

**CONAMA 2024**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

# Proyecto LIFE WATERSOURCE

Soluciones Innovadoras Basadas en la Naturaleza para la resiliencia climática en la Producción de Agua Potable



**Autor Principal:** Beatriz de la Loma González (CETAQUA)

**Otros autores:** Laurent Pouget (CETAQUA), Joana America Castellar da Cunha (CETAQUA); Ruud van der Neut (PWN)

## ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Método</b>	<b>4</b>
<b>Resultados</b>	<b>7</b>
<b>Discusión</b>	<b>7</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE MÍNIMO</b>	<b>8</b>
<b>INDICACIONES DE FORMATO</b>	<b>8</b>
<b>Título 1</b>	<b>8</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>9</b>

## RESUMEN

## ENGLISH

Fostering sustainable solutions for water resource management that ensure the provision of ecosystem services is of critical importance in the context of increasing global water scarcity and environmental degradation. Therefore, the LIFE WATERSOURCE project exemplifies the potential of innovative Nature-Based Solutions (NBS) that combines an ecological ecotope in combination with constructed wetlands and bank filtration to pre-treat surface water in Lake IJsselmeer, Netherlands for drinking water production. This initiative aims to enhance water quality for potable use, focusing on nutrient level improvement, while simultaneously promoting ecological health, biodiversity conservation, and the maintenance of essential ecosystem services. To comprehensively assess the long-term benefits and costs associated with these interventions, the performance of these NBS will be evaluated, considering their impact on ecosystem service provision and socioeconomic outcomes. This evaluation will utilize a Social Cost-Benefit Analysis (SCBA) framework. Additionally, a digital twin of the system will be built to simulate and optimize the NBS performance, enhancing the decision-making process. The findings from this demonstration are expected to have significant implications for the sustainable management of water resources and ecosystem services, potentially offering a scalable solution for similar challenges in other regions. The project places a strong emphasis on fostering transferability. To achieve this, a replication site has been established in Barcelona. There, a collaborative effort between Aigües de Barcelona, CETAQUA, and AQUATEC will assess the technical and economic feasibility of replicating the Dutch NBS model for treating and managing water from the Rubí stream. This strategy seeks to augment the water resources in the aquifer supplying the Sant Joan Despí Water Treatment Plant and to improve the Rubí

stream's water quality. This replication effort is complemented by a strategic and participatory approach to engage stakeholders. This approach aims to raise awareness of the project's social, economic, and environmental benefits and to identify other potential locations for replication in Spain after the project's conclusion. The project introduces technological advancements to tackle current challenges in water management associated with the growing demand for potable water from surface sources, by demonstrating the viability of an innovative application of NBS as a preliminary treatment. This innovative application not only effectively addresses these challenges but also does so in harmony with biodiversity conservation, highlighting the long-term social impact and the viability of NBS beyond the project's scope.

