



SPORE – MED,
depuradoras sostenibles
para la recuperación de
recursos, reutilización del
agua y vigilancia sanitaria
en la región mediterránea

SPORE – MED,
sustainable upgraded
wastewater treatment
plants for resource
recovery, water reuse and
health surveillance in the
Mediterranean region

Marta Campabadal^A, Oriol Carbó^A, Jaume Teixidó^A, Antonio Ordóñez^A, Sara García^A, Belén Gutiérrez^A, Sebastià Puig^B, Jesús Colprim^B
^AGS - Inima Environment - ^BLEQUIA, Universidad de Girona

El proyecto europeo SPORE-MED surge con el objetivo de mejorar las depuradoras actuales para responder a los retos del nexo agua-energía-alimentación-salud en la región mediterránea. Dentro del proyecto, GS Inima está desarrollando a escala real la tecnología de depuración de aguas residuales PROGRAMOX[®] en la EDAR de Terrassa, un proceso de depuración de lodos activos de alto rendimiento con bajo consumo energético.

The European SPORE-MED project seeks to upgrade existing wastewater treatment plants to enable them to meet the challenges of the water-energy-food-health nexus in the Mediterranean region. As part of the project, GS Inima is developing PROGRAMOX[®] wastewater treatment technology on a real operational scale at the Terrassa WWTP. PROGRAMOX[®] is a high-performance activated sludge treatment process with low energy consumption.



INTRODUCCIÓN

Las depuradoras de aguas residuales urbanas son infraestructuras esenciales para el tratamiento de las aguas residuales que producimos en nuestras actividades diarias. En los últimos años, estas instalaciones han evolucionado, convirtiéndose en una fuente de recursos valiosos como son la misma agua regenerada, el biogás como fuente de energía y los nutrientes como fertilizantes, así como en un elemento clave de vigilancia epidemiológica. Sin embargo, a pesar de estos avances, las depuradoras aún enfrentan desafíos, como la eliminación de algunos contaminantes emergentes, la posible valorización de los nutrientes recuperados y la propia reducción del consumo energético para minimizar su impacto medioambiental. No obstante, representan una oportunidad única para la generación de energía y la recuperación de nutrientes, contribuyendo así a una economía circular, garantizando al mismo tiempo la salud pública, fuentes alternativas de agua regenerada y la protección de los ecosistemas acuáticos.

Con un presupuesto de 3,67 millones de euros- de los cuales 3,35 millones de euros están financiados por la fundación PRIMA (Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area) con el apoyo de la Unión Europea-, surge el proyecto europeo SPORE-MED con el objetivo de mejorar las depuradoras actuales para que respondan a estos y otros retos del nexo agua-energía-alimentación-salud en la región mediterránea, una zona más vulnerable que la media del planeta al cambio climático y a la escasez de agua.

El proyecto, coordinado por la Universitat de Girona (España), cuenta con los siguientes socios: la Université Sfax (Tunez), la Università degli Studi di Salerno (Italia), ADASA Sistemas (España), la University of Cyprus (Chipre), la University Mohammed VI Polytechnic (Marruecos), el Polytechnio Kritis (Grecia), la Universitat Autònoma de Barcelona (España) y GS Inima Environment (España).

PROYECTO SPORE - MED

SPORE-MED son las siglas de Sustainable upgraded wastewater treatment plants for resource recovery, water reuse and health surveillance in the Mediterranean region, y engloba una serie de acciones enfocadas hacia el desarrollo de tecnologías que contribuyan a resolver problemas relacionados con la escasez de agua, seguridad alimentaria y agricultura sostenible en los países mediterráneos.

INTRODUCTION

Urban wastewater treatment plants are essential infrastructures for the treatment of the wastewater we produce in our daily activities. In recent years, these facilities have evolved and become a source of valuable resources such as reclaimed water, biogas as a source of energy, and nutrients for use as fertilizers. WWTPs have also begun to play a key role in epidemiological surveillance. However, despite these advances, WWTPs still face challenges, such as the removal of some emerging pollutants, the valorisation of recovered nutrients and achieving lower energy consumption to minimize environmental impact. Nevertheless, these facilities offer a unique opportunity for energy generation and nutrient recovery, thereby facilitating the transition to a circular economy, whilst ensuring public health, providing alternative sources of reclaimed water and protecting aquatic ecosystems.

