



Sistema autosostenible de regeneración de agua para uso agrícola

La actual incertidumbre en la disponibilidad de agua afecta principalmente al sector agrícola. Por ello surge la necesidad de encontrar fuentes alternativas y seguras, y el agua regenerada se presenta como un recurso de extraordinario valor para este fin. Sin embargo, los riesgos ecotoxicológicos que puede suponer la presencia de contaminantes de preocupación emergente (CE) en los efluentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) tratados para su aprovechamiento agrícola no se encuentran suficientemente evaluados y estudiados. Con esta premisa, se ha diseñado un prototipo autosostenible de regeneración de aguas para reutilización agrícola. El proceso de tratamiento permite la eliminación de sólidos en suspensión y de CE, realizando además una desinfección severa de las aguas a través del autoabastecimiento energético. Con este sistema se pretende cumplir tanto la normativa actual que rige la reutilización de aguas en España como las futuras normativas de aplicación a nivel nacional y a nivel europeo y hacerlo de forma sostenible. Igualmente, se pretende mostrar a agricultores y a consumidores que se trata de una práctica segura para el entorno, el cultivo y el producto final.

Palabras clave

Aguas regeneradas, carbón activo, contaminantes emergentes, desinfección, filtro de discos, reutilización segura.

SELF-SUSTAINING RECLAIMED WATER SYSTEM FOR AGRICULTURAL USE

Current uncertainly availability of water mainly affects to agricultural sector, this is why the need to find alternative and safe water sources have come up. Reclaimed water is presented as a resource of an extraordinary value for this purpose. However the ecotoxicological risks which may arise from the presence of emerging contaminants (EC) in the waste water treatment plants (WWTP) effluents treated for agricultural purposes have not been enough evaluated and studied. Under this premise, a self-sustainable prototype to reclaim treated waste water has been designed with the aim of reuse it in agriculture. Treatment process allows the removal of suspended solids and ECs and makes an intense disinfection of water, and the system is energetically self-sufficiency. With this system it is intended to comply current regulation governing the reuse of water in Spain as well as future regulations at national and European level and do so in a sustainable way. It is also intended to show farmers and consumers that this is a safe practice for environment, for crops and for the final product.

Keywords

Reclaimed water, active carbon, emerging contaminants, disinfection, disc filter, safe reuse.

Laura Ponce Robles

doctora en Química Analítica del Departamento de Riego del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC)

Juan José Alarcón Cabañero

doctor en Biología del Departamento de Riego del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC)

Beatriz Masdemont Hernández

ingeniera química del Departamento de Gestión de Proyectos de I+D+i de Sistema Azud

Teresa Munuera Pérez

ingeniera agrónoma del Departamento de Gestión de Proyectos de I+D+i de Sistema Azud

Andrés Lara Guillén

doctor ingeniero químico, responsable del Área de Medio Ambiente del Centro Tecnológico de la Energía y Medio Ambiente (Cetenma)

Aránzazu Pagán Muñoz

bioquímica, técnica de I+D+i del Área de Medio Ambiente del Centro Tecnológico de la Energía y Medio Ambiente (Cetenma)



1. INTRODUCCIÓN

Toneladas de sustancias sintetizadas para usos industriales, agrícolas, médicos, etc., han sido vertidas al medio ambiente durante décadas sin reparar en las posibles consecuencias. Actualmente, en la Unión Europea hay registradas alrededor de cien mil sustancias potencialmente peligrosas y se prevé una continua aparición de nuevos compuestos. Cuestiones de preocupación actual como los desastres naturales, el cambio climático o la globalización, pueden favorecer la aparición de nuevas sustancias potencialmente peligrosas.

Esta gran diversidad de compuestos a la que nos enfrentamos, así como su reactividad química o biológica y sus posibles sinergias, en ocasiones formando subproductos que pueden ser incluso más tóxicos que los productos de partida, ponen de manifiesto una serie de riesgos en los diferentes ecosistemas. Entre estos riesgos, quizás el que más preocupación ha suscitado a lo largo de los años reside en la calidad de las aguas.

