

# CONTAMINANTES EMERGENTES:

## EL DESAFÍO INVISIBLE QUE PONE EN JAQUE LA GESTIÓN HÍDRICA

LA GESTIÓN DE LOS CONTAMINANTES EMERGENTES EN EL AGUA SE HA CONVERTIDO EN UNA CUESTIÓN DE ORDEN PRIMARIO, TANTO A NIVEL EUROPEO COMO INTERNACIONAL. ESTE REPORTAJE, CON LAS APORTACIONES DE CUATRO EXPERTOS EN LA MATERIA, EXAMINA CÓMO LAS NUEVAS EXIGENCIAS PARA LA ELIMINACIÓN DE ESTOS COMPUESTOS PODRÍAN RECONFIGURAR LA GESTIÓN DEL AGUA Y MARCAR UN PUNTO DE INFLEXIÓN EN EL CICLO URBANO EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.

**A** pesar de que la presencia de contaminantes emergentes en las aguas residuales, denominados actualmente contaminantes de preocupación emergente (CPE), en el medio acuático no son un fenómeno nuevo, en los últimos años han cobrado una relevancia creciente gracias al avance de las tecnologías analíticas. Las nuevas herramientas de monitoreo han permitido detectar concentraciones extremadamente bajas de sustancias como productos farmacéuticos, microplásticos, productos de cuidado personal o genes de resistencia antimicrobiana, muchos de los cuales antes pasaban desapercibidos. Esto ha supuesto un cambio de paradigma respecto a la percepción del impacto de estos compuestos sobre los ecosistemas acuáticos y la salud humana.

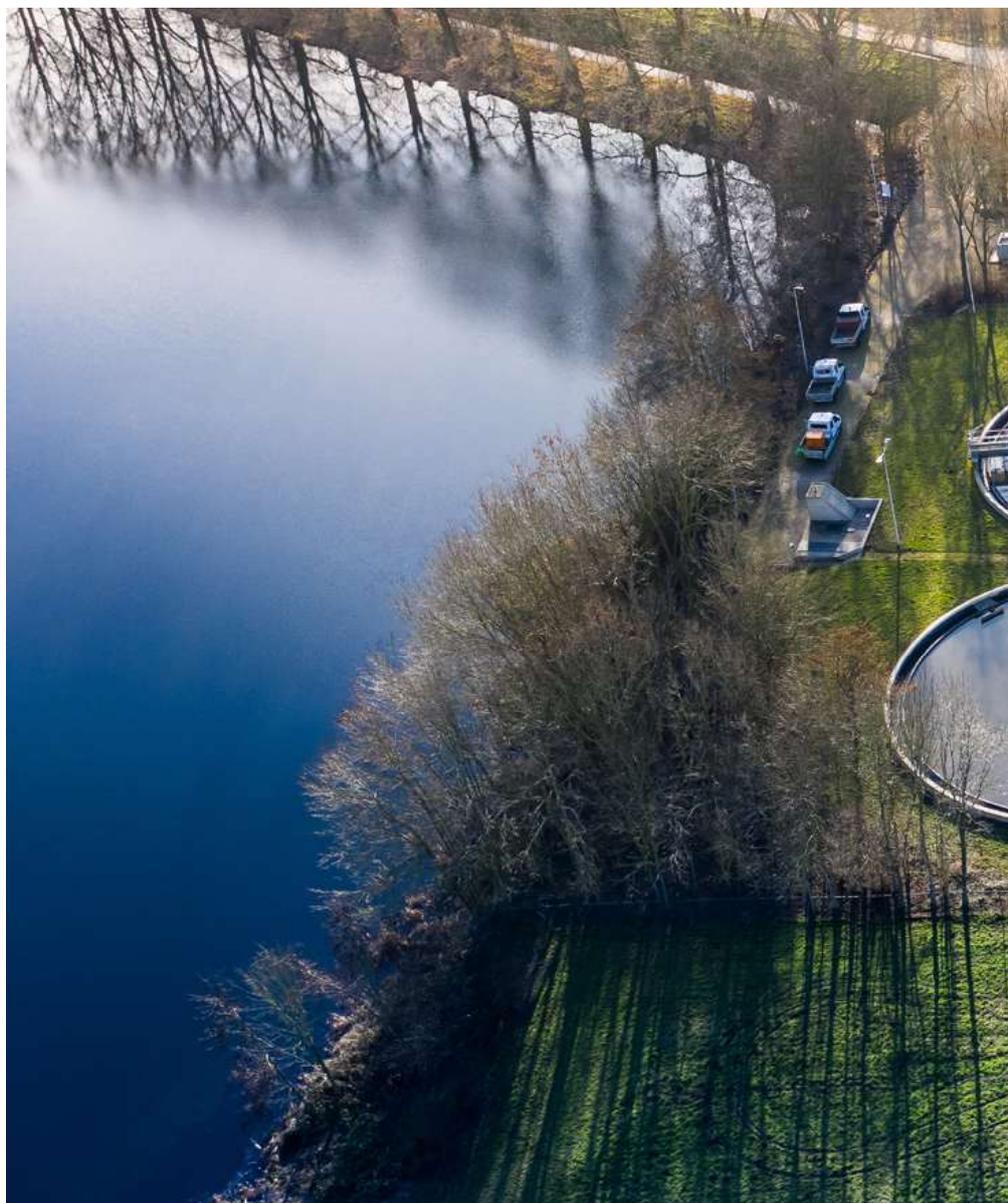
Con el objetivo de analizar la evolución de los CPE, las limitaciones que presentan las infraestructuras actuales para hacerles frente, el papel clave de la investigación y el desarrollo (I+D) en la búsqueda de soluciones, y el impacto que tendrá la nueva Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (TARU), hablamos con cuatro expertos en la materia. Delia Andries, investigadora en el Observatorio del Agua de la Fundación Botín; Rafael Marín Galvin, Jefe de Control de Calidad, Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A (EMACSA) y Director de la Cátedra EMACSA-Universidad de Córdoba; Víctor Matamoros, investigador en el Departamento de Química Ambiental del IDAEA-CSIC y Jorge Rodríguez-Chueca, Profesor en el Departamento de Ingeniería Química Industrial y Ambiental de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), comparten su visión sobre esta compleja problemática.