## ESPAÑOL

Fomentar soluciones sostenibles para la gestión de los recursos hídricos que aseguren la provisión de servicios ecosistémicos es de vital importancia en el contexto de la creciente escasez mundial de agua y la degradación ambiental del recurso. El proyecto LIFE WATERSOURCE ejemplifica el potencial de las innovadoras Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) que combinan un ecotopo ecológico con humedales construidos y recarga gestionada de acuíferos como pretratamiento de agua superficial en el Lago IJsselmeer, en los Países Bajos para producir agua potable. Esta iniciativa tiene como objetivo mejorar la calidad del agua superficial, enfocándose en la mejora del nivel de nutrientes, a la vez que promueve la salud ecológica, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos esenciales. Para evaluar integralmente los beneficios y costos a largo plazo asociados con estas intervenciones, se evaluará el rendimiento de estas SBN, considerando su impacto en la provisión de servicios ecosistémicos y los resultados socioeconómicos. Esta evaluación utilizará un marco de Análisis Coste-Beneficio Social (ACBS). Además, se construirá un gemelo digital del sistema para simular y optimizar el rendimiento de las SBN, mejorando el proceso de toma de decisiones. Se espera que los hallazgos de esta demostración tengan implicaciones significativas para la gestión sostenible de los recursos hídricos y los servicios ecosistémicos, ofreciendo potencialmente una solución escalable para desafíos similares en otras regiones. De hecho, el proyecto pone un fuerte énfasis en fomentar la transferibilidad. Para lograr esto, se ha establecido un sitio de replicación en Barcelona. Allí, un esfuerzo colaborativo entre Aigües de Barcelona, CETAQUA y AQUATEC evaluará la viabilidad técnica y económica de replicar el modelo de SBN holandés para tratar y gestionar el agua del arroyo Rubí. Esta estrategia busca aumentar los recursos hídricos en el acuífero que abastece a la Planta de Tratamiento de Agua de Sant Joan Despí y recuperar la calidad del agua del arroyo Rubí. Este esfuerzo de replicación se complementa con un enfoque estratégico y participativo para involucrar a las partes interesadas. Este enfoque tiene como objetivo aumentar la conciencia sobre los beneficios sociales, económicos y ambientales del proyecto e identificar otras ubicaciones potenciales para su replicación en España después de la conclusión del proyecto. El proyecto introduce avances tecnológicos para enfrentar los desafíos actuales en la gestión del agua, relacionados con la creciente demanda de agua potable a partir de fuentes superficiales, al demostrar la viabilidad de una aplicación innovadora de las SBN como tratamiento preliminar. Esta innovadora aplicación no solo aborda estos desafíos de manera efectiva, sino que también lo hace en armonía con la conservación de la biodiversidad, destacando así el impacto social a largo plazo y la viabilidad de las SBN más allá del alcance del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático está exacerbando el estrés hídrico en la región mediterránea, donde ya es un problema grave, y lo está convirtiendo en una amenaza emergente en países tradicionalmente "húmedos". Como resultado, la garantía de agua potable se encuentra en peligro. En consecuencia, las empresas europeas de agua potable deben tomar medidas innovadoras para responder a las situaciones de sequías más frecuentes, al cambio en la calidad del recurso y a la mayor variabilidad.

En 2018, se estimó que alrededor del 20% del territorio de la UE y el 30% de la población se ve afectada por el estrés hídrico, mientras que antes del 2000, tales problemas ocurrían solo ocasionalmente y estaban confinados al sur de Europa (EEA 2021). Para un aumento en la temperatura global de 3°C, se ha estimado que el estrés hídrico significativo se intensificará en el sur de Europa, así como en otras regiones de la UE, incluidas áreas en el oeste y el este de Europa. Mientras tanto, "se proyecta que la duración del estrés hídrico estacional aumentará hasta un mes" (EEA 2021).

Las instalaciones de producción de agua potable son designadas como infraestructura esencial crítica en la UE. Las fuentes de producción de agua potable varían considerablemente entre los países, por ejemplo en los Países Bajos, 66% son aguas subterráneas y 34% aguas superficiales (VEWIN 2022) mientras que en España 66,5% son aguas superficiales, 27,6% aguas subterráneas y 5,9% de agua desaladas (INE 2022). Debido al riesgo de agotamiento de las fuentes de agua subterránea, la extracción de agua potable de los acuíferos se está volviendo cada vez más limitada. Como resultado, el uso de agua superficial y de recursos alternativos como fuente primaria para la producción de agua potable está creciendo.

Todos los operadores de sistemas de producción y abastecimiento comparten las mismas preocupaciones frente a esta nueva situación. Los principales problemas son por ejemplo el aumento de la frecuencia de escasez de agua dulce, la degradación de la calidad del agua (salinización y contaminación), el alto impacto ambiental y huella de CO<sub>2</sub> de los métodos de producción de agua potable para abordar los problemas de calidad y recursos, la deterioración de los servicios ecosistémicos que agravan los problemas causados por el cambio climático.

