



LIFE MERLIN:

Maximizar la producción de biogás en plantas de tratamientos de aguas residuales para avanzar en la transición ecológica

Ante la emergencia climática que vivimos y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, optimizar la eficiencia de las tecnologías de producción de energías renovables ya implementadas en España es un factor importante para alcanzar los objetivos de descarbonización marcados por la Unión Europea.

LIFE MERLIN:

Maximising biogas production in wastewater treatment plants to contribute to ecological transition

The climate emergency and the need to reduce greenhouse gas emissions makes optimising the efficiency of the renewable energy production technologies being implemented in Spain of key importance in achieving the decarbonisation targets set by the European Union (EU).



El proyecto LIFE MERLIN implementará una tecnología novedosa que permitirá superar las limitaciones de eficiencia de producción de biogás asociadas a la digestión anaerobia común utilizada en las plantas de tratamiento de aguas.

The LIFE MERLIN project will implement innovative technology to overcome the biogas production efficiency limitations associated with common anaerobic digestion used at wastewater treatment plants.

El cambio climático supone una amenaza para España y el resto del mundo y es el mayor reto al que se enfrenta nuestra sociedad en el siglo XXI. El aumento progresivo de la temperatura del planeta a lo largo de las últimas décadas está cambiando los patrones climáticos y alterando el equilibrio normal de la naturaleza, con numerosos efectos adversos para los seres vivos, como son el aumento de las sequías, la progresiva desaparición de especies, el aumento de la pobreza y el desplazamiento forzado de las comunidades en zonas con mayor estrés ecológico, o el aumento de riesgos para la salud. Ante este reto global, la Unión Europea (UE) aprobó en 2020 el Pacto Verde Europeo, un paquete de iniciativas políticas para potenciar la lucha contra el cambio climático y situar a la UE en el camino hacia la transición ecológica. Los principales objetivos del Pacto son la reducción mínima de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% en 2030 y la neutralidad climática en el territorio comunitario en 2050.

EL PROYECTO

Con el objetivo de contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero planteada en el Pacto Verde Europeo, el pasado septiembre arrancó el proyecto LIFE MERLIN, parte del programa LIFE y cofinanciado por la Comisión Europea. Este proyecto busca maximizar la producción de biogás en las plantas de digestión anaerobia de las estaciones depuradoras de aguas residua-

Climate change poses a threat to Spain and the rest of the world. It is the greatest challenge facing our society in the 21st century. The progressive increase in the planet's temperature in recent decades is changing climate patterns and disturbing the normal balance of nature. This has numerous adverse effects for living beings, such as increased droughts, the progressive disappearance of species, greater poverty and the forced displacement of communities in areas with greater ecological stress, and increased health risks. To address this global challenge, the EU adopted the European Green Deal in 2020, a package of policy initiatives to enhance the fight against climate change and put Europe on the path to a green transition. The main targets of the Deal are to reduce greenhouse gas emissions by a minimum of 55% by 2030 and to achieve climate neutrality within the EU by 2050.

THE PROJECT

The LIFE MERLIN project, part of the LIFE programme and co-funded by the European Commission, was launched last September with the aim of contributing to the reduction of greenhouse gases proposed in the European Green Deal. This project seeks to maximise biogas production in the anaerobic digestion facilities of wastewater treatment plants (WWTP) in Murcia-Este (Murcia) and Monte Orgegia (Alicante),





les (EDAR) de Murcia-Este (Murcia) y Monte Orgegia (Alicante) mediante la implementación de una combinación altamente innovadora basada en una tecnología de pretratamiento de lodos secundarios y un proceso de codigestión inteligente.

LIFE MERLIN tiene una duración estimada de cuatro años y se desarrolla a partir de la colaboración de un consorcio formado por Cetaqua-Centro Tecnológico del Agua, líder del proyecto, junto con Aguas de Murcia (EMUASA), Aguas de Alicante (AMAEM), Aquambiente Circular Economy Solutions and Createch360°.