### UNA PREOCUPACIÓN AMBIENTAL CRECIENTE

Fue a principios del siglo XX cuando comenzaron a observarse los primeros indicios de la presencia de este tipo de contaminantes en el medio ambiente, aunque no fue hasta la década de 1960 cuando surgieron las primeras evidencias científicas sólidas, acompañadas de las correspondientes publicaciones académicas.

En la actualidad, la clasificación de los contaminantes de preocupación emergente (CPE) es amplia y diversa,

pero en términos generales puede agruparse en dos grandes categorías en función de su inclusión, o no, en las dos principales normativas sectoriales vigentes: el Real Decreto de Normas de Calidad Ambiental, y el Reglamento sobre el Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (E-PRTR). Rafael Marín, Jefe de Control de Calidad de EMACSA, explica que ambos marcos legales derivan de directivas europeas y constituyen la base reguladora para el control y seguimiento de estas sustancias en el ámbito comunitario.



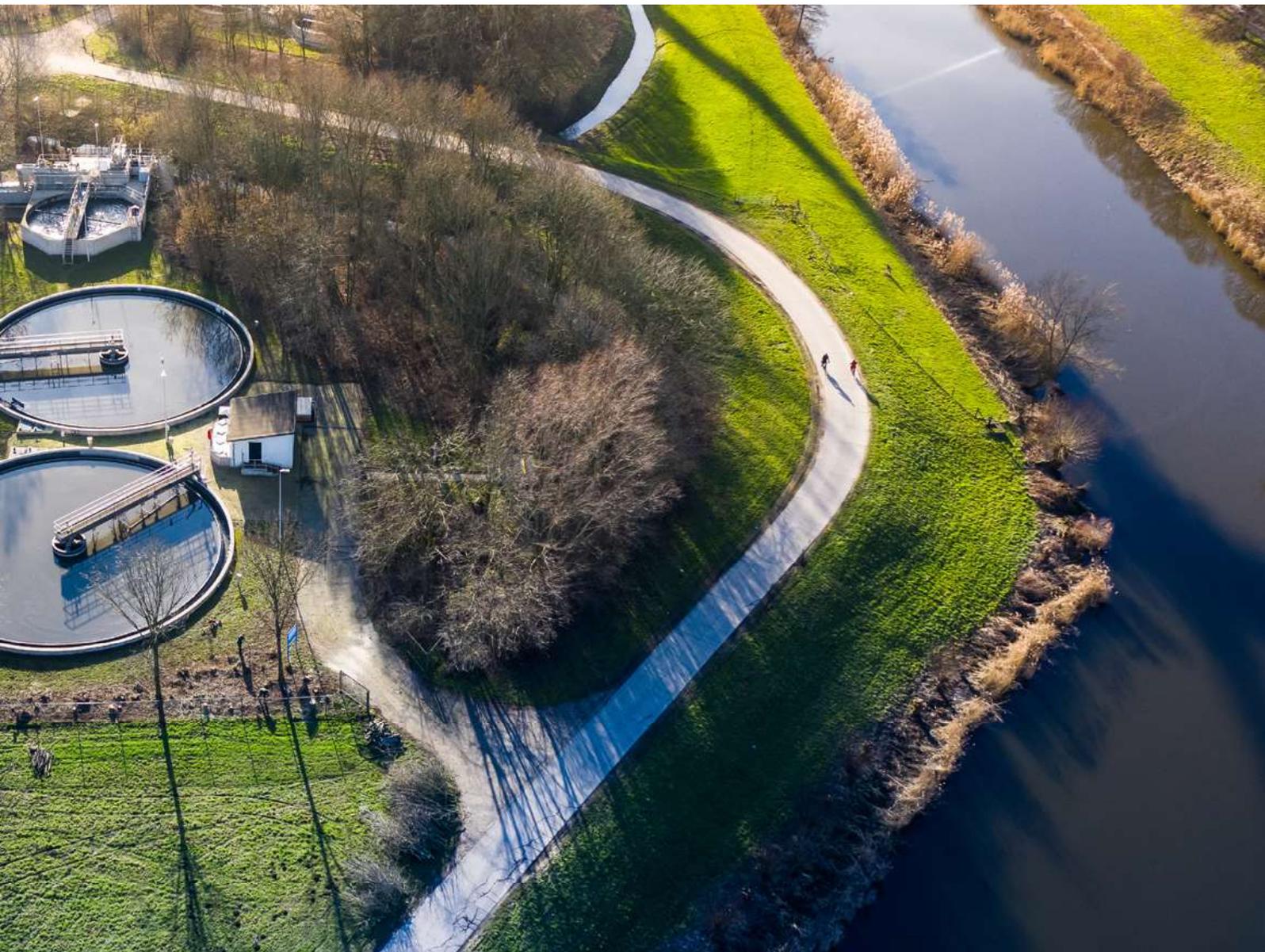
En lo concerniente a los contaminantes regulados, éstos se categorizan en sustancias prioritarias, sustancias prioritarias peligrosas y sustancias preferentes, conforme a lo establecido en la normativa comunitaria y los desarrollos específicos de cada Estado miembro. Marín advierte que, en contraposición, aquellos no incorporados a los marcos regulatorios comprenden una amplia variedad de sustancias emergentes, muchas de ellas con propiedades carcinogénicas, teratogénicas, reprotóxicas y/o con actividad como disruptores endocrinos. “La preocupa-

