



instituto
IMDEA
agua

**IMDEA Agua: Ciencia y tecnología para
abordar problemas cada vez más complejos**

**IMDEA Water: Science and technology to
tackle problems of increasing complexity**

IMDEA Agua: Ciencia y tecnología para abordar problemas cada vez más complejos

El trabajo que lleva a cabo el instituto va encaminado a hacer aportaciones que clarifiquen la dimensión económica de la gestión de los recursos hídricos, desarrollo de instrumentos para la gestión sostenible, gobernanza del agua y seguridad hídrica

El agua es la sustancia más abundante y necesaria en la biosfera. Sin agua no hay vida. Aún siendo abundante, las necesidades de agua dulce son cada vez mayores porque la población aumenta, el uso *per cápita* del agua también, y su calidad va disminuyendo por el uso. Algunas cifras pueden ser ilustrativas: más de 800 millones de personas no tiene acceso a agua potable segura, más de 2000 millones no disponen de sistemas de saneamiento adecuado y otros tantos viven en zonas de estrés hídrico, en algunos casos extremadamente alto.

Los grandes riesgos en nuestro planeta están relacionados con el agua, así, en el informe de 2021 sobre riesgos globales, elaborado por el [Foro Económico Mundial](#) (Foro de Davos), entre los riesgos globales más probables y con mayor impacto están el eventual fracaso en la lucha contra el cambio climático, las enfermedades infecciosas, la pérdida de biodiversidad o la crisis de los recursos naturales. El agua es el elemento común a estos y otros riesgos globales.

Lo expuesto permite deducir que la generación de conocimiento en relación con el agua se puede plantear desde muy diferentes ángulos, todos ellos con un elevado componente multidisciplinar. A modo de ejemplo, las tecnologías a aplicar para llegar a una deseada calidad química y microbiológica precisa de investigadores de muy diferentes disciplinas y en diferentes entornos. Suele ser habitual que los investigadores en temas de agua deban echar mano de conocimientos generados en otros ámbitos, por ejemplo, para avanzar en el conocimiento de los sistemas de tratamiento se echa mano de metagenómica, siendo cada vez más habitual su uso; los conocimientos en ciencia y tecnología de materiales asociados a las membranas son muy necesarios para avanzar en los procesos de desalación; para la gestión integral del recurso es necesario acudir a las ciencias sociales, entre otras.

Otra característica de la investigación en el sector del agua es que los estudios pueden ir desde la escala microscópica, por ejemplo, detectando y determinado el efecto de contaminantes en concentraciones extraordinariamente bajas (hasta ppt's) en muestras de microlitros, a estudios a escala que podríamos denominar global, esto es, estudios en una cuenca de un gran río o lago o incluso la planificación hidrológica de todo un país.

Ninguna institución de I+D+i en agua puede abarcar todos los temas relacionados con este recurso. En [IMDEA Agua](#) nos hemos centrado



Eloy García Calvo
Director del Instituto de investigación IMDEA Agua
Director. IMDEA Water.

IMDEA Water: Science and technology to tackle problems of increasing complexity

The work carried out by the institute aims to contribute to clarifying the economic dimension of water resources management, the development of instruments for sustainable management, water governance, and water security

Water is the most abundant and necessary substance in the biosphere, there is no life without water. Despite being abundant, the need for freshwater increases as the population grows and *per capita* use of water increases while its quality decreases. Some figures show that more than 800 million people do not have access to safe drinking water, more than 2 billion do not have access to adequate sanitation systems, and many others live in areas of water stress, extremely high in some cases.

The significant risks our planet faces are related to water. According to The [World Economic Forum's](#) Global Risks Report 2021 (Davos Forum), the eventual failure in the fight against climate change, infectious diseases, loss of biodiversity, or the natural resource crisis are among the most probable global risks and may cause significant impact. Water is the common element to these and other global threats.

In light of the above, we presume that creating knowledge on water can be tackled from very different angles, all of them involving a high multi-disciplinary component. For example, technologies applied to reach a desired chemical and microbiological quality require researchers from very diverse disciplines and working in different environments. It is common for researchers working on water issues to use knowledge from different areas. For instance, to advance in the knowledge of treatment systems, the use of metagenomics is becoming increasingly common, knowledge of science and technology of materials linked to membranes is very necessary to advance in desalination processes, and the integral management of the resource requires social sciences.

Another characteristic of research in the water sector is that studies can range from the microscopic scale, for example, detecting and determining the effect of pollutants in extraordinarily low concentrations (up to ppt's) in microliter samples, to studies on a global scale—studies in large river or lake basins or even the hydrological planning of an entire country.

No water R&D institution can cover all the topics related to this resource. At [IMDEA Water](#), we have focused on strategic lines linked to the sustainable management of water bodies,

en líneas estratégicas relacionadas con la gestión sostenible de las masas de agua que incluye calidad, tecnologías de tratamiento y reutilización y análisis económico. En buena parte de los proyectos que desarrollamos intervienen varios de nuestros grupos de investigación y en la mayoría de las ocasiones la generación de conocimiento en un proyecto se produce a diferentes niveles, desde conocimiento básico a desarrollo tecnológico.

Los temas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales se encuentran entre los de mayor impacto en la salud pública. La base de estos tratamientos es biológica, lodos activados. El desarrollo de esta tecnología comenzó hace poco más de un siglo y aunque se han producido enormes avances metodológicos, la base científica no ha cambiado sustancialmente. En nuestro instituto, aprovechando las propiedades eléctricas de los microorganismos, hemos desarrollado una tecnología que permite el tratamiento con un consumo energético muy inferior a los sistemas convencionales porque, en lugar de usar el oxígeno del aire como aceptor de electrones, se utiliza un material conductor. Este desarrollo también es un buen ejemplo de cambio de escala desde unos pocos litros a la situación actual de poder tratar centenares de metros cúbicos al día. La tecnología, desarrollada con apoyo financiero de diferentes programas, es considerada por la Unión Europea como una de las diez tecnologías innovadoras para garantizar la seguridad hídrica en Europa y ha dado lugar a una EBT¹, [Metfilter](#).

