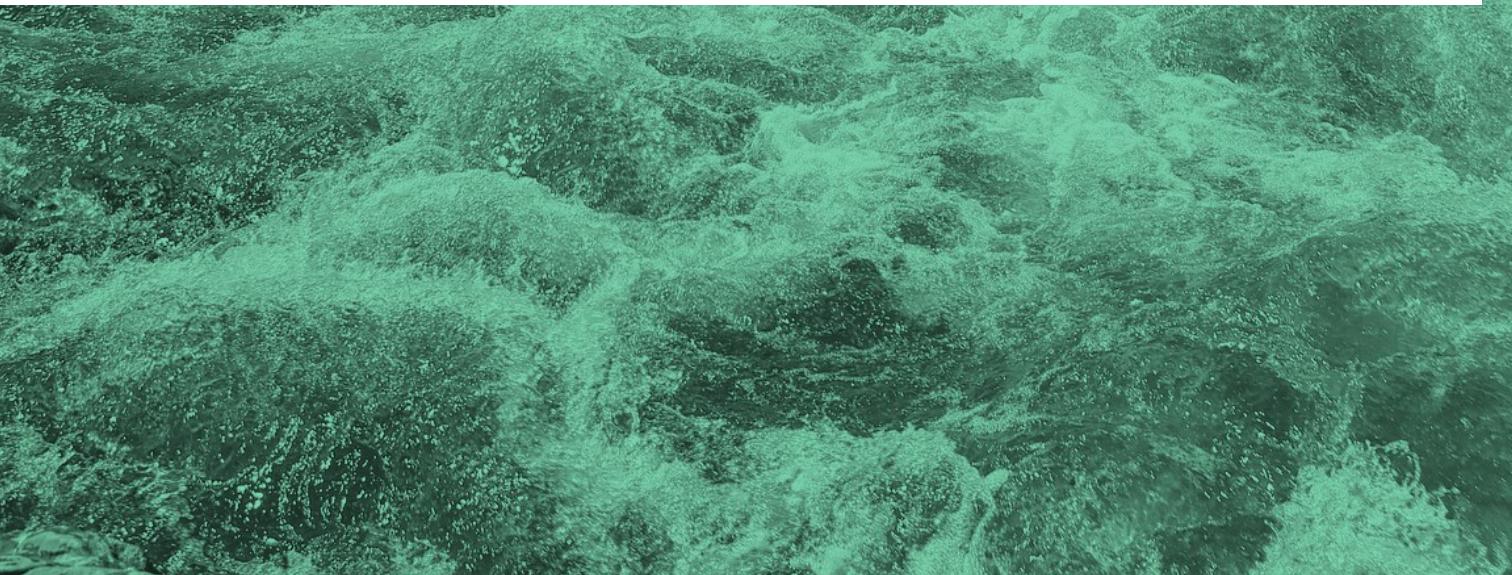
## WETNET

El proyecto WETNET se centró en la transformación de las redes de abastecimiento en Smart Water Networks, mediante el desarrollo de un caudalímetro, data logger y sistema de control para realizar una mejor supervisión del agua distribuida. Todo ello, con el fin de contribuir a una gestión más eficiente de una manera flexible y escalable que facilite el despliegue incremental de los caudalímetros, así como su integración con otros sistemas existentes.

### *Objetivos*

Reducir el consumo de agua.

Reducir la demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub>, a raíz de un menor consumo de agua.





|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Órgano promotor</b>            | Programa CIP Eco-innovation<br>(Código de proyecto:<br>ECO/12/332771)   |
| <b>Presupuesto / Financiación</b> | 952.814 €   |
| <b>Periodo de ejecución</b>       | 01/07/2013 – 30/06/2016   |
| <b>Agentes implicados</b>         | Ingegnerie Toscane S.R.L., Bimatik<br>S.A.S., B.R.E. Elettronica S.R.L.<br>(Coordinador), Instituto Tecnológico<br>de Galicia (ITG) |
| <b>Ubicación</b>                  | España e Italia   |
| <b>Nivel</b>                      | Internacional   |
| <b>Destino</b>                    | Entidades gestoras de redes de<br>abastecimiento, Integradores de<br>sistemas, Vendedores y<br>distribuidores                       |



## Proceso desarrollado

Diseño y desarrollo del producto:

- \* Desarrollo del caudalímetro con sus distintos componentes funcionales (caudalímetro y data logger).
- \* Creación de la plataforma web como soporte de toda la información aportada por los caudalímetros, permitiendo: determinar las District Metered Areas a las que dan servicio y la detección de posibles fugas dentro de las mismas en base a los datos de consumos mínimos nocturnos y al análisis estadístico de todos los datos.