En este contexto, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) ofrecen una amplia gama de beneficios para mejorar la disponibilidad y calidad de los recursos para la producción de agua potable:

- Mejora de la calidad del agua: Las SBN, como la restauración de humedales, la reforestación o la recarga gestionada de acuíferos (en inglés MAR: Managed Aquifer Recharge) pueden ayudar a filtrar y purificar el agua de forma natural, eliminando contaminantes y mejorando su calidad.
- Aumento de la disponibilidad de agua: Las SBN, como la gestión sostenible de cuencas hidrográficas y la creación de zonas de recarga de acuíferos, pueden ayudar a aumentar la cantidad de agua disponible para la producción de agua potable.
- Mayor resiliencia al cambio climático: Las SBN, como la restauración de ecosistemas costeros y la creación de corredores verdes, pueden ayudar a las comunidades a adaptarse a los impactos del cambio climático, como las sequías y las inundaciones.

- Reducción de costos: Las SBN pueden ayudar a reducir los costos de producción de agua potable gracias a los beneficios que se listan anteriormente
- Beneficios sociales y económicos: Las SBN pueden generar beneficios sociales y económicos, como la creación de empleos, la mejora de la salud pública y el aumento del turismo.

El proyecto LIFE WATERSOURCE demuestra un conjunto de soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar la degradación de la disponibilidad y calidad del agua en dos sitios europeos situados en Países Bajos y España. El caso de estudio principal se encuentra en Países Bajos, donde se combinan diferentes tratamientos naturales en humedales, un depósito dinámico y una filtración adicional en el margen del depósito para mejorar la calidad del agua del lago IJsselmeer antes de la captación. Se hará un estudio de replicación de este sistema en el río Rubí, un afluente del río Llobregat. El proyecto quiere demostrar la viabilidad de un cambio muy ambicioso del modelo de potabilización actual de la planta de PWN en Países Bajos, que suministra a 1.7 millones de habitantes. Asimismo, se planteará cómo las SBN pueden aportar una parte de la solución al grave déficit hídrico que sufre la región de Barcelona.

## MÉTODO

### Caso de estudio principal

El lago IJsselmeer es la fuente de agua para el 75% del agua potable del operador de agua PWN que presta servicios a 1.7 millones de personas (aumentando a 2.0 millones en las próximas 2-3 décadas) en los Países Bajos. La alta e incluso extrema variabilidad en la disponibilidad y calidad del agua a lo largo de las estaciones y a lo largo de los años debido al cambio climático ejerce un estrés extremo en la fuente de agua de PWN. Como resultado, se requieren inversiones serias para salvaguardar la disponibilidad ininterrumpida de agua potable en el área, un escenario compartido por muchas empresas de agua en los Países Bajos y en Europa.

Los problemas actuales relacionados con el agua en la región del lago IJsselmeer se describen a continuación.

#### **Aumento de la frecuencia de escasez de agua dulce**

Durante los períodos de sequía, el río Rin proporciona un bajo flujo de agua. Dado que en períodos de sequía la necesidad de agua dulce aumenta bruscamente, la sobreexplotación del lago IJsselmeer conduce a un desequilibrio en el suministro y uso de agua. Esto plantea una amenaza real para la disponibilidad continua de agua dulce, esencial para la producción de agua potable, y también para la agricultura, la industria y la naturaleza. Se espera que a partir de 2050, cada 5 años ocurre una escasez de agua dulce (KNMI 2023).

#### **Degradación de la calidad del agua**

En períodos de sequía, la calidad del agua del lago IJsselmeer se degrada por varias razones.

- Altas concentraciones de contaminantes orgánicos: El río Rin es la fuente del suministro de agua dulce del lago IJsselmeer. El Rin desemboca en el lago IJsselmeer a través del río IJssel. Los bajos niveles de agua en el Rin llevan a concentraciones más altas de Compuestos Orgánicos Disueltos (COD), algas, turbidez, bacterias, virus y residuos de medicamentos y herbicidas.
- Altos niveles de salinidad: Desde el Mar del Norte siempre hay intrusión de agua salada en el lago IJsselmeer, a través de las esclusas, la filtración desde los pólderes profundos y otras fuentes. Esta intrusión de agua salada normalmente se limita a través de la principal barrera hacia el Mar de Wadden (el Afsluitdijk) pero siempre conlleva a una pérdida de agua dulce. El desequilibrio del sistema en situación de sequía incrementa la salinidad del agua. Como resultado, la concentración de cloruro (indicador de salinización) en el lago IJsselmeer aumenta significativamente en períodos de sequía. En los últimos 20 años, se han observado niveles más altos de cloruro y a partir de 2050.