EL PROBLEMA A TRATAR

La digestión anaerobia es una de las tecnologías más adecuadas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero porque permite valorizar residuos orgánicos mediante la producción de biogás, que se puede utilizar para la producción de electricidad y calor en motores de cogeneración, y de digestato, que se puede usar como fertilizante para cultivo en suelo.

Según datos de 2020, en España había 210 plantas de digestión anaerobia, de las cuales 80 utilizaban fangos de depuradora como materia prima. En general, la tecnología de digestión anaerobia implementada hasta ahora en España está lejos de alcanzar la máxima eficiencia debido a limitaciones importantes. Entre las más significativas están la falta de eficacia de los digestores para degradar las moléculas orgánicas complejas presentes en los lodos activados y el hecho que la mayoría de digestores presentes en las EDAR trabajan en modo de monodigestión, es decir, utilizando solamente los fangos de depuradora como materia prima, y por tanto las plantas están infrautilizadas en cuanto a capacidad de tratamiento. Además, al trabajar en modo monodigestión, la operación en el reactor tiene asociados problemas de inestabilidad y posible inhibición del consorcio bacteriano por producción de ácidos grasos volátiles.

¿QUÉ SOLUCIÓN APORTA ESTE PROYECTO?

La tecnología del proyecto LIFE MERLIN consiste en una solución combinada para superar las limitaciones anteriormente mencionadas y acercar la eficiencia de producción de biogás de los digestores a los valores óptimos.

through the implementation of a highly innovative combination of secondary sludge pretreatment technology and a smart co-digestion process. LIFE MERLIN has an estimated duration of four years and the project consortium comprises Cetaqua-Water Technology Centre, the project leader, Aguas de Murcia (EMUASA), Aguas de Alicante (AMAEM), Aquambiente Circular Economy Solutions and Createch360°.

THE PROBLEM ADDRESSED

Anaerobic digestion is one of the most suitable technologies for reducing greenhouse gas emissions because it enables the recovery of organic waste in the form of biogas, which can be used for the generation of electricity and heat in cogeneration engines, and the production of digestate, which can be used as a fertiliser for soil in crop farming.

According to the most recent available figures, there were 210 anaerobic digestion plants in Spain in 2020, of which 80 use sewage sludge as feedstock. In general, the anaerobic digestion technology currently implemented in Spain falls far short of achieving optimal efficiency due to significant limitations. Chief amongst these are digester inefficiency in degrading complex organic molecules in the activated sludge process and the fact that most digesters at WWTPs work in mono-digestion mode, i.e., using sewage sludge as the only feedstock. Therefore, the treatment capacity of the plants is underexploited. Moreover, when reactors operate in mono-digestion mode, there are associated problems of instability and possible inhibition of the bacterial consortium due to the production of volatile fatty acids.

WHAT SOLUTION DOES THE PROJECT PROVIDE?

LIFE MERLIN technology consists of a combined solution to overcome the afore mentioned limitations and bring the biogas production efficiency of digesters closer to optimal values.

On the one hand, the activated sludge from the aerobic reactor undergoes a two-stage enzymatic hydrolysis pretreatment. The first stage consists of mixing the sludge with a saponifier, an amphiphilic



Por un lado, se realiza un pretratamiento de hidrólisis enzimática a los lodos activados provenientes del reactor aerobio. Dicho pretratamiento se compone de dos etapas: la primera consiste en mezclar los lodos con un saponificador, que es una sustancia anfifílica que reduce la tensión interfacial entre la fase hidrofóbica y la fase hidrofílica. Posteriormente, esta mezcla se somete a un tratamiento de ondas de ultrasonido, que, gracias a la generación de microburbujas durante el proceso de cavitación y su posterior implosión a causa de los extremos valores de temperatura y presión que se alcanzan, provoca la hidrólisis de los compuestos orgánicos complejos en moléculas más pequeñas y la destrucción de células bacterianas, liberando los compuestos orgánicos y las enzimas presentes en su interior. Los primeros serán degradados en el digester y las segundas participarán en la reacción anaerobia mejorando su eficiencia.

