



# Reflexiones sobre el panorama actual de la aplicación de las normas de calidad ambiental a las EDAR españolas

**Rafael Marín Galvín** jefe de Control de Calidad, Calidad y Medio Ambiente de la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba (Emacsa)

Dado que la contaminación que llega a las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) españolas contiene, cada vez más, sustancias tipificadas dentro de las denominadas Normas de Calidad Ambiental (NCA) y procedentes de aguas industriales, aguas residuales domiciliarias, así como de fuentes de contaminación difusa, es necesario aplicar rutinas eficaces de control de contaminación en origen y de concienciación ambiental. Además, ocurre el hecho de que las referidas NCA, elaboradas para aguas en cauces públicos, en general se vienen aplicando, vía autorizaciones de vertidos, a las aguas urbanas depuradas. En este sentido, se presenta un muestreo representativo de 30 EDAR españolas en relación a este tema. El estudio muestra la preocupación del sector sobre las dificultades de las EDAR para cumplir tal cual los límites de las NCA. Por ello, la aplicación de coeficientes moderadores para estas sustancias, a través de balances de masas o del establecimiento de zonas de mezcla (recogidos en la normativa), es una demanda prioritaria del sector hacia la administración con el fin de trasladar las NCA al agua depurada con objetividad y coherencia.



## 1. Introducción: las EDAR en el saneamiento urbano

La finalidad de una EDAR es actuar a manera de filtro para eliminar o minimizar los elementos contaminantes presentes en las aguas residuales urbanas que, presentes en el agua depurada, por un lado incumplirían las normativas sectoriales aplicables y, por el otro, podrían provocar graves problemas en el entorno. Dicho esto, que parece una obviedad, no ha de olvidarse que cuando puntualmente una depuradora no alcanza los rendimientos depuradores exigibles (a veces por factores externos al gestor del saneamiento, léase falta de medios técnico-económicos) siempre se dará una situación mucho más favorable para el medio ambiente que si no existiera la EDAR, algo a veces no valorado convenientemente por la administración.

Abundando en lo ya comentado antes, los saneamientos españoles albergan en los últimos años una considerable y vasta variedad de compuestos químicos, muchos refractarios a la depuración convencional biológica, cuyas fuentes, además de las actividades industriales históricamente ligadas a este aspecto, son la actividad doméstica del ciudadano, así como la denominada contaminación difusa: en los tres casos hablamos de pautas de vertido, así como de compuestos asociados tan cambiantes e imprevisibles que hacen compleja la labor del gestor del saneamiento (**Figura 1** y **Tabla 1**).



Al objeto de limitar la llegada a los saneamientos de contaminantes emergentes, no se cuenta en el caso de vertidos domiciliarios (ámbito privado) con normativas aplicables sin invadir la privacidad del individuo, ni es probable en buena lógica que se cuente en un futuro con ellas, para los vertidos industriales sí existen ordenanzas y reglamentos, mientras que el caso de la contaminación difusa es ciertamente complejo. Sin embargo, pueden considerarse varias actuaciones globales para atacar el problema:

**Tabla 1.** Contaminantes habitualmente detectados en las aguas residuales urbanas: convencionales y emergentes (incluyendo sustancias prioritarias y preferentes).

Físicoquímicos	Metales y compuestos	Pesticidas y fitosanitarios				
		Organoclorados	Fosforados	Triazinas	Otros	
N-total P-total Fenoles COT Cianuros Fluoruros DQO AOX	Arsénico Cadmio Cromo Cobre Mercurio Níquel Plomo Zinc	Alaclor Heptacloro Aldrín Hexaclorobenceno DDT (isómeros) DDE Dieldrín Lindano Hexaclorociclohexano	Endosulfán Pentaclorobenceno Endrín Trifluoralina Isodrina Clordano Toxafeno Mirex Clordecona	Clorfenvinfos Cloropirifos	Atrazina Simazina	Diurón Isoproturón Pentaclorofenol Hexabromo-bifenilo
COV		Alquilfenoles	Organometálicos	HAP	Otros compuestos	
1,2-dicloroetano Naftaleno Diclorometano Tolueno Óxido de etileno Benceno Tetracloroetileno	Triclorometano Etilbenceno Hexclorobutadieno Tetraclorometano Triclorobencenos Xilenos Tricloroetileno	Nonilfenoles Etoxilatos de nonilfenol Octilfenoles Etoxilatos de octilfenol	Estánnicos Monofenil-Sn Difenil-Sn Tributil-Sn Monofenil-Sn Difenil-Sn Trifenil-Sn	Antraceno Fluoranteno Benzo-perileno Benzo-pireno Benzo-fluorantenos Indeno-pireno	Cloroalcanos C10 C13 Dioxinas y Furanos PCB Cloruro de vinilo Bromodifeniléteres Penta-BDE Octa-BDE Deca-BDE Ftalato de bis (2-etilhexilo) Amianto	

## El autor: Rafael Marín Galvín

Rafael Marín Galvín, doctor en Ciencias Químicas y máster en Medio Ambiente, es jefe de Control de Calidad, Calidad y Medio Ambiente de la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba (Emacsa). Es miembro del Grupo de Investigación de Electroquímica Molecular de la Universidad de Córdoba y vocal de las Comisiones de Aguas Potables y de Aguas Residuales de la Asociación Española de Abastecimientos de Aguas y Saneamiento (AEAS), así como coordinador del Grupo de Trabajo de Vertidos Industriales y Laboratorio. También es coordinador de la Comisión Técnica de Tratamientos y Calidad del Agua de la Asociación Andaluza de Abastecimientos y Saneamientos de Aguas (ASA). Autor de 170 trabajos de investigación publicados en revistas nacionales e internacionales, 8 libros, 8 capítulos de libros (español o inglés) y 10 monografías, es director de 2 tesis doctorales y 5 tesis de Licenciatura.