Durante décadas, las investigaciones llevadas a cabo por la comunidad científica se han centrado en la regulación, mediante la implantación de una serie de normativas, de agentes contaminantes clasificados como peligrosos o prioritarios, y que incluyen compuestos como metales pesados, DDT, benceno, antraceno o isoproturón, entre otros (Anexo II del Real Decreto 508/2007, Anexo X de la Directiva Marco del Agua -DMA-).

Sin embargo, la atención actual se centra en los denominados contaminantes de preocupación emergente (CE), compuestos de los que, hasta hace tan solo unos pocos años, no se disponía información que evi-

denciara su presencia y que pueden presentar un nuevo problema medioambiental. Los CE incluyen una amplia variedad de productos de uso diario utilizados en aplicaciones domésticas o industriales (productos de belleza y cuidado personal, hormonas, edulcorantes artificiales, productos farmacéuticos, hormonas o disruptores endocrinos). Aunque la mayoría de estos compuestos no se encuentran regulados, sí que se encuentran entre las líneas de investigación prioritarias de los principales organismos dedicados a la protección de la salud pública o medioambiental como la Organización Mundial de la Salud (OMS), las agencias para la protección del medio ambiente como la EPA norteamericana o la Comisión Europea, por tanto, son candidatos para futuras regulaciones.

Uno de los principales riesgos en cuanto a los CE radica en que las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) convencionales no están diseñadas para su eliminación, por tanto, muchos persisten en sus efluentes. Esto puede tener consecuencias si hablamos del concepto de reutilización, ya que estos compuestos podrían llegar, por ejemplo, a introducirse en la cadena alimentaria al emplear aguas regeneradas procedentes de EDAR para riego de cultivos.

Hoy en día el concepto de reutilización con fines agrícolas es una realidad como parte de las estrategias de economía circular y se incluye en propuestas y normativas a nivel internacional (Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS6, promovidos por la ONU), europeo (resolución legislativa para la propuesta de un nuevo Reglamento del Parlamento Europeo del pasado 12

de febrero de 2019) y nacional (Real Decreto 1620/2007), pero, y ahí está la controversia: ¿cómo afecta la presencia de CE en la calidad de las aguas y cultivos? ¿a qué riesgos nos enfrentamos? ¿cuáles son los sistemas o tecnologías capaces de eliminar esta problemática de forma tanto económica como medioambientalmente rentable?

La respuesta resulta compleja debido principalmente a la variabilidad de cultivos, a la gran cantidad de compuestos químicos y a las diferentes condiciones de exposición. Aunque cada vez son más numerosos los estudios acerca de la presencia de CE en efluentes de EDAR, en aguas regeneradas e incluso sobre translocación hacia los cultivos, aún son escasos los conocimientos científicos acerca de los riesgos para el medio ambiente y para la salud. Además, a estos riesgos asociados al uso de aguas regeneradas, habría que añadir la posible incorporación a la cadena trófica de determinados patógenos sobre los que se desconoce su modelo dosis-respuesta.

Es, por tanto, necesario establecer niveles de exposición seguros y aceptables que garanticen un uso de agua regenerada sin riesgos, lo que permitirá establecer cultivos de alta calidad agronómica y generar confianza en agricultores y consumidores. Igualmente es preciso promover una reutilización segura con estrategias de gestión adecuadas.

Para ello, resulta imprescindible la adaptación de las EDAR a esta nueva problemática, desarrollando sistemas integrales de depuración, que permitan tanto minimizar la presencia de CE, como eliminar microorganismos patógenos, garantizando efluentes de alta calidad y, en definitiva, una producción agrícola sin riesgos.

FIGURA 1. Prototipo instalado.



Los procesos de adsorción resultan una alternativa eficaz y de fácil automatización para su implantación en EDAR convencionales a modo de tratamiento terciario previo a una etapa de desinfección. Uno de los adsorbentes más utilizados es el carbón activado (CA), resultando de gran interés industrial debido a sus reconocidas propiedades: gran área superficial y alta microporosidad además de ser un componente que presenta un compromiso técnico-económico muy favorable.