The European SPORE-MED project was created with the aim of improving existing wastewater treatment plants to meet these and other water-energy-food-health nexus challenges in the Mediterranean region, an area with greater vulnerability to climate change and water scarcity than the global average. The project has a budget of €3.67 million, of which €3.35 million is funded by the PRIMA (Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area) foundation, with the support of the European Union.

The project is coordinated by the University of Girona (UdG - Spain) and the project consortium is made up of the following partners: Université Sfax (Tunisia), Università degli Studi di Salerno (Italy), ADASA Sistemas (Spain), University of Cyprus (Cyprus), the Mohammed VI Polytechnic University (Morocco), Polytechnio Kritis (Greece), la Universitat Autònoma de Barcelona (Spain) and GS Inima Environment (Spain).

SPORE – MED PROJECT

SPORE-MED (Sustainable uPgraded wastewater treatment plants for resource recovery, water Reuse and hEalth surveillance in the MEDiterranean region) encompasses a series of actions focused on the development of technologies to address challenges related to water scarcity, food security and sustainable agriculture in Mediterranean countries.



IMAGEN 1 SPORE-MED, un proyecto de países del Mediterráneo

IMAGE 1. SPORE-MED, a Mediterranean countries project

Durante los tres años de duración del proyecto está previsto que se construyan y se instalen plantas piloto y de demostración para evaluar procesos de tratamiento y sistemas de monitorización innovadores todavía no disponibles en el mercado.

La empresa GS Inima validará un proceso de depuración de lodos activos de alto rendimiento con bajo consumo energético; la Universitat de Girona y la Universidad de Sfax, la recuperación de nutrientes en diferentes formas de estruvita para obtener fertilizantes; la universidad Politécnica Mohammed VI de Marruecos evaluará el uso de los fertilizantes en el cultivo de diferentes plantas; la Universidad de Salerno y la Universidad Técnica de Creta, la eliminación de microplásticos y otros micro-contaminantes por medio de membranas; la empresa ADASA, sistemas de monitorización microbiológica y de nutrientes; y la Universidad de Sfax, un sensor para incrementar el ratio de detección del virus SARS-CoV-2.

Más allá de la mejora y la sostenibilidad de los sistemas de saneamiento, el proyecto también contribuirá a la obtención de nuevos productos y servicios en los sectores agrícola y sanitario. La Universidad Politécnica Mohammed VI evaluará el valor agronómico de los fertilizantes obtenidos y la irrigación con agua depurada, y la UdG determinará el efecto de estas prácticas agrícolas en la microbiología del suelo. En el ámbito de la salud, la Universidad de Chipre pondrá en marcha un nuevo sistema de seguimiento del virus SARS-CoV-2 y de resistencia microbiana a los antibióticos en la región de Nicosia.

Además, la Universitat Autònoma de Barcelona evaluará los impactos ambientales y económicos de estas tecnologías, productos y servicios teniendo en cuenta todo su ciclo de vida; la Universitat de Girona estudiará su aceptación social; y la Universidad de Chipre llevará a cabo un análisis de riesgos de la reutilización de agua tratada por riego agrícola. Todo ello, con el objetivo de transferir los resultados del proyecto a la sociedad, sea a través de la explotación llevada a cabo por las dos empresas participantes, la licencia de las tecnologías validadas a entidades externas, o la creación de empresas spin off por parte de las universidades.

El proyecto está centrado en la actualización de las depuradoras de aguas residuales urbanas desde una perspectiva sostenible e innovadora, sustentada en tres pilares:

Pilar 1: Integración de procesos fisicoquímicos de vanguardia, procesos biológicos y tecnologías de seguimiento y control en línea.