- Fomentar la concienciación ambiental de ciudadanos y empresas, es decir, optar por productos comerciales cada vez más sostenibles. Para ello, haría falta una calificación ambiental de productos comerciales (similar a la de eficiencia energética ya aplicada en aparatos electrodomésticos) que ofrezca pautas fiables al consumidor.

- Reducción de contaminación en origen, es decir, una progresiva sustitución de sustancias comprobadamente contaminantes, muy nocivas o refractarias a la depuración biológica, por otras que lo sean menos, en las formulaciones de los productos de comerciales.

- Dentro del apartado de reducir la contaminación en origen, entraría también la potenciación de prácticas de predepuración de efluentes industriales antes de su vertido al saneamiento general, ya en el marco específico de las aguas industriales.

En todo caso, las políticas para conseguir productos de mercado más sostenibles deben venir marcadas, impulsadas y normalizadas desde la propia Unión Europea (vía Reglamento REACH u otros mecanismos *ad hoc*).

Para el caso de la contaminación difusa, su afección sobre el saneamiento viene marcada en gran medida por la climatología: la pluviometría determina el funcionamiento de los aliviaderos de las redes, propicia la variabilidad en las concentraciones de los contaminantes y es un elemento difícilmente previsible, de forma que la capacidad de maniobra ante estos eventos por parte del explotador está limitada. Así, las primeras aguas residuales procedentes del lavado de viario público, jardines, tejados, etc., generadas durante los estadios iniciales de un episodio de lluvias son especialmente contaminantes por contener metales pesados y restos de compuestos

orgánicos (disolventes, pinturas...), así como sustancias y metabolitos de plaguicidas. La red de saneamiento no tiene capacidad para discriminar entre vertidos tóxicos, nocivos o indeseables ni tampoco estimar razonablemente los caudales asociados. Una vez recibido el efluente en la red de saneamiento, llegará a la EDAR y afectará a su dinámica. Además, es muy complicado identificar fehacientemente a los causantes reales de episodios y puntas contaminantes industriales, con lo cual la exigencia de traslado de responsabilidades se torna difícil y en muchas ocasiones totalmente inaplicable.

Finalmente, otra cuestión crítica de nuestros saneamientos es el diseño y dimensionado de cada EDAR al partir de un escenario comprobadamente obsoleto. Aún más, tanto el diseño como su ejecución material, los equipos y las instalaciones accesorias han sido durante mucho tiempo ajenas al futuro explotador de aquellas, habiéndose contado por la administración con su opinión en pocos casos. Es decir, se exige al explotador que la EDAR que se le entrega funcione cuando ni se le ha preguntado para su diseño, ni a veces para su implantación, ni para su ejecución, ni para su puesta en marcha. Los ajustes posteriores requeridos para la correcta explotación de la EDAR se repercuten sobre el explotador asumiendo costes técnicos y económicos adicionales para lograr una eficaz depuración, y partiendo desde un escenario viciado, anticuado y muy poco operativo.

Dado que el dimensionamiento de las EDAR españolas del último tercio del siglo XX contemplaba parámetros de diseño típicos ( $S_{SUSP}$ ,  $DBO_5$  y  $DQO$ ) con valores actualmente desfasados para nuestras aguas urbanas, se torna muy difícil conseguir rendimientos de depuración acordes con los requerimientos actuales de no acometer la



remodelación de instalaciones urgentemente. Para ello, a duras penas se cuenta con la dotación económica que posibilite, aún en muchos casos, un mantenimiento eficaz de las instalaciones actuales. En este sentido, ante la inspección y el incumplimiento motivado por el panorama anterior, la administración tampoco se muestra receptiva históricamente a aplicar eximentes ni bonificaciones al explotador, con lo que se echa en falta una cierta sensibilidad para afrontar con garantías este difícil reto que compete a todos.

## 2. Las normas de calidad ambiental

Recogidas en el RD 60/2011 que traspone a la legislación española la Directiva del Parlamento Europeo 2008/105/CE, las Normas de Calidad Ambiental (NCA), con las limitaciones impuestas en las mismas a sustancias prioritarias y otros contaminantes (sustancias preferentes), tratan de conseguir el buen estado químico de las aguas superficiales. En este RD, además, se consideran las zonas de mezcla como aquellas adyacentes a un punto de vertido donde las concentraciones de los diferentes constituyentes del mismo pueden no corresponder al régimen de mezcla completa del efluente y el medio receptor. Dentro de una zona de mezcla, y esto es importante, las concentraciones de una o más sustancias podrán superar las NCA siempre que el resto de la masa de agua superficial siga cumpliendo dichas normas.