El carbón activo permite la adsorción de una amplia gama de compuestos, razón por la cual se considera un adsorbente 'universal'. Sin embargo, también debido a su escasa especificidad, la presencia de diversas sustancias en las aguas residuales, pueden entrar en competición con los CE durante el proceso de adsorción al igual que la presencia de distintos sólidos en suspensión que pueden reducir la superficie de contacto del carbón modificando el equilibrio entre las fases sólido-líquido e influyendo en la eficiencia del tratamiento.

Una solución que optimiza la eficiencia de eliminación de CE del CA es la implantación de un sistema de filtrado previo mediante la tecnolo-

gía de discos. La tecnología de discos actúa como una etapa de pretratamiento eficaz capaz de eliminar sólidos en suspensión adecuando la calidad del agua y permitiendo que el lecho adsorbente pueda trabajar en las condiciones óptimas, de forma más estable y, sobre todo, de forma más específica sobre los CE aprovechando de esta manera todo el potencial del lecho.

Con esta premisa, se ha diseñado un prototipo autosostenible de regeneración de aguas dentro el proyecto estratégico REUSAGUA, enmarcado en la convocatoria RIS3MUR.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

El prototipo, diseñado y fabricado por Azud (**Figura 1**), cuenta con una capacidad máxima de 1.200 L/h e incorpora un sistema de autosuficiencia energética basado en paneles solares y baterías de acumulación. Se encuentra instalado en la EDAR municipal de Roldán-Lo Ferro-Balsicas, en la Región de Murcia, y recibe agua del decantador secundario de esta misma depuradora. La línea de tratamiento experimental combina tres tecnologías instaladas de forma gradual y diseñadas para conseguir la máxima eficiencia hídrica y energética.

FIGURA 2. Tecnología de discos.



La primera etapa consiste en un sistema de filtración basado en la tecnología de discos. La segunda etapa se basa en un proceso de adsorción mediante un lecho de CA de cáscara de coco térmicamente activado. Y, por último, el prototipo cuenta con una etapa final de desinfección mediante luz UV.

Para la optimización del prototipo se ha llevado a cabo un plan experimental de seguimiento de parámetros operacionales (flujos de trabajo y presiones de operación), analíticos (físico-químicos y CE) y microbiológicos. En concreto, los CE seleccionados contemplan compuestos farmacéuticos tales como paracetamol, carbamazepina, diclofenaco, sulfametoxazol, eritromicina, ketoprofeno y naproxeno. Mientras que los parámetros microbiológicos seleccionados son: *E.coli*, colifagos totales y somáticos y esporas de *Clostridium perfringens*.

2.1. TECNOLOGÍA DE DISCOS

Los filtros de discos Azud Helix Automatic se presentan como el elemento clave en el acondicionamiento del agua depurada y en la protección del lecho de CA para poder asegurar la reutilización segura del agua dado que permiten mantener



al CA en óptimas condiciones independientemente de las fluctuaciones del agua de alimentación. Son sistemas compactos, pero con una alta capacidad de tratamiento y, asimismo, son equipos autónomos cuyo funcionamiento es fácilmente automatizable a través de sensores para el control de las variables de operación. En general presentan un funcionamiento sencillo, asegurando la homogeneidad y la calidad del agua filtrada (**Figura 2**).

En el caso de aguas cargadas, como lo pueden ser las aguas provenientes de un tratamiento de depuración secundario que puede presentar situaciones de inestabilidad, mala decantabilidad o picos de carga en su efluente, reducir la carga contaminante a través de un medio físico filtrante como un equipo de discos garantiza la retención de las partículas en suspensión que puedan haber escapado del proceso de decantación. En el caso de un tratamiento terciario basado en adsorción para la eliminación de CE, es una garantía que va a permitir que el lecho adsorbente pueda trabajar en óptimas condiciones en todo momento independientemente de las posibles in-

terferencias que puedan sobrevenir en la etapa de decantación.