Implantación del escenario piloto:

- \* Instalación de 50 caudalímetros en la red de abastecimiento de la ciudad de Pisa (Italia), que da servicio a más de 100.000 habitantes y está conformada por 250 km de conducciones.

## Resultados obtenidos

Reducción del consumo en la zona de implantación de 2.300 millones de metros cúbicos al año.

Reducción de la demanda energética en 843.209 kWh/año y 337,53 t CO<sub>2</sub>/año como consecuencia.

## Repetibilidad / Aplicabilidad

El caudalímetro WETNET destaca por su:

Instalación sin interrupción del servicio de los accesorios de inserción del caudalímetro.

Aplicabilidad: tuberías de 80 a 2.000 mm de diámetro nominal, con un rango de uso de 0,1 m/s a 1,8 m/s.

Modularidad: posibilidad de empleo del caudalímetro, data logger y software de control por separado, junto con otras soluciones existentes en el mercado.

Interoperabilidad: integrable en otros sistemas de medición y control mediante Modbus.

## Factores de éxito

Implantación de más de 200 unidades en la ciudad de Pisa (Italia).

Obtención de la certificación ETV (EU Environmental Technologies Verification pilot programme) que certifica su capacidad para detectar condiciones anormales de operación y fugas.

## Indicadores usados

Principales cifras de implantación: más de 200 unidades en Pisa.

Número de nuevas implantaciones en Italia: 10.

Reducción del consumo de agua potable: 33,6 %.

Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: 35,9%.

Número de expertos implicados en el desarrollo de WETNET: más de 50.

Número de eventos técnicos en los que se ha presentado: 10.

Número de publicaciones técnicas sobre WETNET en revistas, plataformas y portales técnicos de ámbito internacional: 5.



# BIBLIOGRAFÍA

Bhatia, R., Falkenmark, M. Water resource policies and the urban poor: innovative approaches and policy imperatives. 1993. *Water and Sanitation Currents* 1-47.

Brears, R. The Circular Economy and the Water-Energy-Food Nexus. NFG Policy Paper No. 7. 2015.

López-Fernández, R., "LIFE Smart Hospital" <http://www.lifesmarthospital.eu> 2017.

Pittock, J., Lankford, B.A. Environmental water requirements: demand management in an era of water scarcity. 2010. *Journal of Integrative Environmental Sciences* 7(1):75-93.

Reguero, V., López-Fernández, R., Feroso, J., Prieto, O., Pocostales, P., González, R., Irusta, R., Vellaverde, S. Comparison of conventional technologies and a Submerged Membrane Photocatalytic Reactor (SMPR) for removing trihalomethanes (THM) precursors in drinking water treatment plants. 2013. *Desalination* 330:28-38.

Rizzo, L., Della Rocca, C., Belgiorno, V., Bekbolet, M. Application of photocatalysis as a post treatment method of a heterotrophic-autotrophic denitrification reactor effluent. 2008. *Chemosphere* 72: 1706-1711.

The Sustainable Development Goals Report 2017, [https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2017\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2017_Spanish.pdf)

UN HABITAT. State of the World's Cities 2010/11. Bridging the Urban Divided. 2008. United Nations Human Settlements Programme & Earthscan Publishing.



**Interreg**  
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA  
UNIÃO EUROPEIA

 **aquamundam**

Más información:  
[www.aquamundam.eu](http://www.aquamundam.eu)



  
instituto  
tecnológico  
de galicia

  
augasdegalicia



cím alto minho  
comunidade intermunicipal do minho-lima



Página

57





**Interreg**  
**España - Portugal**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA



**aquamundam**

El proyecto AQUAMUNDAM está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020

[www.aquamundam.eu](http://www.aquamundam.eu)



**itg**  
instituto  
tecnológico  
de galicia

  
**augasdegalicia**

**CARTIF**

**CH**  
Duero

  
**cim alto minho**  
comunidade intermunicipal do alto minho

  
**IPN**