Los altos niveles de salinidad representan una verdadera amenaza para el suministro de agua potable y hace imperativo que PWN se prepare para la rápida implementación de medidas adaptativas.

### **Ambicioso plan de adaptación con SBN**

Se propone una solución con el proyecto Klimaatbuffer IJsselmeer (KIJ) plan, que incluye la construcción de nuevas cuencas de almacenamiento de agua profundas para la producción de agua potable de PWN rodeadas de un área natural. Al diseñar varias cuencas conectadas que pueden variar en volumen y con una profundidad mínima de unos 25 metros, purifican inherentemente el agua y resultan en una mayor capacidad de almacenamiento de agua, permitiendo la toma selectiva de agua de buena calidad del lago IJsselmeer. El sedimento excavado de estas cuencas se utilizará para crear hábitats naturales a su alrededor, mejorando la calidad ecológica local y potencialmente contribuyendo al proceso de purificación del agua antes de entrar en los embalses. La transición natural de la tierra al agua en el borde exterior de KIJ mejora la biodiversidad del lago IJsselmeer y ofrece oportunidades recreativas para la comunidad local. Además, se introduce una filtración de banco como último paso de tratamiento. Si bien la filtración de banco se utiliza para limpiar ríos, su integración con humedales y aplicación en una cuenca estancada presenta una oportunidad inexplorada que podría mejorar significativamente la eficiencia del tratamiento del agua.

LIFE WATERSOURCE demuestra una solución basada en la naturaleza para la creciente degradación de la ecología y la calidad del agua en el lago IJsselmeer como resultado del cambio climático. En lugar de optar por una solución técnica, lo hace combinando tratamiento natural, filtros de helófitos, filtración de bancos y capacidad de almacenamiento flexible en lo que se denomina un reservorio climático. LIFE WATERSOURCE no solo protegerá la producción de agua potable, sino que también tendrá un gran impacto en los hábitats esenciales en un importante área de Natura 2000 que está sujeta a una falta de diversidad de hábitats y disminuciones relacionadas en la biodiversidad. Por lo tanto, esta solución basada en la naturaleza no solo hace que la disponibilidad de agua potable sea a prueba de cambio climático; también hace una importante contribución a la ecología y la calidad de su fuente de

agua. Los desafíos inducidos por el cambio climático abordados por el concepto LIFE WATERSOURCE son compartidos por las empresas de agua en toda la UE, que por lo tanto podrán beneficiarse de los resultados del proyecto y replicar los diversos componentes del concepto LIFE WATERSOURCE.

## Caso de estudio secundario

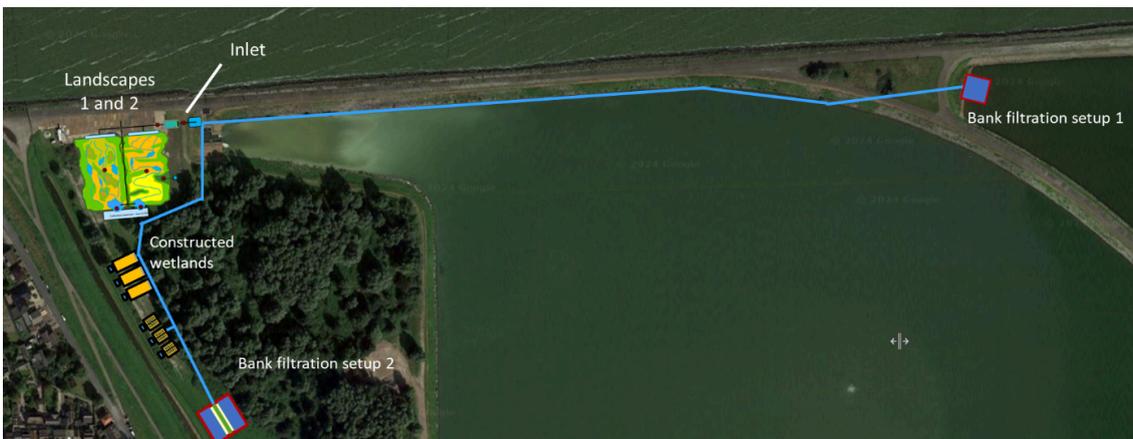
Para Barcelona, el principal problema inducido por el cambio climático es la descarga del río Rubí en el Llobregat durante episodios de precipitaciones extremas. Esto impacta la calidad del agua del Llobregat, al punto que la ETAP Sant Joan Despí aguas abajo debe detenerse en promedio hasta 30 días al año. Por el contrario, durante la mayor parte del año el agua desviada para riego no se utiliza en su totalidad: hasta el 50% del agua se devuelve al Llobregat después de la toma para agua potable en la ETAP San Juan Despí, y por lo tanto no se utiliza para la producción de agua potable. Durante los períodos de sequía y disminución de la calidad, mientras tanto, el acuífero constituye la fuente de agua prioritaria.