Los filtros de discos permiten retener cualquier tipo de partícula con potencial de interferencia en el proceso de regeneración de lecho, reduciendo así su frecuencia de ensuciamiento y su frecuencia de limpiezas, lo que se traduce en menos interrupciones de funcionamiento del sistema, en ahorro de agua de limpieza y en ahorro de energía, además de reducir posibles pérdidas de material adsorbente que puede escapar durante los procesos de fluidificación del lecho.

En el caso específico de la adsorción mediante CA, al evitar que los sólidos en suspensión alcancen la superficie del lecho, se protege la superficie activa del carbón y su microporosidad y, por tanto, su capacidad química de adsorción. De esta forma se permite al carbón activo actuar únicamente como material adsorbente evitando que juegue un papel de lecho filtrante que no le corresponde y que resulta económicamente desfavorable.

Muchas son las ventajas de estos sistemas, pero, ¿cómo funciona esta tecnología? Los sistemas de filtra-

ción basados en discos incorporan medios filtrantes que consisten en una pila formada por coronas planas en cuya superficie, por ambas caras, se graban geometrías por las que circula el fluido y donde las partículas quedan retenidas.

En un medio filtrante formado por discos, las prestaciones de filtración se basan en la uniformidad de todos los discos para asegurar que el tamaño de partícula de mayor tamaño que puede pasar es siempre el mismo, es decir, que la calidad de los discos define la calidad de la filtración.

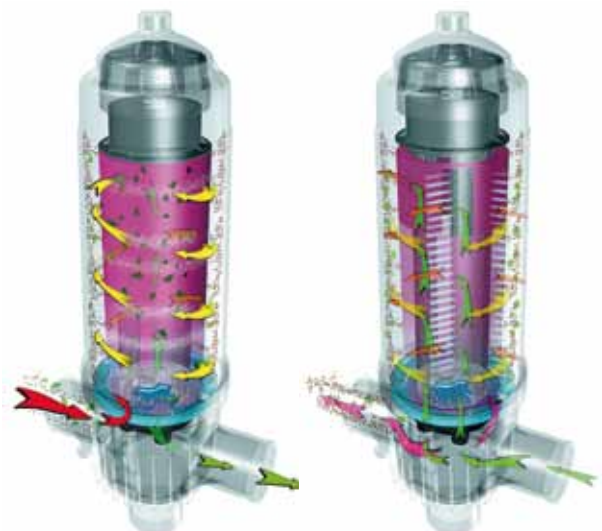
Azud dispone de un diseño exclusivo del elemento filtrante (**Figura 3**) instalado en todos sus sistemas de filtración donde incluye la tecnología patentada Helix que permite que el agua que entra al filtro adquiera un movimiento helicoidal alejando las partículas de la superficie filtrante, lo que tiene un efecto de retardo de la colmatación. El Sistema Azud Helix permite un mayor aprovechamiento del agua y una menor generación de aguas de rechazo.

El funcionamiento de los filtros de discos consta de dos procesos diferenciados: la filtración y el contralavado (**Figura 4**).

FIGURA 3. Medio filtrante.



FIGURA 4. Funcionamiento del filtro de disco: filtración (izquierda) y contralavado (derecha).



» Aunque aún se están realizando ensayos del proyecto REUSAGUA, los resultados obtenidos hasta la fecha muestran una disminución de hasta un 80% de los contaminantes emergentes objeto de estudio con un flujo de 500 L/h, alcanzando concentraciones por debajo de los límites de detección analítica

Durante la fase de filtración, el agua circula del exterior al interior de la columna de discos comprimida. De esta forma, las partículas quedan atrapadas en todos los discos. En función de sus dimensiones, las partículas quedarán retenidas en la superficie más externa de la pila de discos o bien sobre la superficie interna de cada uno, sobre los canales grabados en ellos. La coexistencia de ambos tipos de estrategias de filtrado permite que la capacidad de retención de los discos sea muy elevada independientemente de la geometría y la naturaleza de las partículas. También permite que estos sean capaces, no solo de retener sólidos superiores a un tamaño definido, es decir, al grado de filtración, sino también un elevado porcentaje de sólidos con un tamaño inferior, lo que reduce drásticamente la concentración de partículas en suspensión (Figura 4a).