Pilar 2: Proporcionar recursos (agua y nutrientes para la agricultura) y servicios (protocolos de vigilancia sanitaria)

Pilar 3: Priorización de la sostenibilidad medioambiental, económica y social.

Over the three-year duration of the project, pilot and demonstration plants will be built and installed to evaluate innovative treatment processes and monitoring systems yet to become available on the market.

Spanish company GS Inima will validate a high-performance activated sludge treatment process with low energy consumption; the University of Girona and Université Sfax will validate nutrient recovery in different forms of struvite to obtain fertilisers; the Mohammed VI Polytechnic University of Morocco will evaluate the use of fertilizers in the cultivation of different plants; the Università degli Studi di Salerno and the Polytechnic University of Creta will study the removal of microplastics and other micro-pollutants using membranes; Spanish company ADASA Sistemas will evaluate microbiological and nutrient monitoring systems; and Université Sfax will validate a sensor to increase the detection rate of the SARS-CoV-2 virus.

In addition to improving sanitation systems and making them more sustainable, the project also seeks to aid the development of new products and services in the agricultural and health sectors. The Mohammed VI Polytechnic University will evaluate the agronomic value of the fertilisers developed in the project and irrigation with treated wastewater, while the UdG will determine the effect of these agricultural practices on soil microbiology. In the field of health, the University of Cyprus will implement a new system for monitoring the SARS-CoV-2 virus and microbial resistance to antibiotics in the Nicosia region.

In addition, the Universitat Autònoma de Barcelona will evaluate the environmental and economic impacts of these technologies, products and services, taking account of their entire lifecycle; the University of Girona will study the issue of social acceptance; and the University of Cyprus will carry out a risk analysis of the reuse of treated wastewater for agricultural irrigation. All of this will be undertaken with the aim of transferring the results of the project to society, which may be done through the commercial exploitation of these results by the two participating businesses, the licensing of validated technologies to external entities, or the creation of spin-off enterprises by the universities.

The project focuses on upgrading urban wastewater treatment plants from a sustainable and innovative perspective, based on three pillars:

Pillar 1: Integrating of cutting-edge physicochemical processes, biological processes and online monitoring and control technologies.

Pillar 2: Providing resources (water and nutrients for agriculture) and services (health surveillance protocols).

Pillar 3: Prioritisation of environmental, economic and social sustainability.