Por otro lado, se implementa un sistema inteligente de codigestión para crear un efecto sinérgico, ya que la presencia en el medio de las enzimas liberadas durante el pretratamiento de hidrólisis enzimática mejora la digestión de los lodos de depuradora y también la codigestión de los cosustratos. La implementación del sistema de codigestión se va a basar en una herramienta digital hecha a medida enfocada a maximizar la producción de biogás mediante la optimización de diferentes aspectos del proceso.

PLANTA PILOTO Y RESULTADOS ESPERADOS

La tecnología LIFE MERLIN se implementará en las depuradoras de Monte Orgegia y Murcia-Este mediante la construcción, en ambas depuradoras, de una planta piloto con la unidad de pretratamiento de hidrólisis enzimática y el proceso de codigestión inteligente directamente conectados a los digestores anaerobios ya existentes. Una vez la planta piloto esté operativa, la unidad de pretratamiento de hidrólisis enzimática tratará una fracción de los lodos provenientes del reactor biológico aerobio. Durante el proyecto se estudiará el efecto de diferentes parámetros en la eficiencia del pretratamiento con el objetivo de optimizar la producción de biogás con un gasto energético lo más bajo posible. Los principales parámetros a evaluar son el caudal de lodos a tratar, el tipo de saponificador a utilizar y su caudal de dosificación, la intensidad de las ondas de ultrasonido y el tiempo de residencia hidráulico de los lodos en la unidad de pretratamiento.

En paralelo a la optimización del pretratamiento de hidrólisis enzimática, se implementará el proceso de codigestión inteligente. En una primera etapa, se realizará un catálogo de los residuos alimentarios disponi-

substance that reduces the interfacial tension between the hydrophobic phase and the hydrophilic phase.

The resulting mixture then undergoes ultrasound wave treatment, which generates microbubbles during the cavitation process. The subsequent implosion of these bubbles, due to the extreme temperature and pressure values reached, results in hydrolysis of the complex organic compounds into smaller molecules. This process also leads to the destruction of bacterial cells and the consequent release of the organic compounds and enzymes they contain. The organic compounds are degraded in the digester and the enzymes contribute to improving the efficiency of the anaerobic reaction.

This will be accompanied by the implementation of a smart co-digestion system to create a synergistic effect, as the presence in the medium of the enzymes released during the enzymatic hydrolysis pretreatment improves the digestion of the sewage sludge as well as the co-digestion of the co-substrates. The implementation of the co-digestion system will be based on a customised digital tool designed to maximise biogas production by optimising different aspects of the process.

PILOT PLANT AND EXPECTED RESULTS

The LIFE MERLIN technology will be implemented at the Monte Orgegia and Murcia-Este WWTPs. A pilot plant will be built at each WWTP with the enzymatic hydrolysis pretreatment unit and the intelligent co-digestion process connected directly to the existing anaerobic digesters. Once the pilot plant is operational, the enzymatic hydrolysis pretreatment unit will treat a fraction of the sludge from the aerobic bioreactor. The effect of different parameters on the efficiency of the pretreatment will be studied with a view to optimising biogas production at the lowest possible energy cost. The main parameters to be evaluated are the flow rate of the sludge to be treated, the saponifier type and dosing rate to be implemented, the intensity of the ultrasound waves and the hydraulic retention time of the sludge in the pretreatment unit.

The smart co-digestion process will be implemented in parallel to the optimisation of the enzymatic hydrolysis pretreatment. An initial stage will see the drawing up of a catalogue of the food waste that meets co-substrate requirements in the surrounding areas of the two wastewater treatment plants. These materials will undergo laboratory tests

LIFE MERLIN demostrará el potencial de la tecnología implementada para incrementar significativamente la producción eléctrica en las plantas de digestión anaerobia y potenciar la transición ecológica y la descarbonización.