Posteriormente, en el año 2013 se publicó la Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo modificando las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias. No obstante, dicha modificación no contemplaba cambios respecto a las zonas de mezcla, e indicaba que los límites de detección o cuantificación analítica para varios compuestos superaban los límites establecidos en la propia Directiva (lo cual no deja de ser contradictorio).

Por otro lado, en los Planes Hidrológicos de Cuenca se indica que las zonas de mezcla se aplican en ríos y zonas costeras, habiéndose considerado un radio genérico de 50 m en torno al vertido para zonas costeras, así como un tramo de 50 m aguas abajo del vertido en ríos. Asimismo, el Manual para la Gestión de Vertidos del Ministerio de Medio Ambiente de 2007, indica que en las Autorizaciones de Vertido (AV) se deben establecer valores límite de emisión para los parámetros característicos de la actividad causante del vertido, debiendo estudiarse cuáles son, aunque, con carácter general y de modo indicativo se puede establecer una relación entre tipo de vertido y parámetros o grupos de parámetros que deben figurar en sus AV para tres situaciones:

**Figura 2.** Documento elaborado por el Grupo de Trabajo de Inspección de Vertidos y Laboratorio de la Comisión V de AEAS



- Vertidos urbanos sin componente industrial: con valores límite solo para los parámetros típicos de contaminación doméstica, DBO<sub>5</sub> y DQO, S<sub>SUSP</sub> y nutrientes (compuestos de N y/o P).

- Vertidos industriales: con valores límite para los parámetros derivados de los procesos industriales que den lugar al vertido, siendo específicos de cada sector industrial y de cada proceso productivo. Se incluirán los de las aguas sanitarias del centro, si no están segregadas.

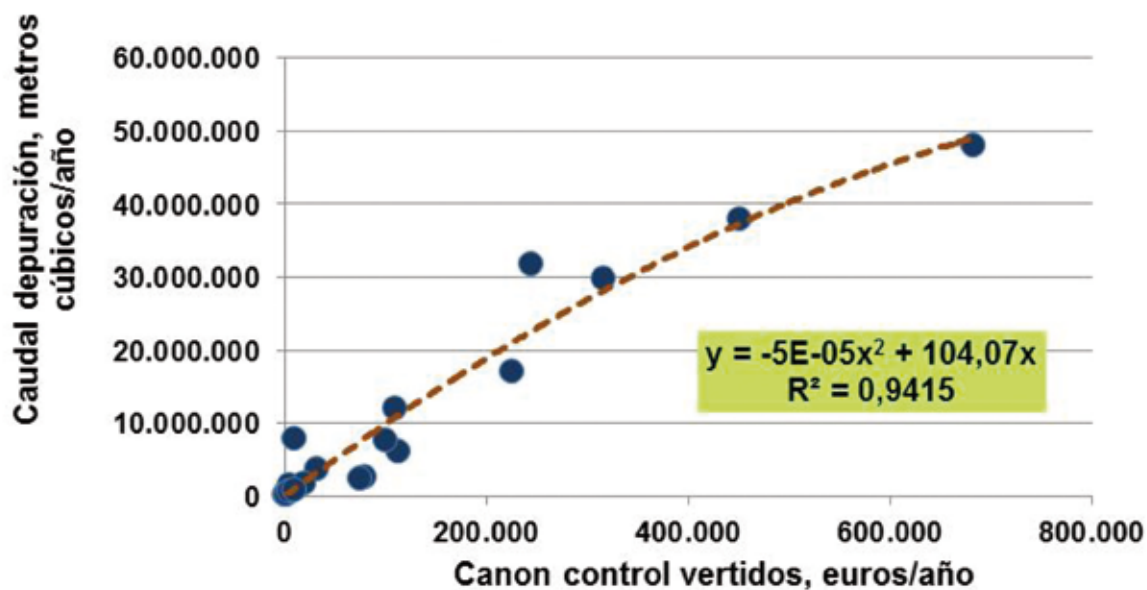
- Vertidos urbanos con componente industrial: con valores límite para los parámetros generales domésticos y para los parámetros específicos de las actividades industriales evacuadas a la red. Recuérdese que el responsable del seguimiento de los vertidos es el titular de la AV y que el Organismo de Cuenca solo comprobará que la información presentada por el titular en la declaración de vertidos es coherente, y evaluará la incidencia del vertido en el medio.

Hecha esta introducción, la aplicación del cumplimiento de las NCA, se puede valorar mediante:

- Balance de masas: procedimiento simple y de aceptables resultados prácticos.

- Modelo matemático de simulación: más preciso aunque de mayor complejidad.

Ya se indicó anteriormente que la situación real de las aguas residuales depuradas es que la mayoría de las

**Figura 3.** Caudal EDAR vs. canon control vertidos.

EDAR han sido diseñadas para tratar carga contaminante convencional (DBO5, DQO,  $S_{SUSP}$  y, en casos concretos, N y P -Directiva 91/271/CE de tratamiento de aguas residuales urbanas-), pero no para eliminar sustancias prioritarias o preferentes. En ocasiones las EDAR actúan parcialmente sobre algunas en función de su biodegradabilidad o de sus características físicoquímicas (volatilidad, adsorción...) pero puede no ser lo habitual. En este ámbito, existe una preocupación real de los gestores de los saneamientos por el traslado directo de los valores paramétricos de las NCA a las AV de las EDAR sin aplicar el concepto de zonas de mezcla ya que agua natural y depurada son matrices muy distintas. Por ello, desde el Grupo de Trabajo de Inspección de Vertidos y Laboratorio de la Comisión V de AEAS se ha llevado a cabo un estudio durante 2013 y 2014 con los siguientes objetivos:

- Valorar la situación real de la aplicación de límites de sustancias prioritarias en las EDAR y difundir el mensaje de que las NCA no son lo mismo que los Valores Límites de Emisión (VLE) a aplicar en efluentes de las EDAR urbanas.