Entre las acciones que contempla el [Pacto Verde Europeo](#) se encuentra preservar el medioambiente protegiendo, entre otros, la biodiversidad y los ecosistemas, reduciendo la contaminación del agua, de los suelos y del aire a través de un plan de acción de contaminación cero. El trabajo por hacer es enorme porque debemos detectar contaminantes en el ambiente, estudiar su efecto en la naturaleza y en la salud pública y, finalmente, intentar eliminarlos o evitar que se liberen a la biosfera.

En IMDEA Agua venimos trabajando en estos temas y pretendemos potenciar y consolidar la actividad en esta línea. Por ejemplo, sobre la contaminación química, estamos en condiciones de detectar y estudiar la evolución de centenares de sustancias presentes en nuestras aguas en concentraciones extraordinariamente bajas (hasta ppt's). También pretendemos mantenernos en la vanguardia del conocimiento sobre análisis, efectos y eliminación de micro y nano plásticos en el agua, en la naturaleza.

Respecto a la contaminación biológica, entre los mayores problemas de futuro para las masas de agua se encuentran las floraciones de cianobacterias y la generación de cianotoxinas, el origen de estos episodios está en el uso excesivo de fertilizantes. Trabajamos en la

including its quality, treatment and reuse technologies, and economic analysis. Several of our research groups participate in the majority of the projects we carry out, and, in most cases, the generation of knowledge within a project happens at different levels, from basic knowledge to technological development.

Sanitation and wastewater treatment issues pose the most significant impact on public health. The basis of these treatments is biological—activated sludge. The development of this technology began a little over a century ago, and despite enormous methodological advances, the scientific basis has not changed substantially. At our institute, we have developed a technology using the electrical properties of microorganisms that allows treatment with a much lower energy consumption than conventional systems, as it uses a conductive material instead of oxygen from the air as an electron acceptor. This development is also an excellent example of scaling from a few liters to the current situation of treating hundreds of cubic meters per day. The technology, funded by different programmes, has been regarded by the European Union as one of the ten innovative technologies to ensure water security across Europe and has led to a technology-based company—[Metfilter](#).

One of the actions included in the [European Green Deal](#) is preserving the environment by protecting biodiversity and ecosystems by reducing water, soil, and air pollution through a zero-pollution action plan. The work ahead is challenging since we must detect pollutants in the environment, study their effect on nature and public health and, finally, try to eliminate them or prevent them from being released into the biosphere.

At IMDEA Water, we have been tackling these issues, and we intend to grow and consolidate this line of activity. For example, regarding chemical pollution, we are able to detect and study the evolution of hundreds of substances present in our waters in extraordinarily low concentrations (up to ppt's). Moreover, we aim to beat the forefront of knowledge on analysis, effects, and elimination of micro and nano-plastics in water, and therefore, in nature.

Regarding biological pollution, cyanobacterial blooms and the presence of cyanotoxins caused by the excessive use of fertilizers are among the major future problems for water bodies. We work on the early detection of these blooms and look for ways to eliminate cyanotoxins using nature-based treatments.

Undoubtedly, the main public health problem we will face after the SARS-COV-2 pandemic is the resistance to antibiotics of microorganisms and genes. Wastewater treatment plants, and water bodies in general, are places where gene transfer occurs between microorganisms so that antibiotic-resistant can be

¹ Empresa de base tecnológica o spin-off

detección temprana de esas floraciones y buscamos la manera de eliminar cianotoxinas utilizando tratamientos basados en la naturaleza.

Sin duda, el mayor problema de salud pública al que nos enfrentaremos cuando se haya dominado la pandemia de SARS-COV-2 es la resistencia a antibióticos de microorganismos y genes. Las estaciones depuradoras de aguas residuales en especial y las masas de agua en general son lugares donde se produce transferencia de genes entre microorganismos de manera que uno resistente a antibióticos puede ser transferido de un microorganismo a uno patógeno con el peligro para la salud humana y ambiental.

Además, queda mucho por investigar sobre la naturaleza y comportamiento del viroma de diferentes tipos de aguas (potables, residuales, embalsadas, marinas..), otra de las actividades que estamos potenciando.

Toda la generación de conocimiento en IMDEA Agua se enmarca dentro de un concepto definido por la OMS, "Una Sola Salud", "One Health", pues cada vez esta más claro que la salud humana y animal son interdependientes y a su vez ambas dependen del medio ambiente.

Algunos estudios indican que más de la mitad el PIB mundial (unos 40B€) dependen de la naturaleza. También se trata de determinar el coste vinculado a la degradación de la naturaleza y pérdida de biodiversidad, aunque la horquilla en la que se mueven los cálculos es muy grande, podría ser superior a los 10B€. El trabajo que lleva a cabo el instituto va encaminado a hacer aportaciones que clarifiquen la dimensión económica de la gestión de los recursos hídricos, desarrollo de instrumentos para la gestión sostenible, gobernanza del agua y seguridad hídrica.

Ya en los años 60 del pasado siglo, cuando la población mundial era la mitad de la actual y el consumo de agua, la tercera parte, el asesinado presidente de Estados Unidos, J.F. Kennedy, afirmó: "Quien fuere capaz de resolver los problemas del agua, será merecedor de dos premios Nobel, uno por la paz y otro por la ciencia". Los investigadores de IMDEA Agua estamos muy lejos de alcanzar un Nobel pero la frase del presidente expresa claramente que la resolución de problemas científico-tecnológicos en el sector del agua tienen siempre una gran repercusión social, algo que debemos tener muy en cuenta.

transferred from a microorganism to a pathogen, jeopardizing human and environmental health.

In addition, much remains to be investigated on the nature and behaviour of the virome of different types of water (drinking, waste, dammed, marine, etc.), activities that we are also promoting.

All the generation of knowledge at IMDEA Water is framed within the "One Health" concept defined by the WHO since it is increasingly evident that human and animal health are interdependent, and both depend on the environment.

Some studies indicate that more than half of the world's GDP (about €40T) depends on nature. It is also about determining the cost of nature degradation and loss of biodiversity. Although the calculation range is vast, it could be higher than €10T. The work carried out by the institute aims to contribute to clarifying the economic dimension of water resources management, the development of instruments for sustainable management, water governance, and water security.