ción acerca de los CPE en el sector del agua es evidente y muy alta”, subraya el experto, destacando el compromiso creciente de las entidades gestoras por optimizar los procesos de depuración, impulsadas por los principios de sostenibilidad ambiental y seguridad hídrica

### **LOS CPE EN LA AGENDA REGULATORIA DE LA UE**

El creciente interés por los contaminantes emergentes no regulados, motivado por su potencial riesgo para la salud humana y el medio ambiente, ha

impulsado un cambio significativo en el enfoque de las políticas públicas y ha acelerado su inclusión en el debate normativo. En el origen de esta transformación se encuentra el avance de las herramientas de monitoreo y la adopción de modelos de evaluación de riesgos más integrados, que permiten analizar variables como la toxicidad crónica o la exposición prolongada a mezclas de sustancias. Estas mejoras han permitido evidenciar con mayor precisión el impacto real de los CPE sobre los ecosistemas, fortaleciendo el interés científico, político y regulatorio



sobre esta materia a nivel europeo e internacional.

Este contexto ha propiciado que los CPE ocupen ahora un lugar destacado en la agenda ambiental del sector del agua. Iniciativas como el Pacto Verde Europeo, la Estrategia de la UE para una Contaminación Cero y la revisión de las directivas marco del agua reflejan este compromiso. Como resultado, se están estableciendo nuevos estándares y límites, y fomentando la investigación aplicada para el desarrollo de tecnologías de tratamiento más eficaces. Víctor Matamoros, investigador en el IDAEA-CSICS, destaca además la importancia de avanzar hacia soluciones preventivas basadas en economía circular y el uso responsable de productos químicos. “Podríamos decir que la gestión de los contaminantes emergentes ha pasado de ser una cuestión marginal a convertirse en una prioridad estratégica, clave para avanzar hacia una gestión más segura, sostenible y resiliente del ciclo integral del agua”, enfatiza Matamoros.

No obstante, esta evolución normativa no se limita al ámbito europeo. Como argumenta Delia Andries, investigadora en la Fundación Botín, la actual legislación hídrica de la UE está influida tanto por la presión de otros Estados miembros — cuyo abordaje del problema puede estar más avanza-

### **EL AVANCE DE LAS HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y LA INCORPORACIÓN DE MODELOS MÁS INTEGRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LOS CPE HAN PERMITIDO EVIDENCIAR EL IMPACTO DE LOS MISMOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS**

do que en España por diversos motivos— como por referentes internacionales. La preocupación científica por los efectos de estos compuestos sobre la fauna acuática se remonta a varias décadas atrás, y fue reconocida formalmente por la OMS en 2011, a través de sus Directrices para la Calidad del Agua de Consumo. En el contexto europeo, los contaminantes emergentes se integraron por primera vez en la legislación del ciclo urbano del agua con la Directiva de Aguas de Consumo Humano de 2020, lo que ha derivado en su inclusión tanto en la nueva Directiva de Aguas Residuales Urbanas (TARU) como en la propuesta de revisión de la lista de sustancias prioritarias, ambas presentadas en 2024. “La

rápida evolución normativa constata que se trata de una temática de alta prioridad, y el sector la está tratando como tal”, constata Andries.

### **DIAGNÓSTICO DE LAS INFRAESTRUCTURAS EN ESPAÑA**

A pesar de los avances científicos y tecnológicos en el ámbito del tratamiento de aguas, los cuatro expertos coinciden en que las EDAR actuales no albergan la capacidad necesaria para eliminar de manera eficiente muchos contaminantes emergentes. Esto se debe principalmente a que la mayoría de las instalaciones de tratamiento en España fueron diseñadas y construidas en las décadas de los 80 y 90 para cumplir con los parámetros establecidos en esa época, sin prever los desafíos que más tarde plantearían los contaminantes de preocupación emergente.

Dichos contaminantes se caracterizan por estar formados por moléculas orgánicas no biodegradables y presentar una alta estabilidad química, lo que dificulta su eliminación mediante sistemas biológicos convencionales. En respuesta a esta limitación, en los últimos años se han desarrollado tecnologías avanzadas de tratamiento, como la ozonización, el uso de carbo-



**La gestión de los CPE ha pasado de ser una cuestión marginal a convertirse en una prioridad estratégica, clave para avanzar hacia una gestión más segura, sostenible y resiliente del ciclo integral del agua.**

**Víctor Matamoros**, investigador en el IDAEA-CSIC.



**El sector español requerirá a medio plazo inversiones de varios miles de millones de euros. Incluso la propia directiva TARU, consciente del problema a escala europea, ya establece mecanismos como la RAP.**

**Rafael Marín Galvín**, jefe de Control de Calidad en EMACSA.

nes activos o los procesos de oxidación avanzada, que han demostrado una mayor eficacia en la eliminación de estos compuestos. Sin embargo, desde el ámbito científico advierten que estas soluciones conllevan aún elevados costes económicos y energéticos, y no están exentas de riesgos asociados, como la generación de subproductos tóxicos si los procesos no se controlan adecuadamente.