- Compartir información e ideas sobre aplicación de zonas de mezcla, identificar y trabajar en las diferentes metodologías que se puedan estar aplicando sobre las mismas.

- Promover decisiones que eviten exigencias poco razonables para los operadores de las EDAR y buscar encuentros con las administraciones responsables para compartir información e ideas y, en particular, fomentar las buenas prácticas en el sector y en la administración.

Se presentan en este trabajo las principales conclusiones obtenidas del documento elaborado (**Figura 2**), las cuales, junto al propio documento, han sido trasladados a la administración hidráulica desde la AEAS, como agrupación representativa y mayoritaria del sector del agua en nuestro país.

### 3. Resultados obtenidos del muestreo de EDAR urbanas (2013-2014)

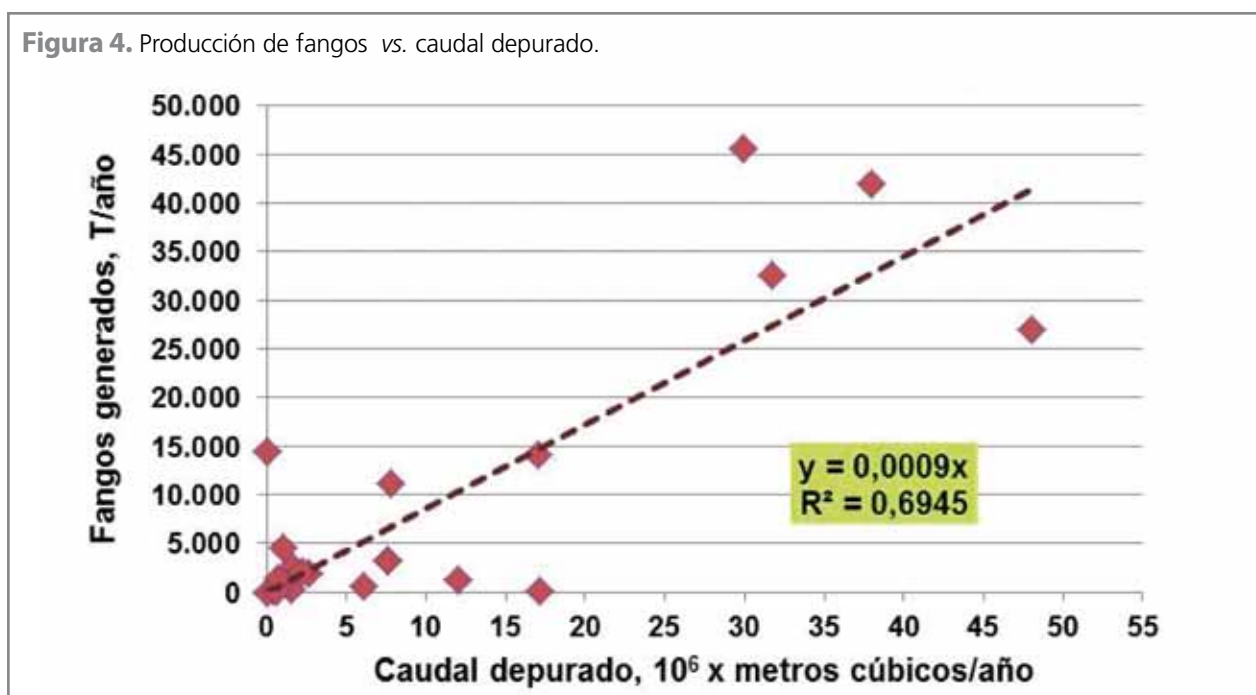
El estudio ha contado con la colaboración desinteresada de una treintena de EDAR urbanas (aguas residuales domésticas + industriales de los municipios o agrupaciones de estos) que están gestionadas por operadores públicos, privados o mixtos de las siguientes comunidades autónomas: Andalucía, Asturias, Castilla La Mancha, Cataluña, Galicia, Murcia, Navarra, País Vasco y Valencia. Considerando 9 comunidades del total de 17, el estudio posee una notable significancia geográfica.

Se han recabado datos de EDAR de diferente tamaño encuadradas en tres sectores: EDAR de 70.000 a 1.000.000  $m^3/año$  de capacidad de depuración, con 7 casos; EDAR de 1.000.000 a 40.000.000  $m^3/año$  de capacidad, con 17 casos; y, finalmente, 7 grandes EDAR entre 40.000.000 y 126.000.000  $m^3/año$  de capacidad.