Already in the 60s of the last century, when the world population was half of the current and water consumption, a third, John F. Kennedy, the assassinated president of the USA, stated, "Anyone who can solve the problems of water will be worthy of two Nobel Prizes—one for peace and one for science." IMDEA Water researchers are very far from achieving a Nobel prize, but the president's words clearly express that the solution of scientific-technological problems in the water sector has a huge social impact, something that we must not forget.





Micro y Nanoplásticos en el medio ambiente: Investigación integral y multidisciplinar en el Instituto IMDEA Agua

Micro and Nanoplastics in the environment: Comprehensive and multidisciplinary research at IMDEA Water Institute

La presencia de Micro y Nanoplásticos (MNPs) está altamente extendida, encontrándose en el aire, el suelo, los sedimentos, el agua dulce, los mares, los océanos, las plantas y los animales

Autores.- Raffaella Meffe (investigadora IMDEA Agua), María de las Virtudes Martínez Hernández (investigadora IMDEA Agua), Ana de Santiago Martín (investigadora IMDEA Agua), Serena Molina Martínez (investigadora IMDEA Agua), Junkal Landaburu Aguirre (investigadora IMDEA Agua), María Isabel López Heras (Técnica Doctora de laboratorio IMDEA Agua), Laura Cherta Cucala (Técnica Doctora de laboratorio IMDEA Agua), Leonor Nozal Martínez (responsable de laboratorios IMDEA Agua) y Andreu Rico Artero (investigador vinculado IMDEA Agua).

Los plásticos desempeñan un papel esencial en la sociedad actual, ya que sus propiedades, como la durabilidad, la ligereza y la moldeabilidad, los hacen adecuados para una amplia gama de aplicaciones. Por ello, no es sorprendente que su consumo y producción haya aumentado exponencialmente desde la década de los 50. Los datos sobre la producción mundial indican que se han generado alrededor de 368 millones de toneladas de plásticos en 2019 y aproximadamente dos tercios de todo el plástico producido se ha liberado al medio ambiente (Pinto Da Costa et al, 2020; PlasticEurope, 2020). Una de las principales preocupaciones es que los plásticos son ligeros y altamente persistentes y, por lo tanto, pueden propagarse fácilmente y permanecer en el medio ambiente durante muchos años. Una vez allí, la mayoría de los macroplásticos (>5 mm) sufren una alteración mecánica y química transformándose en fragmentos más pequeños, llamados microplásticos (MP, 5 mm - 1 µm) o nanoplásticos (NP, <1 µm). Los micronanoplásticos (MNPs) también se producen intencionadamente formando parte de productos de cuidado personal, detergentes, suavizantes, fertilizantes, pinturas, recubrimientos y muchas otras aplicaciones.

La exposición ambiental a los MNPs ha generado una preocupación creciente debido a los posibles efectos en organismos inferiores, que pueden ingerir las diminutas partículas y que como consecuencia, experimentan una reducción en su crecimiento, capacidad de reproducción y supervivencia. Los reducidos tamaños también promueven su transporte a largas distancias, ya que pueden moverse a través de

The occurrence of Micro and Nanoplastics (MNPs) is ubiquitous, they have been found across air, soil, sediments, freshwater, seas, oceans, plants and animals

Authors.- Raffaella Meffe (IMDEA Water researcher), María de las Virtudes Martínez Hernández (IMDEA Water researcher), Ana de Santiago Martín (IMDEA Water researcher), Serena Molina Martínez (IMDEA Water researcher), Junkal Landaburu Aguirre (IMDEA Water researcher), María Isabel López Heras (IMDEA Water laboratory doctor technician), Laura Cherta Cucala (IMDEA Water laboratory doctor technician), Leonor Nozal Martínez (IMDEA Water head of laboratories) y Andreu Rico Artero (IMDEA Water-linked researcher).

Plastics play an essential role in today's society as their properties such as durability, lightness and mouldability make them suitable for a broad range of applications. Not surprisingly, their consumption and production has increased exponentially since the 1950s. Data about worldwide production indicate that about 368 million tons of plastics have been produced in 2019 and approximately two-thirds of all plastic ever produced has been released into the environment (Pinto Da Costa et al., 2020; PlasticsEurope, 2020). One of the major concerns is that plastics are light weighted and highly persistent and therefore they can easily spread and remain in the environment for many years. Once there, most macroplastics (>5 mm) break down through mechanical and chemical fragmentation into smaller pieces, named microplastics (MPs, 5 mm - 1 µm) or nanoplastics (NPs, <1 µm). Micronanoplastics (MNPs) can also be intentionally produced for their use in personal care products, detergents, softeners, fertilizers, paints, coatings, and many other applications.

The environmental exposure to MNPs has raised concern about their potential effects on small organisms that can ingest the small-sized particles experiencing a reduction on their growth, reproduction capacity and survival. The reduced sizes also promote their transport over long distances since they can

la atmósfera y atravesar barreras físicas como los suelos llegando, así, a las aguas subterráneas. En consecuencia, la presencia de MNPs está altamente extendida, encontrándose en el aire, el suelo, los sedimentos, el agua dulce, los mares, los océanos, las plantas y los animales. Además, los plásticos comerciales contienen muchos aditivos como estabilizadores, retardantes de llama, plastificantes, etc. que se utilizan para mejorar las propiedades y la durabilidad de los polímeros. Estos no están unidos químicamente a la matriz polimérica y, por lo tanto, pueden migrar de la superficie de las partículas de plástico y lixiviarse al medio ambiente contribuyendo a su contaminación.