LIFE MERLIN will demonstrate the potential of the implemented technology to significantly increase electricity production in anaerobic digestion plants, thus advancing the ecological transition and decarbonisation.

bles en el área vecina a las dos depuradoras que cumplan con los requisitos necesarios para ser usados como cosustratos. Estos materiales van a ser caracterizados a nivel físico-químico mediante tests en el laboratorio, con especial interés en determinar su potencial bioquímico de metano (PBM), el cual indica la biodegradabilidad anaerobia y la máxima producción de metano que se puede obtener de un sustrato mediante digestión anaerobia. Toda esta información se integrará en la herramienta digital personalizada y permitirá escoger los cosustratos más convenientes para la siguiente fase del proyecto. En esta segunda fase, se realizarán los tests a nivel de planta piloto con los cosustratos seleccionados para optimizar la relación entre el caudal de cosustrato y de lodos totales a tratar para maximizar la producción de biogás y evitar posibles inhibiciones. Toda la información obtenida se almacenará en la librería de la herramienta digital.

Una vez esta herramienta esté totalmente implementada en el sistema de la planta piloto, el proceso completo podrá ser monitorizado y controlado. La herramienta también será usada como Sistema de Soporte de Decisiones y para generar informes de datos para evaluar el desempeño y rendimiento de la planta piloto y el impacto en la eficiencia del digestor anaerobio.

La implementación de la tecnología LIFE MERLIN tendrá un impacto positivo importante en el rendimiento de los digestores anaerobios de las dos EDAR. Al finalizar el proyecto, se estima que la producción conjunta de biogás en las dos depuradoras será aproximadamente un 14% superior a los valores obtenidos antes de la implementación de la tecnología, permitiendo un aumento de la producción eléctrica en cada depuradora del 11%.

Este aumento de producción será posible gracias a una mayor disponibilidad de biogás para su uso en los motores de cogeneración, aumentando así la capacidad de autoconsumo eléctrico de las plantas de tratamiento y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero en aproximadamente un 4%. Además, esta tecnología también tendrá un impacto positivo a nivel económico en la gestión del digestato producido en la digestión anaerobia, ya que se estima que se reducirá el volumen de digestato deshidratado entre un 10 y un 15% y, como consecuencia, se obtendrá una reducción hasta del 20% del consumo de polielectrolito que se utiliza en el proceso de deshidratación.

Este proyecto es un primer paso en la futura implementación de esta tecnología a nivel industrial, y contribuirá a avanzar en la transición ecológica y la descarbonización para cumplir con los objetivos del Pacto Verde Europeo para la reducción drástica de emisiones de gases de efecto invernadero. 🌈

for physicochemical characterisation, with special emphasis on determining their biochemical methane potential (BMP), which indicates the anaerobic biodegradability and the maximum methane production that can be obtained from a substrate by anaerobic digestion. All this information will be integrated into the customised digital tool, enabling the selection of the most suitable co-substrates for the next stage of the project. In this second stage, tests will be conducted at the pilot plant level with the selected co-substrates to optimise the ratio between the co-substrate flow rate and the total sludge to be treated. This optimisation seeks to maximise biogas production and prevent possible inhibitions. All the information obtained will be stored in the digital tool's library.

Once this tool is fully implemented within the pilot plant system, the entire process can be monitored and controlled. The tool will also be used as a Decision Support System and to generate data reports to evaluate pilot plant performance and yield, as well as the impact on anaerobic digester efficiency.

The implementation of LIFE MERLIN technology will have a significant positive impact on anaerobic digester performance at the two WWTPs. By the end of the project, it is estimated that combined biogas production at the two WWTPs will be approximately 14% higher than prior to the implementation of the technology, enabling an increase of 11% in electricity generation at each WWTP.

This increase in electricity generation will be made possible by the greater availability of biogas for use in the cogeneration engines, leading to greater self-consumption capacity at the WWTPs and a reduction in greenhouse gas emissions of approximately 4%. Moreover, the technology will also have a positive economic impact on the management of the digestate produced in anaerobic digestion. The volume of dewatered digestate will be reduced by an estimated 10%-15%, resulting in a reduction of up to 20% in polyelectrolyte consumption in the dewatering process.

The project is a first step in the future implementation of this technology at industrial level and will help to advance the process of ecological transition and decarbonisation needed to achieve the drastic reduction in greenhouse gas emissions set out in European Green Deal targets. 🌈