El objetivo del proyecto en este caso es de estudiar la replicación de las SBN. Lógicamente, las diferencias de contexto (clima, acuífero, caudales disponibles) obligan a una adaptación del diseño.

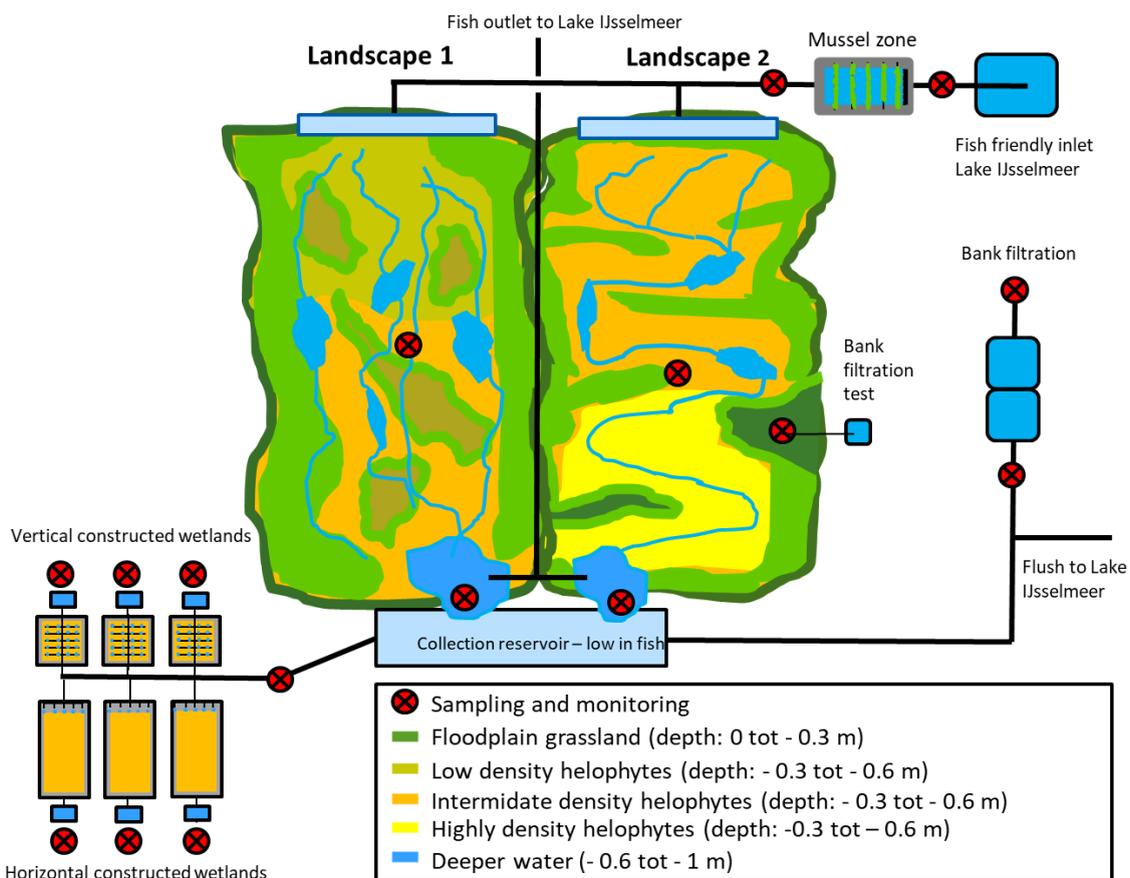
## Características del sistema basado en la naturaleza (SBN)