La presencia de MNPs puede tener impactos negativos en el medio ambiente y, por ello, en los últimos años se han desarrollado estudios que abordan varios aspectos como las fuentes, las emisiones, la presencia, el destino ambiental y los efectos. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) han sido identificadas como una de las principales fuentes de MPs en agua dulce. En términos generales, los trabajos publicados indican que los tratamientos primarios y secundarios de aguas residuales eliminan la mayoría de los MPs. Sin embargo, estos datos alentadores proceden de investigaciones que se han limitado a la cuantificación de MPs de tamaño relativamente grande, dejando a los MPs de pequeño tamaño y NPs fuera del espectro de tamaño estudiado. Es por eso que, el desafío relacionado con la investigación de MNPs en el medio ambiente está condicionado principalmente por la capacidad de estudiar las fracciones de menor tamaño (< 50 μm) en matrices ambientales complejas (por ejemplo, aguas residuales, suelos, sedimentos, biota, etc.). Hasta la fecha, todavía existen importantes lagunas de conocimiento que deben solventarse:

1. Falta de métodos estandarizados y armonizados de muestreo, extracción y análisis que dificulta la comparabilidad de los resultados entre los estudios realizados.
2. Escasez de información sobre la eliminación de MPs de pequeño tamaño y NPs durante el tratamiento de aguas residuales.
3. Datos limitados sobre la presencia, el destino, los efectos y los riesgos asociados a los MPs de pequeño tamaño y NPs.
4. Falta de materiales de referencia (estándares) de MNPs que se asemejen a las características de los encontrados en el medio ambiente y que ayuden a simular y a comprender de manera más realista el destino y el impacto ambiental de los MNPs.

El Instituto [IMDEA Agua](#) promueve la investigación e innovación multidisciplinar en materia de agua y crea un modelo eficiente para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en estrecha colaboración con el sector productivo. Este enfoque permite abordar las brechas de investigación y los problemas de los plásticos desde múltiples perspectivas.

IMDEA Agua está implementando un método sistémico, donde la eliminación eficiente de MNPs de las aguas residuales urbanas mediante tratamientos híbridos de membranas se combina con el desarrollo de sistemas portátiles de muestreo basado en membranas y

be transported in the atmosphere and pass-through physical barriers such as soils reaching groundwater. Consequently, the occurrence of MNPs is ubiquitous, they have been found across air, soil, sediments, freshwater, seas, oceans, plants and animals. Additionally, commercial plastics contain many additives such as stabilizers, flame retardants, plasticizers, etc. that are used for enhancing polymer properties and durability. They are not bound to the polymer matrix and therefore they can migrate to the plastic particle surface and leach to the environment contributing to its contamination.

Due to the evidence that the occurrence of MNPs may have negative impacts on the environment, in recent years research has been developed to approach several aspects such as sources, emissions, occurrence, environmental fate and effects. Wastewater treatment plants (WWTPs) have been identified as one of the main dominant sources of MPs in freshwater. In general terms, published studies indicate that primary and secondary wastewater treatments remove most MPs. However, such encouraging data proceed from researches that have been limited to the quantification of relatively big size MPs, leaving small size MPs and NPs out of the studied size spectrum. Indeed, the challenge related to MNP research in the environment is mainly conditioned by the capability of studying the smaller size fractions (< 50 μm) in environmental matrices with a well-known complexity (e.g. wastewater, soils, sediments, biota, etc.). Up to date, there are still important knowledge gaps that have to be filled:

1. Lack of a harmonized and standardized sampling, extraction and analytical methods that hinders comparability of results among studies.
2. Paucity of information about removal of small-sized MPs and NPs during wastewater treatment.
3. Limited data about occurrence, fate, effects and risks associated to small-sized MPs and NPs
4. Lack of environmental relevant MNP reference materials (standards) that help to simulate and understand more realistically the fate and environmental impact of MNPs.

The IMDEA Water Institute promotes multidisciplinary research and innovation in water issues and creates an efficient model for the development of science and technology in close collaboration with the productive sector. This approach allows to tackle the research gaps and plastic problems from multiple perspectives.

IMDEA Water is implementing a systemic method, where the efficient removal of MNPs from urban wastewaters using hybrid membrane systems is coupled with the development of portable membrane based-sampling system and sensitive analytical methods. In addition, IMDEA Water is working on identifying, characterizing and quantifying the presence of MNPs

métodos analíticos sensibles. Además, el Instituto trabaja en la identificación, caracterización y cuantificación de la presencia de MNPs en suelos agrícolas como consecuencia de su introducción a través de diferentes prácticas agrícolas como la aplicación de lodos, el riego con aguas regeneradas o el uso de plásticos en el sector. Esta investigación se complementa con la evaluación de cómo las características de los MNPs y las propiedades del suelo afectan a su movilidad y su posible transferencia a otros compartimentos ambientales como el agua subterránea. Otra de las líneas de investigación que se está llevando a cabo en IMDEA Agua se centra en estudiar los efectos de los MNPs en organismos acuáticos y terrestres en escenarios ambientalmente relevantes. Para ello, se desarrollan experimentos de absorción y toxicidad priorizando el uso de estándares de MNPs alterados, mecánicamente y químicamente, que simulan las características de los MNPs encontrados en el medio ambiente en ensayos de laboratorio.

Las líneas de investigación mencionadas vienen reforzadas y complementadas con el desarrollo de métodos sensibles de cuantificación y caracterización basados en técnicas como: pirólisis acoplada a cromatografía de gases/espectrometría de masas (Py-GC/MS), fraccionamiento de flujo de campo (FFF), microscopía infrarroja (μ FTIR) y Raman. La inmersión en el mundo de los MNPs supone retos analíticos dada la naturaleza química de estos compuestos y la dificultad técnica de trabajar con partículas de un tamaño prácticamente

in agricultural soils as a result of their introduction through different agricultural practices such as the application of sludge, irrigation with reclaimed water or the use of plastics in the sector. This research is complemented by elucidating how MNP characteristics and soil properties affect their mobility and their potential transfer to other environmental compartments such as groundwater. The effects of MNPs on aquatic and terrestrial organisms under environmentally relevant scenarios is also another research line being carried out at IMDEA Water. Uptake and toxicity experiments are developed prioritizing the use of weathered MNP standards in laboratory essays simulating the MNP characteristics found in the environment.