En consonancia con lo anterior, Jorge Rodríguez-Chueca advierte de la complejidad asociada a estas intervenciones y pone el acento en la diversidad química de los contaminantes emergentes: “debemos ser conscientes de que hablamos de un número indeterminado de sustancias, con comportamientos químicos muy diversos. El tratamiento eficaz para una determinada familia de contaminantes emergentes puede no serlo para otra, a lo que se suma la posible generación de subproductos intermedios incluso más tóxicos que las sustancias originales que se pretende eliminar”.

Ante este escenario, los expertos coinciden en la necesidad de avanzar hacia un enfoque más integrado, que combine la innovación tecnológica con una monitorización más precisa y la adopción de medidas preventivas en origen para reducir la presencia de es-

tos contaminantes en el ciclo del agua desde su fase más temprana.

Este enfoque integral, sin embargo, no puede desligarse de un aspecto clave: la viabilidad económica de su implementación. La complejidad técnica de los tratamientos avanzados y los altos costes operativos asociados ponen de manifiesto la necesidad de contar con mecanismos financieros sólidos y sostenibles. En representación de EMACSA, como entidad gestora del agua, Rafael Marín advierte que de todo lo anterior se deriva una consecuencia inmediata: la urgencia de financiación. El experto señala que, si es necesario modificar las EDAR a gran escala o construir nuevas infraestructuras más versátiles, el sector del agua en España requerirá inversiones de varios cientos de millones de euros a medio plazo.

**DESDE EL ÁMBITO  
INVESTIGADOR SE ABOGA POR  
AVANZAR HACIA UN ENFOQUE  
MÁS INTEGRADO QUE COMBINE  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA,  
MEJORA EN LA MONITORIZACIÓN  
Y MEDIDAS PREVENTIVAS  
EN ORIGEN**

En esta línea, la nueva Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas (TARU), consciente de la dimensión del problema a escala europea, contempla la aplicación del principio de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) como vía para cubrir los costes adicionales derivados de la eliminación creciente de contaminantes en las aguas residuales urbanas. Un ejemplo concreto es el sector farmacéutico, cuya RAP se prevé que cubra hasta el 80 % de los costes adicionales asumidos por los operadores de tratamiento. Ante esta perspectiva, Marín lanza una reflexión crítica: “tenemos tecnología para realizar tratamientos cuaternarios a la escala exigida, pero ¿tenemos liquidez económica? Probablemente y en la situación actual, no”.