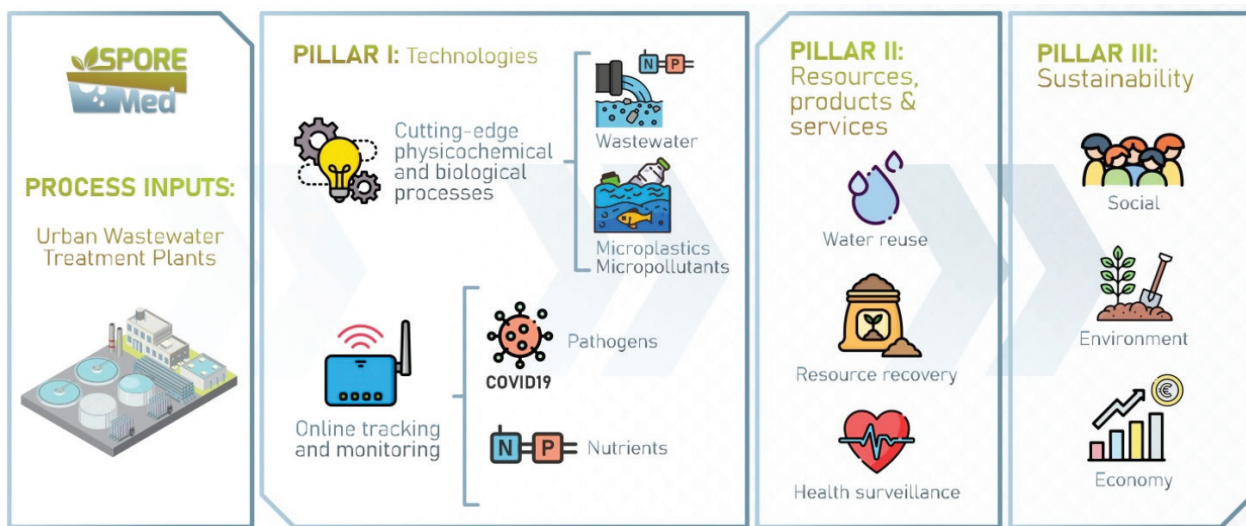


IMAGEN 2 Pilares del proyecto SPoRE-MED (Vía <https://lequia-udg.com/spore-med.eu>)
 IMAGE 2. SPoRE-MED project pillars

GRUPOS DE TRABAJO SPoRE-MED

A partir de estas premisas, SPoRE MED, se divide en 8 paquetes de trabajo (WP por sus siglas en inglés), cada uno de ellos liderado por uno de los socios del consorcio. A pesar de que existe una interacción entre todos los grupos de trabajo, cada WP aglutina distintas actividades destinadas a conseguir objetivos particulares en un área específica.

En la mayoría de los casos y, dada la naturaleza de la financiación PRIMA, se escalarán tecnologías a niveles de madurez altos (TRL por sus siglas en inglés). Esto significa que en el proyecto no se trabajará a nivel de laboratorio, sino a escalas de TRL6 a TRL8.

El WP1, liderado por GS Inima, y en colaboración con la Universitat de Girona y la Universidad de Sfax, tiene como eje de trabajo la energía circular y gestión de nutrientes a partir de aguas residuales y lodos de depuradora. GS Inima escalará a TRL8 una nueva configuración en la línea de agua, la tecnología PROGRAMOX®.

SPoRE-MED WORKING GROUPS

Based on these premises, SPoRE MED is divided into 8 work packages (WPs), each led by one of the project partners. Although there is interaction between all the work packages, each WP focuses on different activities aimed at achieving goals in a specific area.

In most cases, and given the nature of PRIMA funding, technologies will be scaled to high technology readiness levels (TRL). In other words, the project will not work at the laboratory level, but rather on the scales of TRL6 to TRL8.

Entorno real - Operational Environment / Entorno de simulación - Relevant simulation environment / Entorno de laboratorio - Laboratory environment

WP1, led by GS Inima, working in collaboration with the University of Girona and Université Sfax, focuses on circular energy and nutrient management from wastewater and sewage sludge. GS Inima will scale PROGRAMOX® technology, a new configuration in the water line, up to TRL8.

TRL 9	Entorno real Operational Environment
TRL 8	
TRL 7	
TRL 6	Entorno de simulación Relevant simulation environment
TRL 5	
TRL 4	Entorno de laboratorio Laboratory environment
TRL 3	
TRL 2	
TRL 1	

TABLA 1. Niveles de madurez de una tecnología. Fuente: Ministerio de industria y turismo de España
 TABLE 1. Technology readiness levels. Source: Spanish Ministry of Industry and Tourism

La UdG diseñará y validará a TRL8 una planta piloto de precipitación de estruvita en la línea de fangos de la EDAR de Terrassa. Por su parte, la Universidad de Sfax, diseñará y validará a TRL8 también, una planta piloto de precipitación de estruvita en la línea de agua de la EDAR de SFAX norte.

El WP2 se centra en la transformación digital de las instalaciones de depuración y está liderado por la empresa española ADASA. Los objetivos principales son, por un lado, validar en TRL6 sensores basados en polianilina (PANI) para detectar SARS-CoV-2 en aguas residuales y, por el otro, validar a TRL8 dispositivos de medición microbiológica y de nutrientes. Se desarrollarán soluciones digitales para el seguimiento de contaminantes, probadas en depuradoras de aguas residuales españolas y tunecinas. ADASA proporcionará dispositivos en línea para mediciones microbiológicas y de nutrientes, mientras que la Universidad de Sfax creará una herramienta para la detección selectiva de SARS-Covid-2 en EDAR. Se llevarán a cabo campañas de seguimiento para establecer una base de datos de SARS-Covid-2 en EDAR junto con un procedimiento de apoyo a la eliminación de éste.