The above-mentioned research lines are complemented and supported by the development of sensitive quantification and characterization methods such as Pyrolysis coupled to Gas chromatography/Mass spectrometry (Py-GC/MS), Flow Field Fractionation (FFF), infrared microscopy (μ FTIR) and Raman. The identification and quantification of MNPs is linked to analytical challenges given the chemical nature of these compounds and the technical difficulty of dealing with particles of a size practically invisible to the human eye. IMDEA Water Institute already has a wide experience in the analysis of micropollutants in environmental matrices thanks to high-tech laboratory



invisible al ojo humano. El Instituto IMDEA Agua ya cuenta con amplia experiencia en el análisis de microcontaminantes en matrices ambientales, pues dispone de un laboratorio dotado de equipos de alta tecnología que permiten determinar residuos de pesticidas, fármacos y otras sustancias tóxicas a niveles de concentración muy bajos. En consonancia con la experiencia adquirida, el Instituto está trabajando actualmente en la creación de una unidad especializada para la detección, cuantificación y caracterización de MNPs. El desarrollo de metodologías para el análisis de MNPs se llevará a cabo utilizando instrumentación de vanguardia combinando diferentes estrategias analíticas. La unidad analítica especializada en MNPs permitirá profundizar en el estudio de estos contaminantes y su presencia en diferentes matrices ambientales como el agua, el suelo y la biota.

equipment that allows determining pesticides, pharmaceutical compounds and other toxic substances at very low concentration levels. In line with the acquired expertise, the Institute is actually working on the creation of a specialized unit for the detection, quantification and characterization of MNPs. The development of methodologies for MNP analysis will be carried out using cutting edge instrumentation combining different analytical strategies. The analytical unit specialized in MNPs will allow to get a better inside on the study of these pollutants and their presence in different environmental matrices such as water, soil and biota.



La microbiología en el Instituto IMDEA Agua Microbiology at the IMDEA Water Institute

Un grupo de investigadores del instituto se enfrenta al reto de entender el comportamiento de las bacterias en su medio natural, así como de desarrollar aplicaciones ambientales relacionadas con la calidad del agua y su uso

Autores.- Abraham Esteve Núñez (investigador vinculado) y Belén Barroeta García (divulgadora científica en IMDEA Agua).

La necesidad de agua para la vida resulta un dogma aceptado por todos, pero, no menos importante, es el impacto que tiene la vida sobre el agua que la soporta; y si queremos extender la relevancia de ese impacto al mayor número de ecosistemas terrestres, entonces solo podemos estar hablando de microbiología. Los microorganismos nos han demostrado que, tras controlar los ciclos químicos durante millones de años, siguen cuidando del planeta a través de sus acciones, si bien alguna de ellas pueda tener efectos colaterales no deseados por otros seres vivos. En [IMDEA Agua](#), un grupo multidisciplinar de enamorados de la biología y ciencias afines (química, ingeniería, ecología) se enfrentan al reto de entender el comportamiento de las bacterias en su medio natural, así como de desarrollar aplicaciones ambientales relacionadas con la calidad del agua y su uso.

La microbiología patógena

Minoritaria en porcentaje frente a la totalidad de la ecología microbiana de nuestros ecosistemas, pero fundamental en lo que respecta a garantizar la salud humana y animal. En esta área de conocimiento exploramos un tema vital: la resistencia de bacterias a antibióticos. En este contexto, exploramos el efecto que diferentes contaminantes (biocidas y antibióticos), presentes en el medioambiente, tienen en la aparición de bacterias resistentes a antibióticos, así como qué genes son los responsables y la estabilidad de las mutaciones implicadas. Además, se está analizando la transferencia horizontal de esos genes de resistencia a través de elementos genéticos móviles, plásmidos, y su posible papel en la respuesta de baja sensibilidad a diferentes antibióticos. Este tipo de estudios resultan imprescindibles

Researchers from the institute faces the challenge of understanding how bacteria behave in their natural environment, while developing applications to guarantee the water quality

Authors.- Abraham Esteve Núñez (IMDEA Water-linked researcher) y Belén Barroeta García (IMDEA Water science communicator).

The need of water for life is a well-known dogma accepted by everybody; none-the-less the impact that life displays on this essential liquid is important as well. In case we want to understand the extent of such impact on the large number of terrestrial ecosystems then we can just mean microbiology. Microorganisms had the chemical cycles under their control for millions of years, and still now they keep taking care of the planet through their activity; unfortunately, some of them might show collateral damages for the rest of living beings. At [IMDEA Water](#), a multidisciplinary enthusiastic team of biologists, chemists, engineers and ecologists faces the challenge of understanding how bacteria behave in their natural environment, while developing applications to guarantee the water quality.

Microbes and pathogens

Pathogens are just a minor percentage of all those microbes living in our ecosystems, but we should take care of them in order to guarantee human and animal health. In this area, we are investigating a key topic: bacterial resistance to antibiotic. In this context, we are exploring the role of different environmental pollutants (antibiotic and biocides) for promoting bacterial resistance; we are also identifying what genes are responsible and how stable are mutations involved. Furthermore, horizontal transfer of those resistance genes is being investigated through mobile genetic elements like plasmids, including their role when bacteria show low reaction to antibiotics. Such kind of studies is key to evaluate how those

dibles para evaluar el efecto de estos contaminantes, que ya están presentes en aguas destinadas a riego, sobre la resistencia en poblaciones naturales de los ecosistemas acuáticos.

La microbiología 'amiga'

Entendemos por este término a la responsable de los ciclos naturales que se encargan de eliminar de los ecosistemas acuáticos todos los residuos generados por el resto de los seres vivos (humanos, animales y plantas). Los investigadores de IMDEA Agua exploran un tipo de microorganismos, denominados electroactivos, que tienen la capacidad de intercambiar electrones con materiales conductores de la electricidad. En torno a este concepto exploramos la electroquímica microbiana y desarrollamos nuevas aplicaciones que ya se han convertido en productos tecnológicos en el mercado. En este sentido, podemos destacar la invención de la tecnología METland®, una variante del humedal tradicional de tratamiento, capaz de eliminar los contaminantes orgánicos del agua residual urbana, incluyendo el 90 % de los emergentes (antibióticos, hormonas, productos de higiene personal, entre otros). La tecnología METland® no solo limpia de forma eficiente las aguas residuales generadas en la sede de IMDEA Agua sino que también se ha instalado en parques naturales —diversos municipios y un camping en un área protegida— e, incluso, en sectores industriales muy contaminantes, garantizando la calidad del agua que retorna a los cauces. La electromicrobiología también puede ayudar a cuestiones hídricas más alejadas, como la falta de agua como recurso y la desalación como alternativa. En este contexto, se han desarrollado experiencias exitosas en el campo de la desalación electroquímica microbiana, en el que la energía necesaria para la eliminación de las sales se obtiene de la corriente eléctrica generada por microorganismos alimentados por otra corriente de agua contaminada.

pollutants already present in some irrigation water affect bacteria regarding antibiotic resistance in aquatic ecosystems.