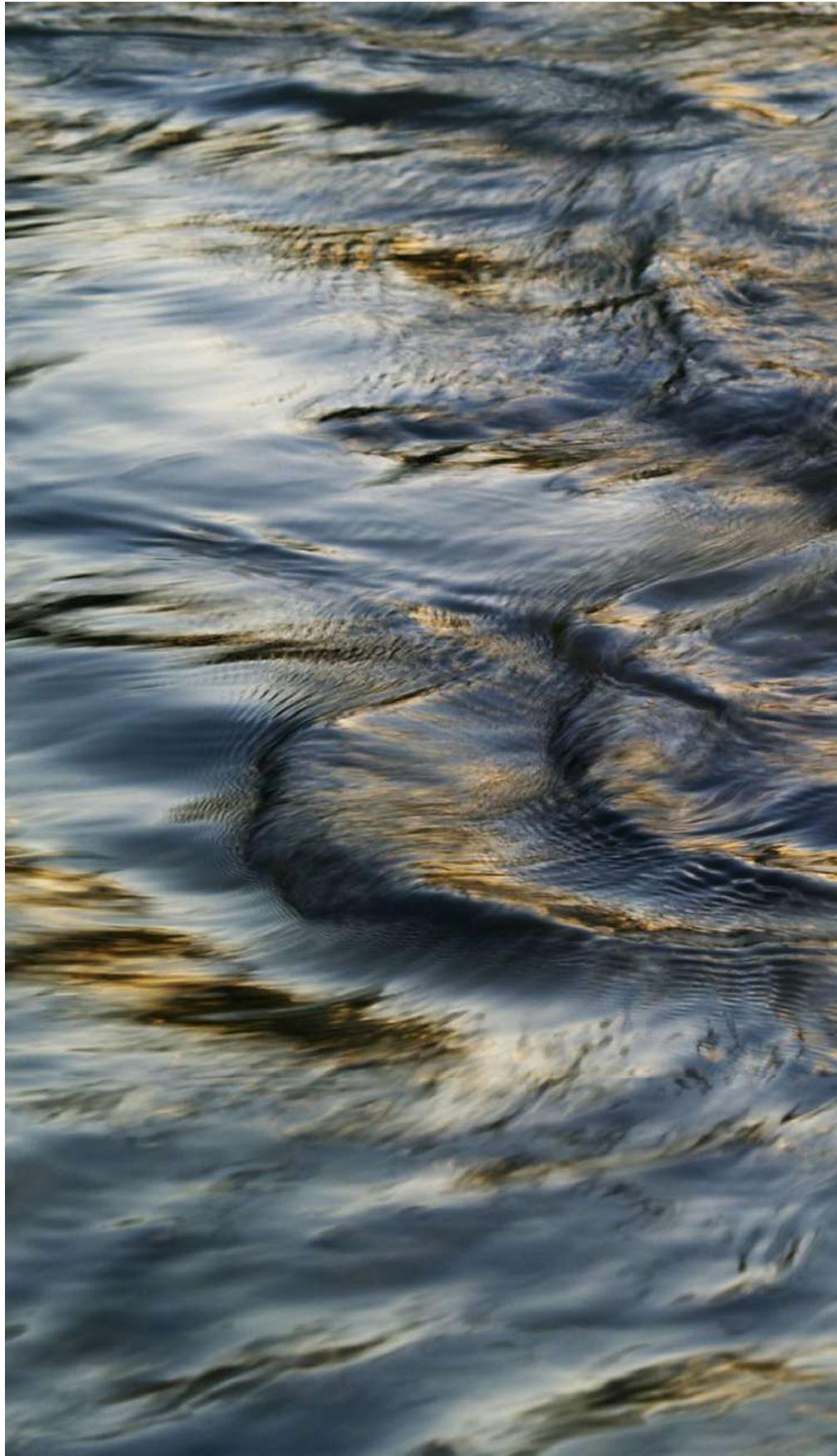
### **¿ESTÁ EL SECTOR PREPARADO PARA LA NUEVA TARU?**

La entrada en vigor de la nueva Directiva TARU supone un punto de inflexión en la gestión del tratamiento de aguas residuales en Europa, ya que por primera vez incorpora de manera explícita los contaminantes emergentes dentro del marco regulador. Esto obligará a las EDAR de más de 150 mil habitantes a adaptar sus procesos para garantizar, al menos, la eliminación

del 80 % de sustancias como ciertos fármacos y productos industriales, lo que implicará la incorporación progresiva de tratamientos cuaternarios o soluciones complementarias. Tal como se ha señalado anteriormente, el impacto será doble: técnico y económico, ya que muchas instalaciones deberán modernizarse, invertir en nuevas tecnologías y reforzar la monitorización analítica para dar respuesta a los nuevos estándares de calidad que establece la Directiva.

En este contexto de transformación normativa, Delia Andries subraya que, más allá de los beneficios esperados, la aplicación efectiva de la Directiva TARU conllevará un importante esfuerzo económico y técnico, especialmente en lo que respecta a la implantación de tratamientos cuaternarios para la eliminación de los distintos CPE recogidos en el texto legal. La experta enfatiza nuevamente que, “si bien la gestión de estos contaminantes en las EDAR supondrá una oportunidad para seguir avanzando hacia una gestión integrada del ciclo urbano del agua, también se traducirá en un esfuerzo inversor considerable en modernización e investigación para el desarrollo de soluciones eficaces y sostenibles”, señala.

Una visión que comparte Jorge Rodríguez-Chueca, investigador en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), quien incide en que la incorporación de los CPE en la nueva Directiva TARU exigirá una inversión significativa para adaptar las infraestructuras existentes. “Esta inversión será necesaria no solo para su modernización tecnológica, sino también para reforzar la investigación aplicada orientada al desarrollo de soluciones eficaces y sostenibles”. Rodríguez-Chueca también destaca que la Directiva impulsará mejoras en los sistemas de monitorización y control, contribuyendo a una gestión más efi-





ciente del riesgo ambiental y sanitario. “Si bien podrían generarse asimetrías en el desarrollo y aplicación entre los diferentes Estados miembros, en su conjunto, la Directiva impulsará un cambio hacia un enfoque más preventivo y responsable en el ciclo del agua urbana, alineado con los objetivos del Pacto Verde Europeo”, remarca.

## **LA NUEVA DIRECTIVA TARU REPRESENTA UNA OPORTUNIDAD ESTRATÉGICA PARA AVANZAR HACIA UNA GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA MÁS EFICIENTE, RESPONSABLE Y ALINEADA CON LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD**

De forma unánime, los expertos coinciden en que la nueva Directiva actuará como un acelerador de innovación en el sector, al promover el desarrollo e implantación de estrategias de tratamiento más sostenibles e integradas. Esta evolución no solo debe concebirse como una respuesta a las nuevas exigencias normativas sino también como una oportunidad estratégica para reforzar el compromiso con una gestión del ciclo del agua más eficiente, resiliente y coherente con los principios de sostenibilidad.

### **I+D+I PARA ANTICIPARSE A LOS NUEVOS RETOS**

En este impulso transformador, la colaboración entre ciencia y gestión adquiere un papel clave. En los últimos años, la conexión entre la investigación y la aplicación práctica en el tratamiento de aguas ha mejorado de forma progresiva, especialmente gra-

cias a una mayor colaboración entre centros de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), administraciones públicas y operadores. Desde EMACSA, Rafael Marín señala que los gestores han de contar necesaria e inexcusablemente con organismos que estén capacitados para investigar con objetividad, con solvencia y con contrastada acreditación sobre los problemas que los gestores tienen que solucionar. “No se entiende el desarrollo del sector del agua sin I+D+i. Las universidades y los centros de investigación deben dar la mano a los gestores para poner en marcha iniciativas conjuntas, pues en ello nos va el futuro del sector del agua”, enfatiza.

Una visión que también se refuerza desde el ámbito académico. Jorge Rodríguez-Chueca, investigador en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), subraya que el propósito fundamental de las universidades y centros de investigación en materia de I+D es transferir conocimiento al sector. En el último año, ha constatado un acercamiento creciente por parte de los operadores hacia las tecnologías y estudios que llevan tiempo desarrollándose en el entorno investigador, ya que, como recuerda, “normalmente, los grupos de investigación trabajan con varios años de adelanto respecto a lo que termina por legislarse”. Esta brecha convierte al conocimiento científico en una herramienta estratégica de anticipación. “El trabajo que se desarrolle ahora será el éxito del futuro. Por lo tanto, cuanto más se trabaje mano a mano, mejores resultados obtendremos”, afirma.