También se ha pasado revista a los importes que por el concepto de Canon de Control de Vertidos los gestores de las EDAR abonan a los Organismos de Cuenca. Así,, exceptuando sanciones y sobrecostos ocasionales, los gestores de las EDAR abonan cantidades anuales que varían ampliamente, entre menos de 1.000 €/año hasta



**Figura 4.** Producción de fangos vs. caudal depurado.



casi 700.000 €/año. Si bien el concepto de Canon de Control de Vertidos es progresivo estando en función del caudal autorizado y del valor de la unidad de contaminación, en su cálculo influyen coeficientes de mayoración o minoración establecidos en el RDPH de la Ley de Aguas y aplicados a cada EDAR concreta. Recuérdese que aquellos vienen definidos por tres componentes, de acuerdo al RD 1290/2012, cuya valoración económica ya se incluye en las AV de cada gestor:

- Características del vertido: con tres escalones para vertidos urbanos de valor 1 (<1.999 he), 1,14 (2.000-9.999 he) y, finalmente, 1,28 (>10.000 he). También con tres escalones para vertidos industriales clase 1 (coeficiente 1), 2 (coeficiente 1,09) y 3 (coeficiente 1,18), así como un coeficiente de 1,28 si contienen sustancias peligrosas.

- Grado de contaminación del vertido: para vertidos urbanos o industriales con tratamiento adecuado se fija un valor de 0,5, y sin tratamiento adecuado, 2,5.

- Calidad ambiental del cauce receptor. Finalmente, en este apartado se establecen tres categorías de zonas de vertido (I, II y III) de significancia medioambiental descendente, con valores para este coeficiente de 1,25, 1,12 y 1, respectivamente.

Los datos reales obtenidos se han correlacionado con el caudal de depuración obteniéndose un ajuste de alta significancia (**Figura 3**) salvo en el caso de la EDAR de mayor capacidad.

En otro apartado se ha estudiado la producción de fangos de depuración deshidratados frente a caudal tratado que osciló entre <10 T/año en pequeñas EDAR hasta >40.000 T/año para grandes. La generación de fangos dependerá del proceso depurador real, de las variables de explotación, así como de la gestión posterior de los fangos. Al respecto, mayores tasas de depuración y/o caudales supondrán más producción de fangos (**Figura 4**): aproximadamente, cada  $1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/año de caudal generaría 900 T/año de lodos. Además, el contenido en P y N de los fangos exhibió unos valores medios del 3,2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y del 6-6% de N, respectivamente, si bien la oscilación de valores fue importante en los dos casos, entre <1,0% y 6,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y especialmente en el caso del N, entre <1,0% y 28,4% de N.

Asimismo, algunos fangos presentaron ocasionalmente niveles de Ni, Cu, Zn y Cr superiores a los establecidos en la normativa para aprovechamiento agrícola lo que alertaría sobre posibles prácticas inadecuadas en los saneamientos por parte de vertedores industriales e incluso domésticos, en algún caso. Finalmente, un 30% de las EDAR estudiadas procedían a la digestión anaerobia de fangos con aprovechamiento energético.

### 3.1. Zonas de mezcla: situación actual de aplicación de las NCA a aguas depuradas

Referida a la zona del cauce tras un vertido depurado y tras un determinado tiempo (o espacio) de mezcla de contenidos entre agua del cauce natural y agua depurada de la EDAR, ya la normativa europea las considera y hace

mención incluso a una metodología para aplicarlas. No obstante, este concepto ha de desarrollarse en los planes hidrológicos y en el muestreo llevado a cabo no aparecen claras referencias a su aplicación concreta, salvo en ocasiones muy contadas, de las cuales referimos algún ejemplo:

- En el Plan Hidrológico de Tenerife se ha delimitado como zona de mezcla, para cada conducción, una circunferencia centrada en el punto de vertido y con un radio de 50 m.

- En el Plan Hidrológico de Ceuta (RD 739/2013), se indica que se elaborará y actualizará el inventario de emisiones, vertidos, y pérdidas de las sustancias para las que se han establecido NCA y se delimitarán las zonas de mezcla adyacentes para los puntos en los que se viertan dichas sustancias.

- En el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (RD 1332/2012) se hace constar que se considerará zona de mezcla la zona adyacente a un punto de vertido donde las concentraciones de los diferentes constituyentes del mismo pueden no corresponder al régimen de mezcla completa del efluente y el medio receptor.

En este sentido, un apunte fruto de la práctica: no siempre el vertido depurado de una EDAR empeora la calidad del cauce. En ocasiones (por ejemplo la zona le-

vantina) lo mejora sensiblemente, lo que tal vez debiera significar un trato más favorable de la administración para el gestor de la EDAR. Abundando en lo dicho, el último objetivo de nuestro estudio ha sido el de revisar la situación real de aplicación de las NCA en nuestras EDAR. En este sentido, se extraen varias conclusiones:

- En muchas AV se prohíbe el vertido de sustancias no especificadas, contemplándose solo el vertido de parámetros característicos de la actividad ( $S_{SUSP}$ ,  $DBO_5$ , DQO y/o N, P): esto es imposible de cumplir por parte del explotador, ya que los vertidos domésticos, aguas de escorrentías urbanas y contaminación difusa que llegan a las EDAR contienen sustancias prioritarias y preferentes cuya emisión es simplemente inevitable.