The 'friendly' microbiology

Let's understand as friendly to those microorganisms involved in natural cycles capable of removing from aquatic ecosystems all waste generated by the rest of living beings (humans, animals, plants). Researchers from IMDEA Water explore a type of microorganisms, so-called electroactive, able to interchange electrons with an electrically conductive material. In this context, they investigate microbial electrochemistry to develop new applications that eventually became technological products in the water field. It is remarkable the invention of METland® technology, a variation of classical treatment wetland, with enhanced properties for removing organic pollutants from urban wastewater, including 90 % of those classified as emergent pollutants (antibiotics, hormones, primary care products). METland® is not just cleaning all wastewater produced at IMDEA Agua facilities, but it has also been implemented at Natural Parks —municipalities and camping sites— or even in industrial sites to guarantee the water quality discharged into protected areas.

Electromicrobiology may also solve other hydric issues like water scarcity and need of desalination. In this sense, a number of successful actions in the field of microbial electrochemical desalination have revealed that energy necessary for removing salt can be provided through the electrical current generated by electroactive bacteria fed by an alternative stream of polluted water.



Interrogando a la microbiología en su propio hábitat

En otras ocasiones, el interés viene dado por utilizar los microorganismos como indicadores de la calidad del ecosistema acuático donde vive. Este es el caso de las cianobacterias, microorganismos presentes de forma natural en ríos, lagos y embalses. El incremento de las temperaturas en la época estival y el aporte excesivo de nutrientes derivados del desarrollo urbano, agrícola e industrial provocan que se multipliquen de forma explosiva, ocasionando lo que se conoce como afloramientos de algas nocivas. Las cianobacterias causan numerosos efectos adversos sobre la calidad del agua, afectando a su transparencia, olor y sabor, y produciendo una gran variedad de toxinas, muy venenosas para animales y humanos. La investigación desarrollada en IMDEA Agua consiste en la implementación de un sistema autónomo que permite monitorizar la calidad del agua en tiempo real a partir de la medida de parámetros clave, como la clorofila de dichas bacterias y la temperatura. La experiencia se ha probado con éxito en el embalse de As Conchas, en Galicia, y en la laguna de La Albufera de Valencia, para predecir la aparición de afloramientos a lo largo de las masas de agua, mediante la recogida masiva de datos y el desarrollo de modelos matemáticos basados en la inteligencia artificial.

Otra forma innovadora de obtener información sobre la calidad del agua es monitorizar la corriente eléctrica generada por los microorganismos electroactivos en su hábitat natural, dado que esta es proporcional a la cantidad de contaminantes biodegradables. Ya existen dispositivos capaces de medir de forma remota e informar a nuestros teléfonos inteligentes en tiempo real.

A las líneas anteriores de trabajo se une un nuevo reto, demandado por la situación actual y financiado por la Comunidad de Madrid: el estudio de metodologías de detección molecular y eliminación del riesgo biológico asociado a SARS-CoV-2, o a nuevas amenazas microbiológicas asociadas a las masas de agua superficiales, subterráneas o residuales.

Interrogating microbes in their own habitat

Another approach consists of using microorganisms as bioreporters of water quality of their aquatic ecosystem. This is the case for cyanobacteria, microorganisms naturally present in rivers, lakes and reservoirs. Temperature increase during summer season, in combination with nutrient discharge from urban, farming or industrial origin, eventually trigger a massive growth so-called bloom. Cyanobacteria can have a negative impact in water quality regarding transparency, odour, taste and even producing a number of toxins for animals and humans. Research at IMDEA water consists of implementing an autonomous system to monitor water quality in real time through two key parameters (bacterial chlorophyll and temperature). A successful demonstration has been validated already at water reservoirs (As Conchas, in Galicia, and L'Albufera, in Valencia). Such experiences have revealed that bloom events can be predicted after big data analysis by Artificial Intelligent (AI) tools.

An alternative way of harvesting info from water quality consist of monitoring the electrical current from electroactive microorganisms in their natural ecosystem. Thus, such current can be correlated to the amount of biodegradable chemicals in water. Devices capable of monitoring remotely such current, while transmitting in real time to our smart phones are already available.

On top of previous research lines, we are currently facing a new challenge, extremely demanded by current health situation and funded by Madrid Regional Government: to develop molecular methodologies to control biological risk associated to SARS-CoV-2 or associated with alternative microbial threats present in surface water, groundwater and wastewater.

El análisis económico de la seguridad hídrica a largo plazo en el contexto de la adaptación al cambio climático

The economic analysis of long-term water security in a context of climate change adaptation

El análisis económico, a través de diferentes metodológicas y marcos de evaluación, permite analizar, por un lado, las causas de las pautas insostenibles en la gestión de recursos hídricos y servicios de agua; por otro, las consecuencias de esas pautas

Autor.- Gonzalo Delacámara, Instituto IMDEA Agua.

Con frecuencia, vivimos la ficción de creer que la política de agua tiene como objetivos (exclusivos) la gestión de sequías, de la escasez a largo plazo y del riesgo de sequías; de inundaciones y del riesgo de inundación; la mejora de la calidad del agua; o la conservación de la diversidad biológica y otros servicios ecosistémicos, cuya pérdida es más rápida en ecosistemas acuáticos que en terrestres. Siendo importantes todos esos objetivos, sin embargo, deben vincularse a objetivos superiores del modelo de desarrollo social y económico.

En relación con la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, uno entre tantos usos de los recursos hídricos, aunque vinculado al cumplimiento de dos derechos humanos reconocidos por la [Asamblea General de las Naciones Unidas](#) en 2010 y 2015, los desafíos en una parte no menor del mundo tienen que ver con garantizar la cobertura universal: 3 de cada 10 personas en todo el mundo no pudieron lavarse las manos con agua y jabón en casa durante la pandemia de COVID-19; aproximadamente 1 de cada 4 personas carecía de agua potable gestionada de forma segura en sus hogares y casi la mitad de la población mundial carecía de un saneamiento gestionado de forma segura. Al tiempo, es imprescindible avanzar de modo generalizado en el tratamiento avanzado de aguas residuales o profundizar en la gestión de datos (y no sólo de infraestructuras o servicios), a través de nuevas tecnologías: computación en la nube, gestión de grandes datos, inteligencia artificial, tecnologías de cadenas de bloques, internet de las cosas, computación cuántica, etc.