De esta manera, la filtración con discos garantiza la estabilidad del agua filtrada incluso ante escenarios de aguas potencialmente cambiantes como es el caso de las aguas depuradas.

Durante la fase de contralavado, el agua filtrada cambia su sentido de paso y circula de dentro hacia afuera consiguiendo, gracias al diseño interno del elemento filtrante, que la columna de discos se despresurice. El agua es proyectada a través de las boquillas creando un efecto

tangencial de limpieza de los discos (Figura 4b).

En el caso concreto del prototipo instalado en el proyecto REUSAGUA se ha implementado un sistema de limpieza asistido por aire que es automático y que permite a los filtros de discos trabajar con elevadas cargas de sólidos, incluso siendo estos de naturaleza compleja (sólidos orgánicos, filamentosos, deformables...) y emplear discos con bajos grados de filtración sin que ello repercuta posteriormente en la recuperación del sistema.

El módulo experimental de filtración por discos se ha diseñado para alcanzar la máxima compacidad combinando tres etapas de filtrado en serie con distintas capacidades de retención de partículas y totalmente independientes en su funcionamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EFICIENCIA DE LOS FILTROS DE DISCOS

Durante los ensayos del proyecto REUSAGUA se han probado distintos filtros de discos alternando diferentes capacidades de retención de partícula y buscando en todo momento la combinación más adecuada para la calidad del agua procedente del tratamiento biológico. Se han ensayado gados de filtración que comprenden desde 200 hasta 5 micras.

Aunque aún se sigue trabajando en la optimización del proceso, los porcentajes de eliminación de turbidez obtenidos hasta el momento superan el 66%. Se garantiza la retención de sólidos en suspensión y el tamaño mínimo de partículas susceptibles de acceder al lecho de CA.

Además de ello, se ha observado un aumento de hasta un 20% de Transmitancia, favoreciendo así no solamente el proceso de adsorción, sino también la fase posterior de desinfección mediante luz UV.

Respecto al proceso de regeneración de los elementos filtrantes, el sistema asistido por aire ha permitido:

- Reducir la presión de trabajo durante todas las fases del proceso, facilitando la consecución de los objetivos de eficiencia y sostenibilidad requeridos.
- Reducir la interacción hidráulica en el sistema, favoreciendo el funcionamiento en continuo del proceso.
- Reducir el tiempo del proceso de contralavado, gracias al uso de la mezcla aire-agua como agente de limpieza.
- Alcanzar un elevado ratio entre el agua filtrada y los recursos invertidos.
- Y realizar todo el proceso con la mayor autosuficiencia basada en una energía renovable.

El hecho de disponer de un sistema de limpieza de alta eficiencia ha permitido no solo trabajar con aguas complejas, sino también garantizar que el proceso de limpieza es totalmente efectivo, es decir, el filtro se recupera totalmente: independientemente del grado de filtración (200-5 micras) y sin fenómenos acumulativos de ensuciamiento, lo que



podría llegar a generar un efecto negativo sobre la pérdida de carga.

3.2. ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES. ENSAYOS DE ADSORCIÓN