El WP3, liderado por la Universidad de Salerno, se focaliza en actualizaciones para obtener una mejor retención de contaminantes emergentes. Se trata de validar tecnologías para eliminar microplásticos y trazas de productos farmacéuticos de las aguas residuales municipales en Italia (Battipaglia, Salerno), Grecia (Gerani, Crete) y Túnez (Sfax). Entre los objetivos de este paquete de trabajo, está el validar a TRL6 un sistema de biorreactor de membrana viva (LMBR) para la eliminación de microcontaminantes y microplásticos, así como validar un proceso innovador a TRL8 (flotación por espuma basada en nanoburbujas de aire) para la eliminación de microplásticos instalados en decantadores secundarios y primarios.

El WP4, liderado por la Universidad de Chipre, consiste en la creación de un sistema de vigilancia sanitaria de las aguas residuales. SO4-1 Aplicación de la monitorización sistemática basada en la vigilancia de las aguas residuales en una planta de tratamiento de aguas residuales a gran escala para SARS-CoV-2 y patógenos seleccionados relacionados con la resistencia a los antimicrobianos (AMR) en Chipre. Se finalizará con la aplicación de un protocolo de vigilancia de las aguas residuales por parte de socios de Marruecos y Túnez.

En el WP5 se trabajará en el reúso de aguas y nutrientes para agricultura con la aplicación de métodos de riego innovadores para aumentar la eficiencia de los nutrientes y el análisis de parámetros fisicoquímicos y moleculares para comprender mejor las interacciones suelo-agua-contaminantes. Este paquete de trabajo, está liderado por la Universidad Politècnica Mohammed VI en simbiosis con GS Inima, la Universitat de Girona, y la Universidad de Sfax.

El WP6, bajo el nombre de "tratamiento de aguas residuales para un futuro sostenible" estará liderado por la Universitat Autònoma de Barcelona, y tiene como objetivo la evaluación de la sostenibilidad del proyecto. Para ello estimará los impactos medioambientales y la viabilidad económica del uso de fertilizantes recuperados (estruvita)

UdG will design and validate a pilot plant for struvite precipitation at TRL8 in the sludge line of the Terrassa WWTP, while Université Sfax will design and validate a pilot plant for struvite precipitation at TRL8 in the water line of the SFAX North WWTP.

WP2 focuses on the digital transformation of wastewater treatment facilities and is led by Spanish company ADASA. The main objectives are, on the one hand, to validate polyaniline (PANI)-based sensors to detect SARS-CoV-2 in wastewater at TRL6 and, on the other hand, to validate microbiological and nutrient measurement devices at TRL8. Digital solutions for monitoring contaminants will be developed and tested at Spanish and Tunisian wastewater treatment plants. ADASA will provide online devices for microbiological and nutrient measurement, while Université Sfax will develop a tool for targeted detection of SARS-Covid-2 in WWTPs. Monitoring campaigns will be carried out to establish a database of SARS-Covid-2 in WWTPs, along with a procedure to support SARS-Covid-2 removal.

WP3, led by the Università degli Studi di Salerno, focuses on upgrades to enhance emerging contaminant removal. The work centres around validating technologies to remove microplastics and traces of pharmaceuticals from municipal wastewater in Italy (Battipaglia, Salerno), Greece (Gerani, Crete) and Tunisia (Sfax). The goals include validating a living membrane bioreactor (LMBR) system for the removal of micropollutants and microplastics at TRL6, and validating an innovative process (foam flotation based on nanobubbles of air) installed in primary and secondary clarifiers for the removal of microplastics at TRL8.