- En general, los valores de emisión para sustancias prioritarias y preferentes no aplican zonas de mezcla, sino directamente las NCA como límite máximo al vertido depurado.

- En algunas AV se limitan metales pesados (Pb, Se, Zn, Hg, Ni, Cr y Cu) con niveles paramétricos más exigentes que los de las NCA, cuando las aguas naturales no es raro que pudieran contener niveles en origen más altos, lo cual puede parecer paradójico.

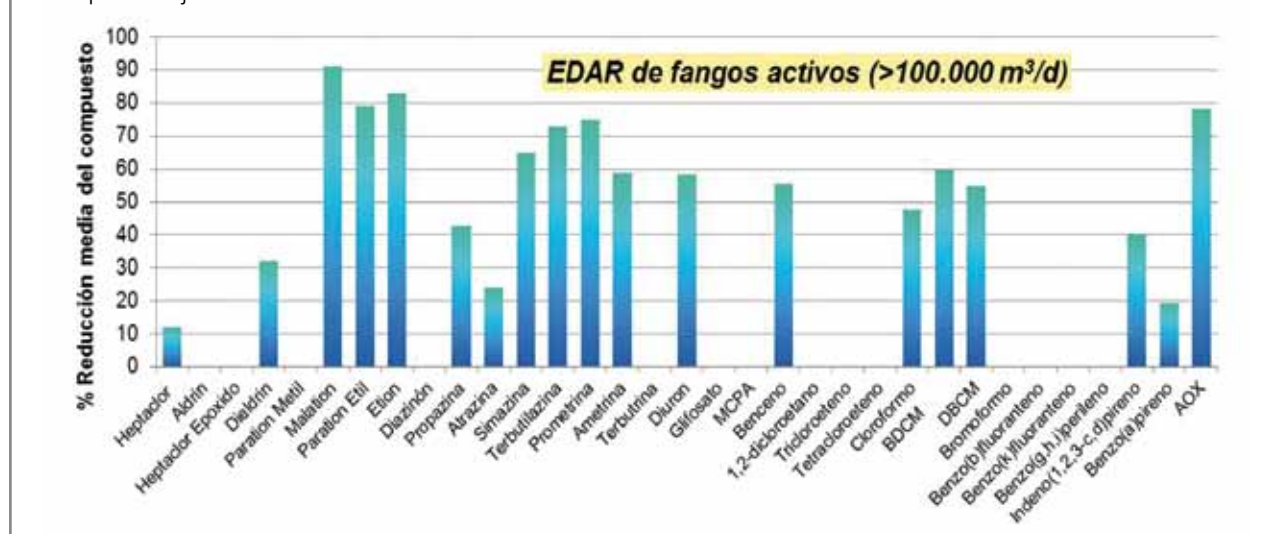
- Como contrapunto, la Agencia Vasca del Agua-URA explicita que las NCA se deben alcanzar en el medio receptor y no en el vertido, lo cual es la excepción a la regla.

**Tabla 2.** Reducción de contaminantes emergentes en EDAR convencionales (biológicas).

Compuestos químicos	% reducción en EDAR	Compuestos químicos	% reducción en EDAR
<b>Bencenos e hidrocarburos aromáticos policíclicos</b>		<b>Compuestos clorados alifáticos</b>	
Bencenos	60-96%	Diclorometano, diclorobrometano, dibromoclorometano	≈ 60%
Naftaleno	69-95%	Cloroformo	51-93%
Fluoranteno	66-97%	Dicloroetano	≈ 94%
Antraceno	32-80%	<b>Plaguicidas</b>	
Benzo(a)pireno, indenopireno	50-78%	Hexaclorociclohexano, etión, paraetiión, metil y etil	40-84%
Benzo(g,h,i)perileno	56-62%	Lindano	32-94%
Benzo(b)fluoranteno	59-76%	Isoproturón, diurón, alacloro, heptacloro	<10%
<b>Halógenos orgánicos</b>	60-80%	Simazina, atrazina	<40%
<b>Clorobencenos y clorofenoles</b>		Diurón, propazina, prometrina, terbutrina, ametrina	40-70%
1,2,5-triclorobenceno	≈ 98%	Clorpirifós, clorfenvinfós	<10-80%
Hexaclorobenceno	70-90%	Endosulfán	46-95%
Clorofonel	≈ 85%	<b>Disruptores endocrinos</b>	
Pentaclorofenol	≈ 85%	Nonilfenoles, octilfenoles	32-95%
		Dietilhexil-ftalatos	50-95%
		Difeniléteres-bromados	>90%



**Figura 5.** Reducción de compuestos emergentes en EDAR biológica durante el período 2007-2014 (valores medios). Nota: porcentajes de reducción inferiores al 5% sin indicar.



Según lo reseñado hasta ahora, ¿existe una alarma sin base de los explotadores por la aplicación directa de la administración de los niveles establecidos en las NCA, cuya infracción supone expedientes sancionadores? ¿Están preparadas nuestras depuradoras biológicas y sin tratamientos terciarios en la gran mayoría, para reducir sustancias prioritarias y preferentes a las tasas exigidas en las NCA? Muy probablemente, no. Y para fundamentar esta respuesta revisemos dos series de datos: la **Tabla 2** sobre el porcentaje de reducción de compuestos emergentes en EDAR biológicas, y la **Figura 5** con el seguimiento concreto de una gran EDAR de fangos activos durante el período 2007-2014 sobre idéntico tema.