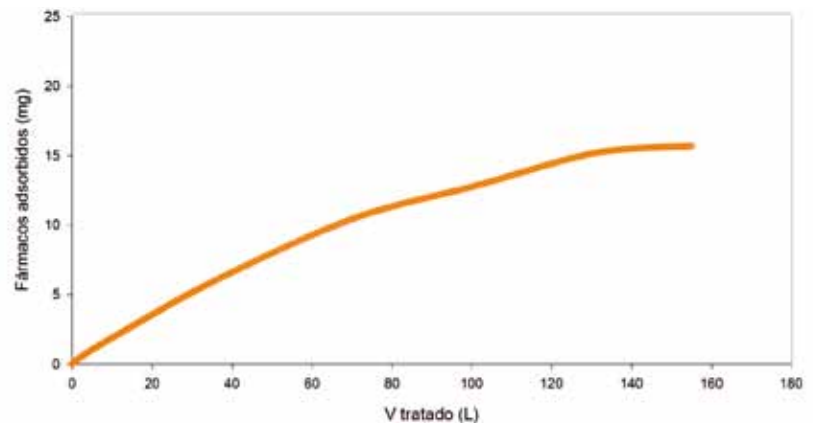
3.2.1. Ensayos preliminares a escala de laboratorio

Antes de comenzar con la puesta en marcha del prototipo, se determinó la capacidad de adsorción del carbón activo granular CG900 incorporado en la columna DAQ-263/200/T de la planta autosostenible. Para dicho estudio, se utilizó una columna de adsorción de metacrilato, cuya altura de lecho se fijó en 20 cm con 21,5 g de carbón, dado que en ensayos previos con una mayor cantidad de carbón no se conseguía la saturación del mismo. Como agua de tratamiento se escogió el efluente de los filtros de discos, punto de muestreo previo a la entrada de la columna de adsorción. Además, para conseguir la colmatación del carbón se decidió saturar el agua a una concentración de 300 ppb con los estándares internos de cada uno de los CE objeto de estudio.

Hay que destacar que los niveles de saturación no se alcanzan en el caso de todos los CE bajo la misma capacidad debido a los diferentes mecanismos que intervienen en el proceso de adsorción. Por ello, se estudió la capacidad de retención como el promedio de la adsorción acumulada de todos los CE en función del volumen tratado, como queda ejemplificado en la **Figura 5**.

El alcance de la saturación del adsorbente se determina a partir de la estabilización de la velocidad, indicando que tras el tratamiento de 120 L la colmatación es prácticamente total. En concreto, teniendo en cuenta la proporción de adsor-

FIGURA 5. Retención de fármacos por adsorción del carbón granular (CG900).



bente utilizado se puede definir la capacidad de adsorción como 0,8 mg CE/g CA.

3.2.2. Adsorción de CE en el prototipo

En general, la cantidad de CE que se encuentran en las EDAR es variable y dependiente de diversos factores tales como la localización de la depuradora, la estación del año o la cantidad de precipitaciones.

Teniendo en cuenta todos estos factores y con la premisa de evaluar la eficiencia del prototipo en cuanto a la eliminación de CE en efluentes reales, se están estudiando diversos caudales de tratamiento. Dichos caudales se encuentran directamente relacionados con el tiempo de contacto de los CE en el CA y, por tanto, con la eficiencia de la eliminación.

Aunque aún se están realizando ensayos, los resultados obtenidos hasta la fecha muestran una disminución de hasta un 80% de los CE objeto de estudio con un flujo de 500 L/h, alcanzando concentraciones por debajo de los límites de detección analítica. El estudio detallado de los diferentes caudales de trabajo permitirá la optimización de los parámetros operacionales del prototipo, estableciendo un caudal

de trabajo seguro, garantizando en todos los casos efluentes de alta calidad agronómica.

3.2.3. Desinfección de aguas regeneradas

Para completar el estudio sobre la calidad del agua tratada con el prototipo autosostenible de regeneración para uso agrícola, se está analizando la capacidad de desinfección sobre un indicador de cada agente patógeno recogido en la futura legislación europea (donde desde hace unas semanas ya se habla de requisitos mínimos armonizados de calidad de agua para la reutilización segura de aguas residuales de origen urbano en agricultura). Los controles analíticos implican la datación de, al menos, un indicador para cada grupo de patógenos (bacterias, virus y protozoos). Por ello, en el proyecto REUSAGUA se han seleccionado los siguientes parámetros: *E.coli* para bacterias, colifagos totales y somáticos para virus patógenos y esporas de *Clostridium perfringens* para protozoos.

