

## ITACA, LA REALIDAD DE LAS FUTURAS TECNOLOGÍAS PARA LA DEPURACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

EL PROYECTO ITACA CON UN PRESUPUESTO DE 15,5 M€ TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL LA INVESTIGACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y URBANAS QUE PERMITAN, DE UNA MANERA EFICIENTE Y SOSTENIBLE, CONVERTIR EL PROCESO DE TRATAMIENTO ACTUAL EN UNA ESTRATEGIA PARA LA REUTILIZACIÓN, EL APROVECHAMIENTO DE SUSTANCIAS, SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS Y LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA, MINIMIZÁNDOSE, DE ESTE MODO, LOS IMPACTOS EN EL MEDIO NATURAL.

ITACA se desarrolla dentro del Programa INNPRONTA, financiado por el Centro Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), y cofinanciado por los Fondos FEDER bajo el «Programa Operativo de I+D+i por y para el beneficio de las empresas (Fondo Tecnológico)».

Con un presupuesto total de 15,5 M€, este proyecto de carácter estratégico, de gran dimensión y largo alcance científico-técnico, posee una importante proyección económica y comercial a nivel internacional.

El consorcio ITACA está formado por 9 empresas y 11 centros tecnológicos. En la actualidad se está finalizando el trabajo de las líneas de investigación de nuevas tecnologías en depuración de aguas residuales industriales y urbanas, combinando un grado de eficiencia de tratamiento y versatilidad, junto con una minimización de los impactos ambientales.

ITACA engloba varios bloques de trabajo interrelacionados entre sí. Desde las nuevas tecnologías de tratamiento no biológicos; pasando por biológicos junto con la valorización de los residuos generados. Asimismo, la investigación de sistemas avanzados de medición, automatización y control de los procesos son igualmente parte del alcance de su ámbito de actuación.

El objetivo global que se persigue responde a la necesidad de implementar un sistema de gestión centralizado capaz de decidir, de forma automática y autónoma, la secuencia y control de los nuevos tratamientos de los efluentes de estudio.

A continuación se detalla el estado del arte del proyecto, destacándose los principales beneficios que ITACA aportará al sector de aguas residuales.

### Nuevos tratamientos no biológicos

Los nuevos tratamientos no biológicos estudiados presentan una ruptura conceptual con respecto a los procesos convencionales que se vienen utilizando. Su implementación busca obtener efluentes con niveles de calidad suficientes para alcanzar la reutilización del agua en distintos usos (industrial, urbano, recreativo, etc.) o incluso, para poder verter directamente al cauce público.

Se está trabajando en la reducción del consumo de agua gracias a un uso más eficiente del agua residual urbana e industrial. Para ello, se ha diseñado la membrana de ultrafiltración DOW Inte-

## ITACA, THE REALITY OF FUTURE TECHNOLOGIES FOR WASTEWATER TREATMENT AND REUSE

THE ITACA PROJECT HAS A BUDGET OF €15.5 MILLION AND ITS MAIN OBJECTIVE IS THE RESEARCH OF NEW INDUSTRIAL AND URBAN WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES TO ENABLE THE EFFICIENT AND SUSTAINABLE CONVERSION OF CURRENT TREATMENT PROCESSES INTO A STRATEGY FOR REUSE, AVAILING TO THE FULL OF BY-PRODUCTS AND WASTE, AND ENERGY RECOVERY. IN THIS WAY, THE IMPACT ON THE NATURAL ENVIRONMENT CAN BE MINIMISED.

ITACA is a project within the framework of the INNPRONTA program, financed by the Spanish Centre for the Development of Industrial Technology (CDTI), and co-funded by the ERDF as part of the Operational Programme for R&D&i for and by Enterprises (Technology Fund).

This strategic, large-scale project, which has a total budget of €15.5 million, has a very broad scientific and technical scope, as well as significant international relevance in economic and commercial terms.

The ITACA consortium is made up of 9 companies and 11 technology centres. Work is currently focused on finalising the lines of research into new industrial and urban wastewater treatment technologies that combine treatment efficiency, versatility and minimisation of environmental impacts.

ITACA encompasses several interrelated working blocks, ranging from non-biological treatment to biological treatment with energy recovery from the waste generated. The scope of the project also includes advanced process measurement, automation and control systems. The overall objective is to provide a response to the need for a centralised management system capable of automatically and independently deciding the sequence and control of the new effluent treatments being studied.





graFlo™ que se utiliza como pre-tratamiento de la ósmosis inversa. Mediante la tecnología de fibras huecas de polifluoruro de vinilideno el ahorro en gastos de infraestructura y edificación es de un 25%. Gracias a la innovación en el empaquetamiento de las fibras, se consigue filtrar hasta un 85% más de caudal, comparado con las membranas estándares.