El análisis económico, a través de diferentes metodológicas y marcos de evaluación, permite analizar, por un lado, las causas de las pautas insostenibles en la gestión de recursos hídricos y servicios de agua;

Economic analysis, through different methodologies and assessment frameworks, makes it possible to analyze, on the one hand, the causes of unsustainable patterns in water resources management and water services delivery; on the other, the consequences of those patterns

Author.- Gonzalo Delacámara, IMDEA Water Institute.

We often live the fiction of believing that water policy has as (exclusive) objectives the management of droughts, long-term scarcity, and drought risk; of floods and flood risk; water quality improvement; or the conservation of biological diversity and other ecosystem services, whose rate of loss is higher in aquatic ecosystems than in terrestrial ones. All these objectives, albeit important, should be linked to higher-ranked objectives in the social and economic development model.

As per the provision of drinking water and sanitation services, one among many uses of water resources, although linked to the fulfillment of two human rights recognized by the [United Nations General Assembly](#) in 2010 and 2015, challenges in a significant part of the world have to do with ensuring universal coverage: 3 in 10 people worldwide were unable to wash their hands with soap and water at home during the COVID-19 pandemic; approximately 1 in 4 people lacked safely managed drinking water at home and almost half of the world's population lacked safely managed sanitation. At the same time, it is essential to advance overall in the advanced treatment of wastewater effluents or to deepen in the management of data (and not only of infrastructures or services), through new technologies: cloud computing, big data management, artificial intelligence, blockchain technologies, internet of things, quantum computing, etc.

Economic analysis, through different methodologies and assessment frameworks, makes it possible to analyze, on

por otro, las consecuencias de esas pautas. Al hacerlo, permite identificar oportunidades para el uso de instrumentos económicos que contribuyan a la gestión sostenible del agua.

El contexto económico y social, inequívocamente desafiante como resultado de la pandemia de COVID-19 y las medidas necesarias para su control, se suma a otros grandes desafíos globales (la emergencia climática, las tensiones geopolíticas, la ralentización del crecimiento económico incluso antes de la pandemia, el endeudamiento creciente de muchas economías, la desigualdad social...), también ofrece oportunidades muy especiales, sobre todo vinculadas no sólo al estímulo fiscal inédito para la recuperación, la transformación y el aumento de la resiliencia (tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos o en algunas economías asiáticas, especialmente), sino al contenido de ese esfuerzo de reconstruir mejor. El llamado [Pacto Verde Europeo](#) se ha consolidado como la espina dorsal del proyecto de construcción europea. [IMDEA Agua](#) tiene un protagonismo claro en el mismo, a través de un Contrato Marco con la Dirección General de Medioambiente de la Comisión Europea (*Water for the Green Deal*), vigente entre 2021 y 2024.

Este esfuerzo se suma a la labor de asistencia de la Comisión Europea en los últimos 13 años para la evaluación, revisión y desarrollo de la política de agua de la Unión. Actualmente, se trabaja en la evaluación de la Directiva de Lodos de Depuradora (86/278/CEE) y la Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (91/271/EEC), tras haber realizado en los últimos años, por ejemplo, la evaluación de todos los planes de cuenca de los 28 Estados Miembros de la UE (antes del Brexit) como parte del proceso de Fitness Check de la Directiva Marco del Agua (2000/60/EC) o la financiación estratégica tanto de los programas de medidas para el cumplimiento con la Directiva Marco como con la Directiva de Inundaciones (2007/60/CE).

Una de las líneas más importantes de IMDEA Agua en este contexto

the one hand, the causes of unsustainable patterns in water resources management and water services delivery; on the other, the consequences of those patterns. In doing so, it allows identifying opportunities for the use of economic policy instruments that contribute to sustainable water management.

The economic and social context, unequivocally challenging as a result of the COVID-19 pandemic and the measures to control it, compounds other major global challenges (the climate emergency, geopolitical tensions, the slowdown in economic growth even before the pandemic, the growing debt of many economies, social inequality ...). It also offers very special opportunities, especially linked not only to the unprecedented fiscal stimulus for recovery, transformation, and increased resilience (both in the European Union and in the United States or in some Asian economies, mainly), but also to the content of that effort to build back better. The so-called [European Green Deal](#) has established itself as the backbone of the European construction project. [IMDEA Water](#) has a clear role in it, through a Framework Contract to the General Directorate of the Environment of the European Commission (*Water for the Green Deal*), in force between 2021 and 2024.

This effort adds to the assistance work of the European Commission in the last 13 years for the evaluation, review, and development of the Union's water policy. Currently, work is being done on the evaluation of the Sewage Sludge Directive (86/278/EEC) and the Urban Wastewater Treatment Directive (91/271/EEC), after having carried out in recent years, for example, the evaluation of all the river basin plans of the 28 EU Member States (before Brexit) as part of the Fitness Check process of the Water Framework Directive (2000/60/EC) or the strategic financing of both the programs of measures for compliance with the Framework Directive and the Flood Directive (2007/60/CE).



es el diseño y ejecución de instrumentos económicos para la gestión del agua (precios, mercados, sistemas de gestión de riesgo, enfoques basados en la cooperación entre actores), con aplicaciones concretas no sólo en los proyectos anteriores sino en análisis de recuperación de costes, en ejercicios de planificación hidrológica (por ejemplo en Bulgaria, para el Banco Mundial), o en avances hacia la gestión de la seguridad hídrica a largo plazo, mediante la modificación de incentivos que permita la diversificación de las fuentes de oferta (reutilización de agua o desalación de agua salobre o de mar, para complementar la escorrentía superficial y las aguas subterráneas) o informe decisiones sobre el potencial aumento de la eficiencia en el uso de agua.