Esta tendencia hacia una mayor colaboración entre ciencia y gestión se ha visto acelerada por desafíos globales como el cambio climático y los episodios de sequía registrados en los últimos años, que han evidenciado la necesidad urgente de optimizar la ges-

## Líneas de investigación más prometedoras en el ámbito de los CPE

LÍNEA DE TRABAJO	OBJETIVO / ENFOQUE	EJEMPLOS Y OBSERVACIONES
<b>Metodologías analíticas</b>	Detectar un número creciente de sustancias a concentraciones muy bajas.	Desarrollo de técnicas avanzadas para ampliar la detección de CPE.
<b>Estudios de toxicidad</b>	Determinar el impacto real de las sustancias y sus subproductos.	Evaluación de efectos tóxicos para respaldar decisiones regulatorias y tecnológicas.
<b>Tecnologías de tratamiento</b>	Reducir al máximo la presencia de CPE en EDAR mediante procesos ya disponibles.	Como <b>carbón activo</b> para eliminar contaminantes orgánicos en aguas residuales o <b>resinas de intercambio iónico</b> para retirar nitratos o perclorato
<b>Procesos de Oxidación Avanzada (POA)</b>	Generar radicales altamente oxidantes con capacidad para eliminar CPE y actuar como desinfectantes.	Se estudian distintas combinaciones, como <b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV</b> , <b>O<sub>3</sub>/UV</b> , <b>O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>
<b>Soluciones basadas en la naturaleza</b>	Tratar contaminantes y aportar beneficios ecosistémicos.	<b>Humedales construidos intensificados</b> , con eficacias reportadas del 80–90 % en la eliminación de fármacos y microplásticos.
<b>Evaluación de tecnologías</b>	Comparar opciones según eficacia, coste e impacto ambiental.	El sector trabaja en reunir información sobre las <b>mejores tecnologías disponibles</b> y sus condiciones óptimas.

ción del agua e implementar soluciones innovadoras de forma más ágil y eficaz. No obstante, esta evolución no está exenta de obstáculos. Víctor Matamoros, investigador del IDAEA-CSIC, advierte que muchas tecnologías desarrolladas en el marco de proyectos de investigación no llegan a aplicarse a escala real, debido a limitaciones técnicas, económicas o, en ocasiones, a una desconexión entre los entornos científico y operativo.

Además, Matamoros sostiene que aún persisten retos estructurales, como la necesidad de reforzar los mecanismos de validación y escalado tecnológico, así como de consolidar es-

pacios estables de colaboración público-privada que permitan trasladar los avances científicos al terreno aplicado con mayor eficacia. “Consolidar esta conexión es clave para acelerar la transición hacia un modelo más resiliente y sostenible en el ciclo del agua”, señala.

### ALIANZAS ESTRATÉGICAS PARA UNA GESTIÓN TRANSFORMADORA

En esta misma dirección, los expertos coinciden en que la colaboración intersectorial es un factor clave para avanzar hacia un modelo hídrico renovado. Así, los consorcios público-privados

bien estructurados, que integran conocimiento académico, experiencia operativa y capacidad tecnológica, se revelan como herramientas fundamentales para el desarrollo de soluciones viables y transferibles al sector del agua. Actualmente, numerosas empresas públicas y privadas mantienen vínculos activos con universidades y centros de investigación, en busca de las mejores opciones en materia de tratamiento, análisis, monitoreo y control.

Este enfoque colaborativo se ve reforzado por los programas de financiación a escala europea, como Horizon Europe, LIFE, PRIMA o Interreg, que han permitido importantes avances en

ámbitos como el tratamiento, la monitorización y la evaluación de riesgos. Sin embargo, Jorge Rodríguez-Chueca, de la UPM, explica que estos programas son muy competitivos y, además, no siempre lanzan convocatorias específicas sobre agua urbana. “Sería deseable contar con convocatorias más focalizadas, especialmente a nivel nacional, que prioricen claramente la investigación aplicada sobre contaminantes emergentes y su integración en los sistemas reales de tratamiento”. Asimismo, subraya la necesidad de mayor estabilidad y continuidad en las líneas de financiación, ya que “muchos proyectos se ven limitados por su corta duración, cuando lo que realmente se necesita es una visión a medio y largo plazo que permita validar tecnologías en condiciones reales, evaluar su viabilidad económica y escalar soluciones”.

Para sintetizar, Rodríguez-Chueca subraya que no basta con ampliar los recursos disponibles, sino que es imprescindible articular mecanismos de financiación más eficaces y promover una cultura de colaboración sólida, estable y orientada a resultados tangibles. “Solo así podremos avanzar en tecnologías más eficaces, sostenibles y alineadas con las exigencias presentes y futuras del ciclo urbano del agua”, sentencia.

## LA COLABORACIÓN INTERSECTORIAL SE CONSOLIDA COMO UN PILAR ESENCIAL PARA AVANZAR HACIA UN MODELO HÍDRICO RENOVADO

Similar es la visión de Víctor Matorros, quien sostiene que los proyectos colaborativos, especialmente en el marco de programas europeos como Horizon Europe o los partenariados público-privados, son esenciales para abordar la complejidad multidimensional que plantean los CPE. No obstante, advierte que persisten importantes retos estructurales. Entre ellos, destaca la necesidad de reforzar los incentivos específicos para la transferencia y el escalado tecnológico, así como de dotar de mayor agilidad a los procesos de financiación y evaluación. Además, enfatiza la falta de instrumentos que aseguren la continuidad y consolidación de los proyectos más prometedores.