Otra de las innovaciones desarrolladas es la membrana DOW FILMTEC™ ECO, membrana de ósmosis inversa utilizada para la disminución de sales en las aguas. Esta membrana consigue ahorrar hasta un 30% de energía, traduciéndose en una producción más estable en el tiempo. Gracias a sus propiedades novedosas que previenen su ensuciamiento (antifouling) y a la innovación en la formulación de la química de la membrana, se logra un alta producción de efluente con una calidad óptima de rechazo de sales del 99.7% en condiciones estándares (150 psi).

A fin de conseguir un nivel de depuración que posibilite la reutilización del efluente, se están realizando estudios de procesos tales como la foto-oxidación catalítica en residuos industriales que contienen TiO<sub>2</sub> aplicado para la degradación de compuestos como el hexaclorociclohexano.

Como alternativa a las técnicas extractivas convencionales, se han cursado estudios sobre las condiciones óptimas para la extracción no selectiva de metales, iones inorgánicos y sólidos en suspensión de aguas residuales mediante filtro de Fe-KOH.

### Biotratamientos

Los biotratamientos estudiados en el transcurso de ITACA ofrecen la posibilidad de tratar efluentes residuales biodegradables a un bajo coste de operación y mantenimiento, con una minimización del residuo generado.

Con el reto de disponer altas tasas de eliminación de nutrientes con una elevada eficacia, se ha desarrollado un sistema biológico de tratamiento de aguas residuales en dos etapas: una primera de recuperación de materia orgánica y una segunda etapa ELAN® de eliminación autótrofa de nitrógeno.

Teniendo como propósito reducir los reactivos utilizados y disminuir las necesidades energéticas, se está llevando a cabo el desarrollo de un innovador tratamiento para la eliminación biológica del nitrógeno contenido en los lixiviados de vertedero. Este proceso denominado PANAMMOX®, combina 2 fases: una primera de nitrificación parcial (PANI-SBR), seguida de una desnitrificación autótrofa anaerobia (Anammox).

The current project status and the main benefits of ITACA to the wastewater sector are outlined below.

### New non-biological treatments

The new non-biological treatments studied represent a conceptual breakaway from the conventional processes currently employed. Implementation of these new technologies seeks to obtain effluents of sufficient quality to achieve water reuse for different applications (industrial, urban, recreational uses, etc.) and even for direct discharge into public watercourses.

Work is being carried out to reduce water consumption through more efficient use of urban and industrial wastewater. For this purpose, the DOW IntegraFlo™ ultrafiltration membrane has been developed for use in reverse osmosis pretreatment. Through hollow fibre polyvinylidene fluoride technology, a 25% saving in infrastructure and construction costs is achieved. Thanks to innovation in fibre packing, it is possible to filter a flow of up to 85% greater than that of standard membranes.

Another innovation developed is the DOW FILMTEC™ ECO reverse osmosis membrane used to reduce the salt content of water. This membrane gives rise to a 30% saving in energy, which translates into more stable production over time. Thanks to innovative new antifouling properties and innovation in the chemical formulation of the membrane, high quality effluent production is achieved with an optimum salt rejection rate of 99.7% in standard conditions (150 psi).

In order to achieve a degree of purification that permits reuse of the effluent, studies are being carried out on processes such as photocatalytic oxidation in industrial waste containing TiO<sub>2</sub>, applied for the degradation of compounds such as hexachlorocyclohexane.

As an alternative to conventional extraction techniques, research is being carried out into the optimal conditions for the non-selective extraction of metals, inorganic ions and suspended solids in wastewater by means of Fe-KOH filters.

### Bio-treatments

The bio-treatments studied in the course of the ITACA project offer the possibility of treating biodegradable waste effluents with low operating and maintenance costs, whilst minimising waste generation.

To meet the challenge of efficiently achieving high nutrient removal rates, a two-stage wastewater biological treatment system has been developed. This system features a first organic matter recovery stage and a second ELAN® stage for autotrophic nutrient removal.

With the aim of reducing reagent use and energy requirements, an innovative treatment for the biological removal of nitrogen from landfill leachate is being developed. The process, known as PANAMMOX®, combines 2 stages: a first stage of partial nitrification (PANI-SBR), followed by anaerobic autotrophic denitrification (Anammox).