Los comentarios que pueden hacerse son esclarecedores: para los compuestos con tasas de reducción inferiores al 60% aproximadamente, según las concentraciones de compuestos del influente puede haber problemas para el cumplimiento de las NCA. Asimismo, los datos de la **Figura 5** presentan una serie de emergentes con reducciones prácticas inferiores al 5%, por ejemplo aldrín, bromoformo, heptacloro epóxido, benzofluoranteno, etc., lo que hace la situación más grave.

Algún ejemplo de lo dicho: la concentración media de nonilfenoles (procedentes de detergentes, sustancia prioritaria) en aguas urbanas es de 7,2 µg/L. Aplicando el mejor resultado de depuración (95%) el nivel en agua depurada sería de 0,36 µg/L, superando el recogido por las NCA, que es de 0,3 µg/L por compuesto individual, no para el total de nonilfenoles presentes en el agua.

Así mismo, los niveles de emisión o límites paramétricos establecidos en las NCA son, en algunos casos, aún más restrictivos que los establecidos para el agua de consumo

en nuestro país. Supongamos un agua de consumo, que cumple la normativa, con una concentración de endosulfán (sustancia prioritaria) de 0,05 µg/L (límite según RD 140/2003, 0,10 µg/L) y de cobre (sustancia preferente) de 0,50 mg/L (límite RD 2,00 mg/L). Cuando este agua se convierte en residual y pasa a depuración en una EDAR municipal, supóngase una reducción del 80% de endosulfán y un 50% de cobre. Conclusión: el agua depurada contendría aún 0,010 µg/L de endosulfán y 0,25 mg/L de cobre, valores sensiblemente más elevados que los de las NCA, que son de 0,005 µg/L y de hasta 0,1 mg/L.

### 3.2. Posible solución: los balances de masas

Demostrada la insostenibilidad de la situación actual con respecto a las NCA, ¿qué pasaría si se aplicara un balance de masas sencillo al agua depurada en una EDAR, considerando las características del cauce al que vierte? ¿Cómo se afectarían los límites de las NCA, hipotéticamente? Nos vamos a permitir desarrollar algún ejemplo al efecto.

Como bases de partida considérese la relación entre caudal del cauce receptor y caudal del vertido depurado, y los niveles de las NCA aplicables y los reales medidos en el cauce. Así, supóngase un cauce natural con una concentración media de contaminante dada, al cual se vierte agua depurada de una EDAR de la zona. Un primer factor corrector podría salir de la diferencia entre nivel de contaminante en el cauce y el recogido en las NCA:  $(C_{\text{PRIMARIA}}) = (\text{Concentración NCA} - C_{\text{CAUCE}})$ . Si  $C_{\text{CAUCE}}$  fuese superior a la de las NCA, la  $C_{\text{PRIMARIA}}$  podría quedar inalterada.

Aplicando el concepto de zonas de mezcla, intentemos calcular un coeficiente corrector que haga mayor el valor establecido en las NCA para el agua depurada, por lo



que la concentración de compuesto en la Autorización de Vertidos ( $C_{\text{AUTORIZACIÓN}}$ ) podría responder a la expresión:  $(C_{\text{AUTORIZACIÓN}}) = (C_{\text{PRIMARIA}} \times F_1)$ . Para el cálculo de  $F_1$  apliquemos una relación entre caudal del cauce y caudal de vertido autorizado de la EDAR. Con respecto al caudal del cauce cabrían varias opciones: % sobre caudal medio, caudal medio, caudal mínimo... Con un criterio de alto respeto ambiental, considérese el caudal mínimo del cauce. Entonces, el factor de mayoración quedaría como:  $F_1 = [Q_{\text{MÍNIMO CAUCE}}/Q_{\text{AUTORIZADO EDAR}}]$ . Caso de que el caudal del medio receptor fuese inferior al volumen de vertido de la EDAR, el factor valdría la unidad.

Además, si se supone que la EDAR evacua a una zona sujeta a alguna figura de protección ambiental (lo cual en realidad, no se halla recogido en la normativa), podría aplicarse un segundo factor corrector  $F_2$ , en este caso inferior a la unidad: por ejemplo, un valor de compromiso de 0,5 que implicaría reducir a la mitad la concentración de compuesto admisible en un primer momento. Con ello la concentración final de compuesto en la Autorización de Vertidos podría ser:  $(C_{\text{AUTORIZACIÓN}}) = (C_{\text{PRIMARIA}} \times F_1 \times F_2)$ . Finalmente, podría aplicarse la salvaguarda de que la concentración admitida no fuese superior, por ejemplo, al doble o triple del límite de las NCA.