WP4, led by the University of Cyprus, consists of the development of a wastewater health surveillance system. A specific WP4 objective (SO4-1) is to implement systematic surveillance-based monitoring of wastewater for SARS-CoV-2 and selected pathogens associated with antimicrobial resistance (AMR) in a large-scale wastewater treatment plant in Cyprus. WP4 will conclude with the implementation of a wastewater surveillance protocol by the Moroccan and Tunisian partners.

WP5 will focus on water and nutrient reuse in agriculture through the implementation of innovative irrigation methods to increase nutrient efficiency, as well as analysis of physicochemical and molecular parameters to enhance the understanding of soil-water-pollutant interactions. This work package is led by the Mohammed VI Polytechnic University in collaboration with GS Inima, the University of Girona, and Université Sfax.

WP6 (Wastewater Treatment for a Sustainable Future) will be led by the Universitat Autònoma de Barcelona and seeks to assess the sustainability of the project. For this purpose, it will estimate the environmental impacts and economic feasibility of using recovered fertilisers (struvite) and treated wastewater for sustainable agriculture.



IMAGEN 3. Equipo SPORE-MED
IMAGE 3. SPORE-MED team

y aguas residuales tratadas para la agricultura sostenible. Además, se evaluarán los beneficios medioambientales netos de los sistemas integrados de recuperación de energía y recursos del proyecto, utilizando la evaluación del ciclo de vida (ECV) y el cálculo del coste del ciclo de vida. Se estimarán los impactos medioambientales reales y los efectos ecotoxicológicos de los microplásticos y los contaminantes emergentes liberados por los efluentes de aguas residuales (no) tratadas. Asimismo, se realizará una evaluación de la sostenibilidad social de las tecnologías. En este paquete de trabajo estarán implicados todos los socios del proyecto.

Los WP7 y WP8 están dedicados a las labores de comunicación, diseminación, transferencia tecnológica, a la coordinación y gestión del conjunto del proyecto.

PROGRAMOX® EN LA EDAR DE TERRASSA

El proyecto permitirá a GS Inima diseñar y validar a escala real el proceso PROGRAMOX®. Con la colaboración de la Agencia Catalana del Agua, ejecutará en la EDAR de Terrassa una planta de 400 m³/día.

PROGRAMOX® combina un proceso de fangos activos de alta carga (PRONOX®) como primera etapa, seguida de la eliminación de nitrógeno en dos etapas mediante un reactor granular aerobio de nitrificación parcial (PNAGS®), finalizando con una deammonificación anaerobia autótrófica (ANAMMOX).

PROGRAMOX®, es un avance en el tratamiento biológico desarrollado por GS Inima que mejora eficazmente la eliminación de sólidos, materia orgánica y nutrientes con un consumo mínimo de energía. El proceso también consigue redirigir más materia orgánica hacia la digestión anaerobia, aumentando la capacidad de valorización energética de las EDARs. 🌱

In addition, the net environmental benefits of the project's integrated energy and resource recovery systems will be evaluated using life cycle assessment (LCA) and life cycle costing. The real environmental impacts and ecotoxicological effects of microplastics and emerging contaminants released from (un) treated wastewater effluents will be estimated. An assessment of the social sustainability of the technologies will also be carried out. All the project partners will be involved in this work package.

WP7 and WP8 are dedicated to communication, dissemination, technology transfer, coordination and management of the project as a whole.

PROGRAMOX® AT THE TERRASSA WWTP

The project will allow GS Inima to design and validate the PROGRAMOX® process on a real operational scale. With the collaboration of the Catalan Water Agency, the company will build a 400 m³/day plant at the Terrassa WWTP.

PROGRAMOX® combines a high-rate activated sludge process (PRONOX®) as a first stage, followed by a two-stage nitrogen removal process, which begins in a partial nitrification aerobic granular aerobic reactor (PNAGS®) and ends with anaerobic ammonium oxidation (ANAMMOX).

PROGRAMOX®, a breakthrough in biological treatment developed by GS Inima, effectively improves the removal of solids, organic matter and nutrients with minimal energy consumption. The process also redirects more organic matter to anaerobic digestion, increasing the energy recovery capacity of WWTPs.