Recientemente, junto a los 95 científicos más importantes del mundo trabajando sobre la diversidad biológica de ecosistemas acuáticos, se ha publicado (Maasri et al., 2021¹) una agenda global para avanzar en la investigación en la biodiversidad acuática¹.

La investigación sobre análisis económico de la gestión del agua se enmarca en las discusiones globales de gobernanza del agua, en las que IMDEA Agua es miembro de la [Iniciativa de Gobernanza del Agua](#) de la [OCDE](#).

One of the most relevant lines of IMDEA Water in this context is the design and implementation of economic policy instruments for water management (prices, markets, risk management systems, approaches based on the cooperation between actors), with concrete applications not only in previous projects but in cost recovery analyses, in hydrological planning exercises (for example in Bulgaria, for the World Bank), or in progress towards long-term water security management, by redesigning incentives that allow for the diversification of water supply sources (reuse of water or desalination of brackish or sea water, to complement surface runoff and groundwater) or inform decisions about the potential increase in water use efficiency.

Recently, together with the 95 most important scientists in the world working on the biological diversity of aquatic ecosystems, a global agenda to advance research in aquatic biodiversity has been published (Maasri et al., 2021¹).

Research on the economic analysis of water management is part of global water governance discussions, in which IMDEA Agua is a member of the [OECD Water Governance Initiative](#).

¹ Maasri, A., Jähnig, S., Adamescu, M., Adrian, R., Baigun, C., Baird, D., ... & Worischka, S. (2021). A Global Agenda for Advancing Freshwater Biodiversity Research. *Ecology Letters*. 2021;00:1–9.

¹ Maasri, A., Jähnig, S., Adamescu, M., Adrian, R., Baigun, C., Baird, D., ... & Worischka, S. (2021). A Global Agenda for Advancing Freshwater Biodiversity Research. *Ecology Letters*. 2021;00:1–9.

Atenuación natural, absorción por las plantas e impacto en la salud humana Natural attenuation, plant uptake and human health impact

El grupo Soil and Water Quality de IMDEA Agua acaba de publicar el artículo *Pharmaceutical and transformation products during unplanned water reuse: insights into natural attenuation, plant uptake, and human health impact under field conditions* en open access en la revista *Environment International* (Meffe et al 2021).

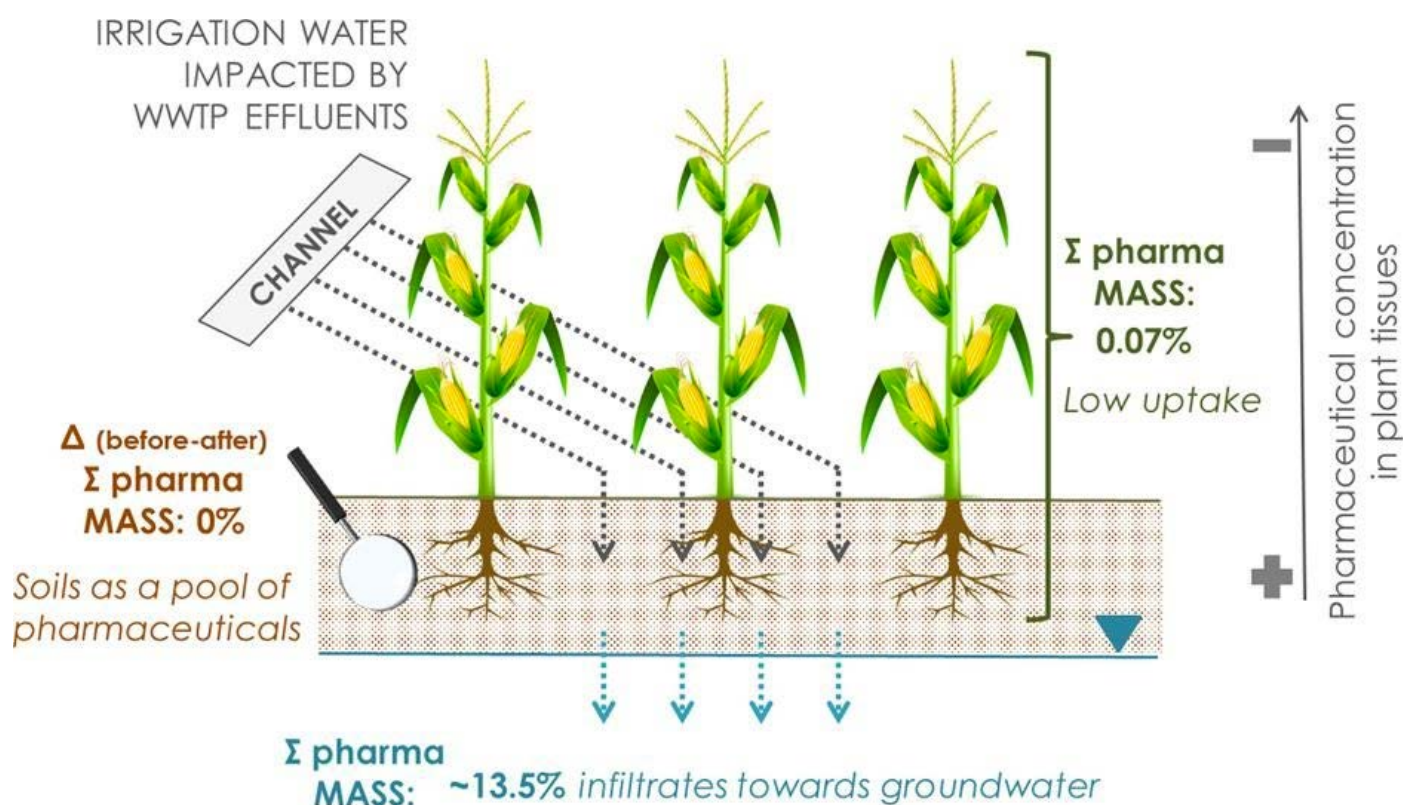


Para más información pulsa aquí

The Soil and Water Quality group at IMDEA Water has just published the article *"Pharmaceutical and transformation products during unplanned water reuse: insights into natural attenuation, plant uptake and human health impact under field conditions"* in the Open Access *Environment International* journal (Meffe et al 2021).



for more information clic here



madrimasd.org

suplemento
notiweb