Planteado lo anterior, sea la cuenca del río Guadalquivir y el vertido de una EDAR municipal al mismo, el nivel medio de atrazina (sustancia prioritaria) en el cauce es de 0,05  $\mu\text{g/L}$ , y el fijado en las NCA es 0,6  $\mu\text{g/L}$ . Además, el  $Q_{\text{MÍNIMO CAUCE}}$  en la zona es de 5,0  $\text{m}^3/\text{s}$ , mientras el  $Q_{\text{AUTORIZADO EDAR}}$  es de 1,0  $\text{m}^3/\text{s}$ . Aplicando el razonamiento anterior, la  $C_{\text{ATRAZINA}}$  en la Autorización de Vertidos podría cifrarse en 2,75  $\mu\text{g/L}$ . Asimismo, si la zona tiene alguna figura de protección ambiental y se aplica el factor definido más arriba al efecto, la concentración de atrazina podría cifrarse en 1,38  $\mu\text{g/L}$ . Si se aplicase la salvaguarda enunciada al principio, la concentración definitivamente admitida en la AV podría estar entre 1,2  $\mu\text{g/L}$  y 1,8  $\mu\text{g/L}$ .

Para una sustancia preferente, terbutilazina, con concentración en el río de 2,0  $\mu\text{g/L}$ , una limitación en las NCA a 1  $\mu\text{g/L}$ , y parámetros idénticos a los anteriores, la concentración resultante sería de 5  $\mu\text{g/L}$  o 2,5  $\mu\text{g/L}$ , considerando protección ambiental. En todo caso, la concentración en la AV podría oscilar entre 2  $\mu\text{g/L}$  y 3,0  $\mu\text{g/L}$ , aplicando la salvaguarda indicada más arriba.

#### 4. Conclusiones

La mayoría de las EDAR españolas han sido diseñadas para eliminar contaminación convencional ( $\text{DBO}_5$ ,  $\text{DQO}$ ,  $S_{\text{SUSP}}$ ,  $\text{N}$  y  $\text{P}$ , y a otros niveles que los actuales), pero no para tratar sustancias prioritarias o preferentes (emergentes).

En algunos casos y dependiendo de cada EDAR, se pueden eliminar parcialmente algunas de estas sustancias en función de su biodegradabilidad o de sus características físicoquímicas propias, pero no parece ser el caso general.

Ponemos de manifiesto una gran inseguridad y desprotección jurídica de los operadores de las EDAR, teniendo en cuenta las vigentes Autorizaciones de Vertido. En la mayoría de los casos se aplican directamente las NCA o no se autoriza el vertido; en algunos casos hasta se es más estricto que las propias NCA.

Los explotadores consideramos que habría que definir los valores límite de emisión de prioritarias y preferentes aplicando balances de masas, en desarrollo del concepto de zonas de mezcla en el medio receptor, como se indica por la propia administración. Incluso, aplicando las salvaguardas que garanticen niveles de contaminantes moderados en aguas depuradas.

Para eliminar tasas significativas de contaminación emergente, cuando no se alcance el buen estado químico de las masas de agua, se ha de contemplar una planificación de medidas en los planes hidrológicos con soporte económico adecuado, así como bonificaciones a los gestores.

La planificación contaría con actuaciones de eliminación de la contaminación en origen para contaminantes problemáticos y, en el último caso, se considerarían plazos para adaptar las EDAR existentes a la problemática de los contaminantes emergentes, implementando tecnologías avanzadas (carbón activo, oxidación con  $\text{O}_3$ , UV y otras).

Esto, a su vez, conllevaría un aumento de los costes de inversión y explotación de las EDAR, que ha de recogerse en las tarifas o precios del agua a los usuarios, para aplicar el principio de recuperación de costes que exige la Directiva Marco del Agua. Sin embargo, considerando la situación económica actual, se antoja un tema controvertido.

#### Bibliografía

- [1] Abellán Soler, M.; Lardín Mifsut, C.; Morales Caverro, E.; Pastor Alcañiz, L.; Martínez Muro, J.L.; Santos Asensi, J.M.; Ibáñez Martínez, M.; Hernández Hernández, F. (2013). Tecnoagua, núm. 4, págs. 22-28.
- [2] AEAS (2002). Aguas residuales industriales. Origen, caracterización y efectos sobre las instalaciones públicas de saneamiento y depuración.
- [3] AEAS (2007). Guía práctica de actuación en materia de inspección de vertidos a redes de saneamiento. Grupo de Trabajo de Inspección de Vertidos-Comisión V.
- [4] Marín Galván, R.; Ripollés Pascual, F.; Santateresa Forcada, E.; Lahora Cano, A.; González Canal, I.; Mantecón Pascual, R.; Rodríguez Amaro, R. (2009). Tecnología del Agua, núm. 313, págs. 40-54.
- [5] Mantecón Pascual, R. (2012). Manual técnico para el control e inspección de redes de saneamiento. Ed. del autor, vol. 1-2, Barcelona.
- [6] Marín Galván, R. (2012). Procesos físicoquímicos en depuración de aguas. Teoría, práctica y problemas resueltos. Ed. Díaz de Santos, Madrid (y ref. citadas).
- [7] Marín Galván, R. (2013). VirtualPro (on line), núm. 134, págs. 1-24.
- [8] Marín Galván, R. (2015). Aplicación de las normas de calidad ambiental a las EDAR. Actas de las XXXIII Jornadas Técnicas de AEAS, págs. 323-333.
- [9] Unión Europea. Source control options for reducing emissions of priority pollutants (ScorePP). Sixth Framework Programme, Sub-Priority 1.1.6.3, Global Change and Ecosystems Project no. 037036, www.scorepp.eu, Duration: 1 October 2006-30 September 2009. 