El concepto básico de LIFE WATERSOURCE es crear un robusto y natural paso de purificación entre el agua superficial como fuente primaria para la producción de agua potable por un lado, y el proceso de purificación real en la planta de tratamiento por otro (Dotro, 2017). El concepto se basa en 4 componentes fundamentales:

- 1) La aplicación de un ecotopo purificador, incluyendo filtros helofíticos horizontales y verticales que no solo purifican la entrada de agua, sino que también proporcionan un muy necesario vivero y hábitat de alimentación (Shukla, 2021), en el Lago IJsselmeer para peces y aves
- 2) La aplicación de un embalse para aumentar el tiempo de residencia del agua para aumentar la purificación natural que automáticamente ocurrirá en embalses profundos (> 20 metros).
- 3) La transición del actual embalse estático a un embalse dinámico de 45 ha, reduciendo los niveles de agua en respuesta a paradas de admisión temporales (simuladas), mientras se mide la respuesta hidrológica en la zona.
- 4) La aplicación de la filtración en la orilla del embalse, logrando un paso de filtración adicional que elimina el DOC y otros contaminantes del agua (Hiscock, 2002).



**Figura 1.** Sitio de demostración con los tres tipo de humedales en el lado izquierdo (un humedal tradicional y con lámina libre de agua, debajo los humedales construidos con flujos verticales y flujos horizontales) y las dos configuración de filtración de margen.



**Figura 2.** Esquema de los tratamientos naturales

## RESULTADOS

Se está actualmente acabando la fase de diseño de todos los elementos de la solución y empezando la construcción de los humedales y filtros naturales que deberían acabarse durante 2025. El plan de monitorización se está detallando para incorporar información pre y post implementación para la correcta evaluación de la solución.

Se hará una evaluación de los servicios ecosistémicos y un análisis de la eficiencia técnica de la solución, que serán compartidos entre las partes interesadas en Europa. También se traducirán en parámetros de diseño concretos y un gemelo digital que se puede traducir en una implementación y replicación a gran escala.

LIFE WATERSOURCE validará los beneficios de SBN al proporcionar 1) calidad y estabilidad del agua mejoradas; 2) reducción del uso de energía y productos químicos y emisiones de CO<sub>2</sub>; y 3) mejora de la calidad ecológica del agua para la biodiversidad. Este resultado permitirá la realización del embalse climático a gran escala de 250 ha y por lo tanto salvaguardar la producción de agua potable de PWN en las próximas décadas.

A través de la replicación en otros países de la UE, de los cuales nuestro estudio SCBA en Barcelona es solo un primer paso, el concepto LIFE WATERSOURCE puede ayudar a proteger a millones de hogares de los efectos negativos del cambio climático en términos de disponibilidad de agua potable en los próximos años. Es importante destacar que LIFE WATERSOURCE demostrará que es posible tener este efecto dentro de los 5 años posteriores a su realización.

## BIBLIOGRAFÍA

INE (2022) Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua Año 2020

Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., & Von Sperling, M. (2017). Treatment wetlands (p. 172). IWA publishing.

Hiscock, K. M., & Grischek, T. (2002). Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *Journal of Hydrology*, 266(3–4), 139–144. [https://doi.org/10.1016/s0022-1694\(02\)00158-0](https://doi.org/10.1016/s0022-1694(02)00158-0)

KNMI. (2023). KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland. De Bilt: KNMI. KNMI-Publicatie 23-03

Shukla, R., Gupta, D., Singh, G., & Mishra, V. K. (2021). Performance of horizontal flow constructed wetland for secondary treatment of domestic wastewater in a remote tribal area of Central India. *Sustainable Environment Research*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s42834-021-00087-7>