It should be borne in mind that complex matrices, such as the management of effluents with high conductivity and high concentrations of organic matter, commonly require the application of non-conventional technologies or variations

Cabe tener presente que las matrices complejas, como la gestión de efluentes de alta conductividad y la elevada concentración de materia orgánica, habitualmente requieren la aplicación de tecnologías no convencionales o de variantes de los procesos tradicionales de depuración. Consecuentemente, se apuesta por un tratamiento biológico mediante SBR y la adaptación gradual de los microorganismos a la matriz. Los resultados han derivado a eliminaciones de DQO superiores al 80%.

Por otro lado, a fin de mejorar la eliminación de materia orgánica, metales pesados y patógenos, consumir menos energía y reducir la formación de lodos como biomateriales para la extracción de contaminantes y compuestos de valor añadido, se están utilizando tres especies diferentes de microalgas. Con ello es posible identificar sus propiedades de sorción específicas y lograr rendimientos de eliminación mayores al 99%.

Con el objetivo de disminuir la superficie ocupada por los humedales artificiales, se está estudiando la combinación de diferentes tipos de flujo y sustrato para permitir optimizar los parámetros de diseño y obtener el máximo rendimiento en la eliminación de materias orgánicas y nutrientes. Para dicho estudio se han aprovechado los diversos procesos físico-químicos que se suceden en estos sistemas naturales adaptados.

El interés de mejorar el conocimiento sobre la degradación biológica de compuestos farmacéuticos en aguas residuales, ha conllevado a trabajar sobre esta línea de investigación, fomentándose estudios de inóculos microbianos específicos y especializados en la degradación de compuestos prioritarios/emergentes. Se ha evaluado la capacidad de degradación a corto plazo con lodos activos observándose, en ciertas condiciones, una biodegradación total de determinados compuestos farmacéuticos de alta prevalencia en aguas residuales.

Con coste energético cero, se ha desarrollado sistemas de electrogénesis microbiana, donde se genera energía eléctrica, como consecuencia de la degradación biológica de la materia orgánica a eliminar. Estos sistemas representan una alternativa tanto a los procesos biológicos aerobios convencionales (de alto consumo energético e intensivos en superficie) como a los más modernos procesos biológicos anaerobios.

### Valorización de residuos y/o subproductos

Las tecnologías investigadas son de naturaleza separadora o transformadora y, en algunos casos, aplicadas de forma secuencial hasta alcanzar el máximo nivel de sostenibilidad. Diferentes

in traditional treatment processes. Therefore, research has concentrated on SBR biological treatment and the gradual adaptation of microorganisms to the matrix. The results have led to COD removal of over 80%.

For the purpose of enhancing the removal of organic matter, heavy metals and pathogens, and reducing energy consumption and sludge formation, three different species of microalgae are being used as biomaterials for the extraction of contaminants and value-added compounds. This makes it possible to identify their specific sorption properties and achieve removal efficiency of over 99%.

With the aim of reducing the surface area occupied by artificial wetlands, the combination of different types of flows and substrates to enable optimisation of design parameters and obtain optimum performance in organic matter and nutrient removal is being studied. For the purposes of this study, the different physicochemical processes that occur in these adapted natural systems have been availed of.

Interest in improving knowledge of the biological degradation of pharmaceutical compounds in wastewater has led to research in this area, in the form of studies on specific microbial inoculants that specialise in the degradation of priority/emerging compounds. Short-term degradation capacity with activated sludge has been evaluated and, in certain conditions, total biodegradation of certain pharmaceutical compounds that are highly prevalent in wastewater has been observed.

Microbial electrogénesis systems, with zero energy costs, have been developed. These systems generate electricity as a result of the bio-degradation of the organic matter to be removed and they represent an alternative to both conventional aerobic biological processes (which require high energy consumption and are intensive in terms of surface area) and the most modern anaerobic biological processes.

### Recovery of waste and/or by-products

The technologies studied are of a separation or transformation type, and, in some cases, are applied sequentially to achieve the highest degree of sustainability. Different solutions adapted to the

waste/by-products generated by the aforementioned treatments have been assessed with the objective being to extrapolate them to other treatment systems not included within the framework of the project.

Lastly, the scope of the ITACA project also includes examination of technologies for the conversion of waste into high added value products.