Por su parte, Rafael Marín llama la atención sobre la actual Ley de Contratación Pública, que en su opinión introduce barreras que dificultan la colaboración entre entidades gestoras del agua e instituciones exter-

nas, incluso cuando existe capacidad técnica y financiera. “La complejidad normativa, con múltiples figuras contractuales, ralentiza la ejecución de proyectos necesarios para el sector del agua urbana, especialmente en el ámbito de las aguas residuales”, puntualiza. A su juicio, la cooperación efectiva debe basarse en tres ejes: definir prioridades de depuración, diseñar proyectos de I+D orientados a necesidades reales y asegurar que estos sean viables, transparentes y transferibles.

Llevado al plano operativo, Delia Andries resalta la importancia de incorporar la experiencia práctica de las EDAR y de los técnicos que gestionan el día a día. Considera que los proyectos que integran la visión de operadores, científicos y gestores públicos son especialmente valiosos, ya que permiten abordar la problemática de los contaminantes emergentes desde una perspectiva más realista y operativa. “Esto permite que las decisiones sobre políticas públicas no se tomen solo desde arriba, sino que respondan a las necesidades y aprendizajes reales”, sostiene. Desde el ámbito investigador asegura que “toda iniciativa que pueda facilitar el diálogo y la colaboración entre actores es bienvenida, ya que aportará a la mejora de la gestión del ciclo urbano del agua”.



**Necesitamos más y mejores mecanismos de financiación, pero también una cultura de colaboración sólida, estable y orientada a resultados concretos.**

**Jorge Rodríguez-Chueca**, profesor Titular en la UPM.

## Medidas estructurales para enfrentar los CPE



### Innovación tecnológica

Implementar una planificación a largo plazo que contemple inversiones sostenidas en infraestructuras, a fin de modernizar las EDAR y adaptarlas a los nuevos requerimientos.



### Gobernanza efectiva

Reforzar la cooperación interinstitucional y la creación de marcos regulatorios que promuevan la reutilización segura del agua, la minimización de residuos y la reducción en origen de contaminantes.



### Educación ambiental

Ejecutar campañas de concienciación dirigidas a la ciudadanía y sectores clave como la industria o la agricultura, a fin de incrementar su participación y contribución.

### CONSTRUYENDO RESPUESTAS EFICACES

Entre los desafíos más relevantes que enfrenta el sector, destaca la incorporación de tratamientos cuaternarios en las EDAR, orientados a la eliminación de contaminantes que hasta ahora no estaban sujetos a regulación. Esto implicará no solo inversiones significativas en nuevas tecnologías, sino también un cambio profundo en el enfoque de la gestión del saneamiento. Este enfoque debe trascender el cumplimiento nor-

mativo tradicional hacia un modelo más dinámico, adaptado a una realidad técnica, ambiental y regulatoria cada vez más compleja y exigente.

En este escenario de creciente complejidad, planteamos a los cuatro expertos por los desafíos que consideran prioritarios para el sector. Jorge Rodríguez-Chueca, profesor en la UPM, identifica tres grandes frentes de actuación: en primer lugar, la actualización de las infraestructuras, que implicará un esfuerzo económico considerable para modernizar los

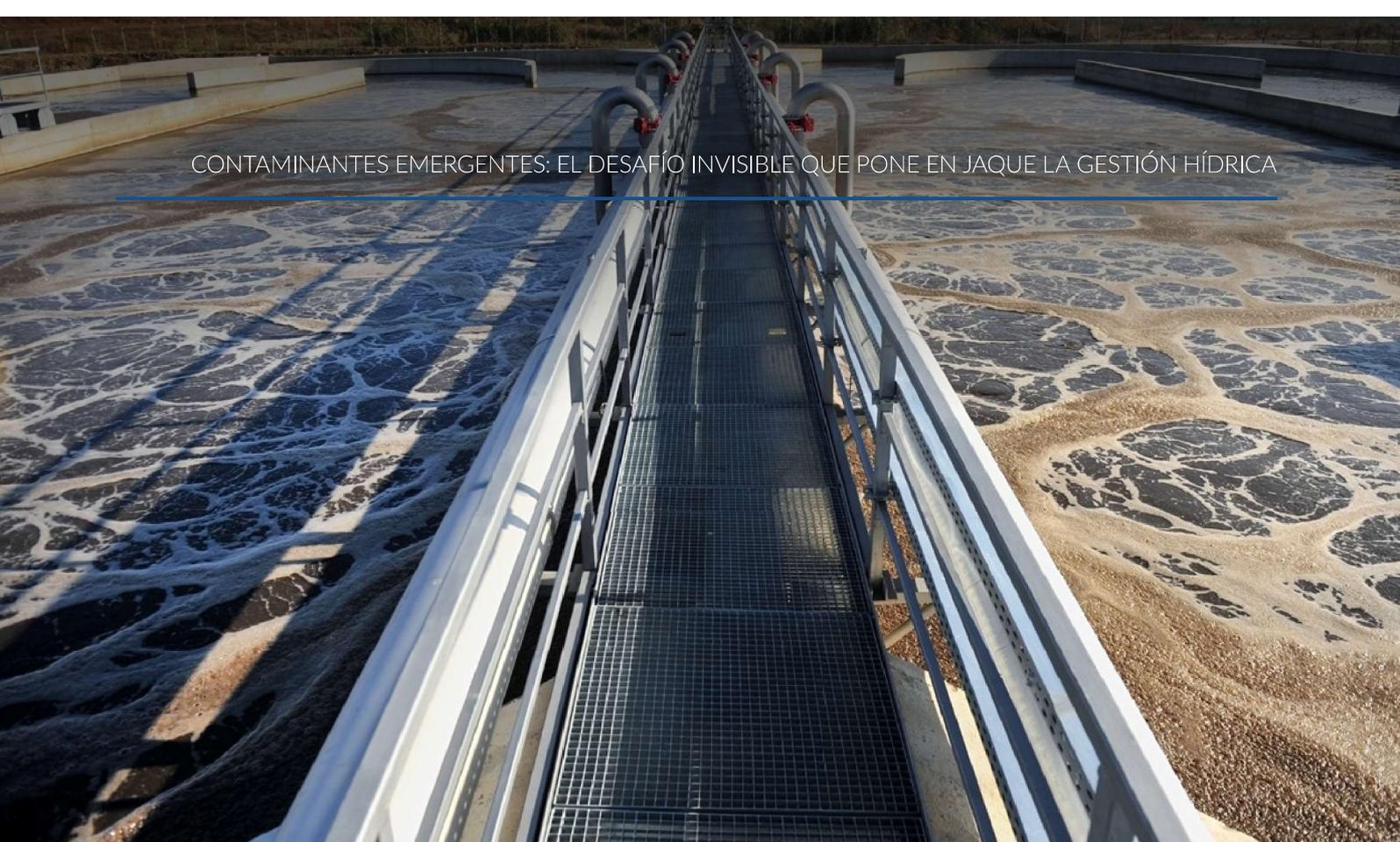
sistemas de tratamiento; en segundo lugar, el control y monitoreo analítico de los contaminantes, que exigirá el uso de metodologías altamente especializadas, con elevada sensibilidad y capacidad de detección; y por último, el reto de la coordinación institucional y la gobernanza, que requerirá una planificación estratégica coherente y alineada entre los distintos niveles administrativos: local, autonómico, nacional y europeo.