Los rendimientos de desinfección del prototipo se han analizado determinando la presencia de todos estos parámetros en el influente y efluente del sistema en función de los dos caudales de tratamien-

TABLA 1

PORCENTAJES DE ELIMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS ANALIZADOS.

Parámetros	Q = 500 L/h		Q = 1.200 L/h	
	Entrada	% de eliminación	Entrada	% de eliminación
Esporas <i>Clostridium perfringens</i> (UFC/100 mL)	1.800	100	5.400	100
<i>E. Coli</i> (UFC/100 mL)	1.800	100	1.000	100
Bacteriófagos totales (ufp/mL)	<1	100	3	99,2
Bacteriófagos fecales somáticos (ufp/mL)	<1	100	3	99,9
Bacteriófagos fecales sexuales (ufp/mL)	<1	100	<1	100

to definidos (500 y 1.200 L/h). Los resultados obtenidos (**Tabla 1**) indican la efectividad del tratamiento propuesto, cumpliendo en todos los casos los requisitos, ya que utilizando ambos caudales se obtienen tasas de eliminación del 100% para el caso de colifagos. Solo se observa una pequeña diferencia en el caso de *E.coli* y esporas de *Clostridium perfringens* bajo las condiciones de flujo de 1.200 L/h, causa debida a la disminución del tiempo de contacto en el reactor UV.

4. CONCLUSIONES

Ante la necesidad de incorporar técnicas apropiadas y con costes razonables a EDAR convencionales permitiendo la reutilización segura de aguas regeneradas con fines agrícolas asegurando así una producción agrícola de alta calidad, para el proyecto estratégico REUSAGUA, que se enmarca en la convocatoria RIS3MUR, se ha diseñado un prototipo autosostenible de regeneración de aguas para uso en agricultura.

El sistema de filtración con tecnología de discos y autolimpieza asistida por aire utilizado como pretratamiento garantiza el funcionamiento autónomo del sistema junto con la máxima protección del lecho adsorbente, permitiendo que este pueda

» El sistema de filtración con tecnología de discos y autolimpieza asistida por aire utilizado como pretratamiento garantiza el funcionamiento autónomo del sistema junto con la máxima protección del lecho adsorbente

actuar específicamente sobre los CE, sin renunciar a la sostenibilidad del proceso, garantizando la máxima compacidad de la etapa y, especialmente, los mínimos costes económicos, hídricos y energéticos durante la operación, así como su recuperación. Gracias al correcto acondicionamiento del agua a través de la filtración con discos, es viable prolongar la vida útil del carbón activo manteniendo a su superficie activa libre de partículas manteniendo su funcionalidad.

Aunque aún se está llevando a cabo la optimización del prototipo, los resultados obtenidos hasta la fecha muestran elevada eficiencia en cuanto a la reducción de CE, mostrando valores en efluentes reales por debajo de los límites de detección de los sistemas analíticos. Además, se ha observado una eliminación total de los diferentes parámetros estudiados: *E-coli* (regulado por el R.D. 1620/2007), esporas de *Clostridium perfringens* y colifagos totales (co-

lifagos específicos de F y colifagos somáticos), parámetros incluidos en la nueva propuesta del Parlamento Europeo, lo que incrementa el valor añadido de esta tecnología.

La puesta a punto de este tipo de tecnologías convierte así el uso de agua regenerada en una fuente alternativa de suministro, afianzando el concepto de reutilización entre agricultores y consumidores, asegurando así una producción agrícola de alta calidad y disminuyendo los riesgos sanitarios y medioambientales.

5. AGRADECIMIENTOS

El trabajo recogido en este artículo forma parte del proyecto RIS3MUR REUSAGUA, financiado por la Consejería de Empresa, Industria y Portavocía de la Región de Murcia, en el marco del Programa Operativo Feder 2014-2020. Los socios involucrados en el proyecto son: CEBAS-CSIC, Imida, Esamur, UMU, UPCT, Cetema, Azud, Hidrogea y Emuasa. 