Raceways de cultivo de algas de la depuradora de Chiclana | Algae cultivation raceway ponds at the Chiclana WWTP

**Monitorización para el ajuste del modelado EDAR Girona**  
*Monitoring for adjustment of model treatment plant at the Girona WWTP*

soluciones adaptadas a los residuos/ subproductos generados en los tratamientos anteriormente mencionados se han evaluado con el objetivo de extrapolarse a otros sistemas de tratamiento más allá del marco del proyecto.

Finalmente, dentro de la envergadura de ITACA también están en consideración tecnologías para la transformación de residuos en productos de alto valor añadido.

**Tecnologías de medición, automatización y control de los procesos**

La definición de nuevos procesos y el reciente crecimiento en el número de plantas de tratamiento de aguas hace necesario definir procesos de control avanzados que garanticen una gestión más eficiente de los recursos hídricos. Tecnologías de control distribuido y lógica difusa para su aplicación específica en procesos de tratamiento de aguas y valorización de residuos son claros ejemplos de las tecnologías objetivo de ITACA.

Éstas permiten un control exhaustivo de los distintos procesos y aumentan la fiabilidad y robustez del sistema con un aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

Específicamente en este apartado se incluye la modelización de una planta depuradora y el diseño de un software de control, que permitirá minimizar los costes de gestión y mantenimiento y maximizará las salidas de agua reaprovechables y productos valorizables. En paralelo, también se están desarrollando sistemas de medidas on-line basados en nuevos sensores (DQO, metales, hidrocarburos, contaminantes emergentes,...).

**“ITACA, una apuesta a la gestión inteligente del agua”**

Dado que para la depuración de un efluente, ya sea urbano o industrial, es necesaria la combinación secuencial de diferentes procesos, ITACA pretende combinar las nuevas tecnologías en desarrollo de tal forma que se minimicen los principales inconvenientes de los procesos actuales de depuración. Asimismo, posibilitará maximizar la calidad y reutilización final del agua, reduciéndose “hacia cero” los residuos generados y la energía y productos consumidos.

En consecuencia, en ITACA se engloba el desarrollo de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones que guíe en la determinación de la mejor combinación de tratamientos en base a los efluentes seleccionados y unas variables y medidas de entrada específicas.

A menos de un año vista para la finalización del proyecto, se están realizando los últimos ajustes de los tratamientos en estudio, la integración de los sensores desarrollados en sistemas de medida en continuo y acabando de definir las herramientas de ayuda a la toma de decisiones, tanto en la fase de diseño de la propia planta, como en la elección de la óptima combinación de tratamientos para asegurar la reducción de costes, minimización del consumo energético e impacto ambiental, así como una mejor valorización de los subproductos generados.



**Technologies for the measurement, automation and control of processes**

The definition of new processes and the recent growth in the number of water treatment plants makes it necessary to define advanced control processes to ensure the most efficient management of water resources. Distributed control and fuzzy logic technologies for specific application in water treatment and waste recovery process are prime examples of the target technologies of the ITACA project. These technologies enable exhaustive control of the different processes and increase the reliability and robustness of the system, with available resources being availed of to the utmost.

This particular area specifically includes the modelling of a treatment plant and the design of control software to minimise operating and maintenance costs and maximise the output of reusable water and recoverable products. In parallel to this, on-line measurement systems based on new sensors are being developed (COD, metals, hydrocarbons, emerging contaminants, etc.).

**“ITACA, commitment to smart water management”**

Given that urban or industrial effluent treatment requires the sequential combination of different processes, ITACA aims to combine new technologies being developed in such a way as to minimise the main shortcomings of current treatment processes. This will enable optimisation of the final quality and reuse potential of the water, reducing waste generated towards the “zero” target, and minimising energy and materials consumption.

Therefore, the ITACA project also encompasses the development of a tool to aid decision-making and act as a guide to determining the optimum combination of treatments based on the effluents selected and specific input variables and measurements.

With the project due to be completed in less than a year, the final adjustments are currently being applied to the treatments under study and work is focusing on the integration of the sensors developed into continuous measurement systems. The final touches are also being put to the definition of the tools to aid decision-making, both at the plant design stage and in the

selection of the optimum combination of treatments to ensure a reduction of costs, minimisation of energy consumption and environmental impact, as well as enhanced recovery of the by-products generated.

Adasa\*, Aqualia, Cespa, Dam, Deisa, Dow Chemical, HidroQuimia, Jap, Técnicas Reunidas  
 \*Adasa: líder del consorcio ITACA  
 \*Adasa, leader of the ITACA consortium