Por su parte, Víctor Matamoros, investigador en el IDAEA-CSIC, subraya



Lograremos afrontar el desafío de los contaminantes emergentes de una manera u otra, pero sería más fácil si España tuviese un ente regulador independiente del sector del agua urbana, como lo tienen otros países.

**Delia Andries**, investigadora en la Fundación Botín.



que será clave reforzar los incentivos dirigidos a facilitar la transferencia y el escalado de tecnologías. Asimismo, considera deseable una mayor agilidad en los procesos de financiación y evaluación, así como la creación de instrumentos que favorezcan la continuidad de aquellos proyectos con mayor potencial transformador. “A escala nacional, se echa en falta una estrategia más clara y sostenida que priorice la investigación aplicada en este ámbito, especialmente en un contexto marcado por la escasez hídrica y las crecientes exigencias normativas”, agrega.

Desde el punto de vista de la gestión del agua, Rafael Marín señala dos ejes fundamentales e interrelacionados para aplicar políticas realistas de sostenibilidad hídrica: el económico y el político. A su juicio, es imprescindible despolitizar el debate sobre el agua, estableciendo criterios de país estables y consensuados que no dependan de las diferentes sensibilidades políticas. Una vez alcanzado ese consenso—o incluso en paralelo—, considera imprescindible la creación de un regulador nacional del agua, encargado de fijar reglas comunes en materia técnica, de servicio

## ENTRE LOS GRANDES DESAFÍOS QUE MÁS PREOCUPAN AL SECTOR, LA INVERSIÓN OCUPA UN LUGAR CENTRAL

y, especialmente, de tarifas y precios. Asimismo, Marín hace hincapié en la necesidad de implicar activamente a la ciudadanía, pues “el agua en general, y el agua residual en particular, es un sector esencial de la sociedad, y el ciudadano debe conocerlo y valorarlo”.

En coherencia con esta visión, Delia Andries coincide en que los principales desafíos actuales del sector son, en gran medida, de naturaleza económica y legislativa, más que puramente técnicos —aunque reconoce que también existen retos en ese ámbito—. Uno de los puntos críticos que destaca es la financiación de la implementación del tratamiento cuaternario, una exigencia clave de la nueva Directiva TARU que plantea importantes implicaciones presupuestarias para los operadores. Advierte, además, sobre el impacto del

cambio climático, que está sometiendo al sistema hídrico a un estrés creciente por eventos extremos como sequías y lluvias intensas. En este contexto, subraya la necesidad de abordar también el destino final de los microcontaminantes y los subproductos generados por los tratamientos avanzados, un reto compartido a nivel internacional que, en su opinión, “será un tema clave en los próximos años”.

En este nuevo escenario, los contaminantes de preocupación emergente dejan de ser una cuestión marginal para ocupar un lugar central en la transformación del ciclo urbano del agua. Su gestión eficaz exige un cambio estructural que combine innovación tecnológica, gobernanza coordinada y visión a largo plazo. La responsabilidad recae ahora en los gestores, las administraciones y el ámbito investigador, que deben traducir esta complejidad en respuestas efectivas. Solo mediante una colaboración sólida, alineada con los principios normativos, la economía circular y la preservación de los ecosistemas, será posible construir un modelo hídrico preparado para los nuevos desafíos ambientales. ●

# RETEMA

# RADAR EL MEJOR ULTRASONIDO



Sensor de nivel compacto  
80 GHz con salida directa de  
cable IP68

[www.vega.com/vegapuls](http://www.vega.com/vegapuls)

Todos los beneficios de la tecnología radar: