

Análisis de los flujos y tasas de degradación de contaminantes emergentes en la EDAR de Galindo (Bizkaia)

Autores: A. Ortuzar³, A. Sáez¹, I. González², S. Paunero² y F. Mijangos¹.

¹Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940-Leioa. Bizkaia.

² Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia. San Vicente nº 8, Edificio Albia I 4ª planta, 48001-Bilbao. Bizkaia.

³ Dpto. Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940-Leioa. Bizkaia.

arritxu.ortuzar@ehu.eus

Resumen

El consumo de fármacos y otros productos de alto impacto ambiental (CE) ha crecido incesantemente durante las últimas décadas y con ello sus concentraciones ambientales, dado que tales productos se vierten incontroladamente desde hogares, centros de asistencia y hospitales a las redes de colectores de aguas residuales.

A pesar de que, en general, estas sustancias son parcialmente degradadas en las plantas de tratamiento (EDAR), en ocasiones se encuentran concentraciones preocupantes de tales productos así como de sus metabolitos y/u otros productos derivados de su degradación en los vertidos a ríos y estuarios.

Por los mismos motivos, en los sólidos resultantes del tratamiento de aguas también se encuentra una fracción importante del vertido original y sus derivados. Evidentemente, la presencia de CE en biosólidos u otros sólidos provenientes del tratamiento de aguas residuales puede ser un obstáculo insalvable para la recuperación de nutrientes y el retorno al suelo del carbono orgánico mediante la incorporación de los lodos a los suelos; si bien tal retorno es necesario para la fertilidad de cualquier suelo y en particular para la de los suelos áridos, abundantes en España.

Con el objetivo de realizar una evaluación del riesgo en relación a los CE y sus metabolitos en las aguas tratadas, así como el cálculo de las tasas de eliminación a través de los lodos y degradación microbológica; en este trabajo se analiza la información general disponible y se realiza una evaluación de la cantidades y flujos tratados en la EDAR de Galindo (Bizkaia) a partir de analíticas realizadas en el vertido final.

La exposición humana a CE vía lodos en agricultura debe ser evaluada y comparada con otras vías exposición (directa, hogar, aire, etc.). La resistencia a los antibióticos es un tema de preocupación general y debe ser particularmente considerado.

Palabras Clave: fármacos, impacto ambiental, lodos, retorno.

Introducción

Las sustancias químicas son una parte esencial de nuestras vidas diarias: se usan en productos de salud y consumo, en la producción de alimentos y en una gama creciente de tecnologías ambientales, por nombrar solo algunos ejemplos. Entre ellas, se encuentran los contaminantes emergentes o de interés emergente (CE).

Éstos no son necesariamente nuevos productos químicos, por el contrario, generalmente estaban ya presentes en el medioambiente y se producen y consumen masivamente, por lo que no necesitan ser persistentes para causar efectos sobre la salud (Arbeláez, 2015).

Sin embargo, su presencia y toxicidad están siendo evaluados ahora, por lo que no están todavía incluidos en los programas de seguimiento sistemático de las aguas superficiales de la Unión Europea.

Su regulación según sus posibles efectos y toxicológicos y sus niveles en el medio acuático es imperiosa. En este sentido surge la Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de agosto de 2013, que completa la directiva marco sobre el agua 2000/60/CE y se convierte en su anexo X, que establece la identificación de sustancias "prioritarias" por sus riesgos sobre el medio ambiente y la salud de la población.

Las emisiones de CE al medio ambiente pueden ocurrir en todas las etapas de su ciclo de vida, desde la producción, el procesamiento, la fabricación y el uso en los sectores de producción río abajo o desde el público en general hasta su eventual eliminación (Figura 1).

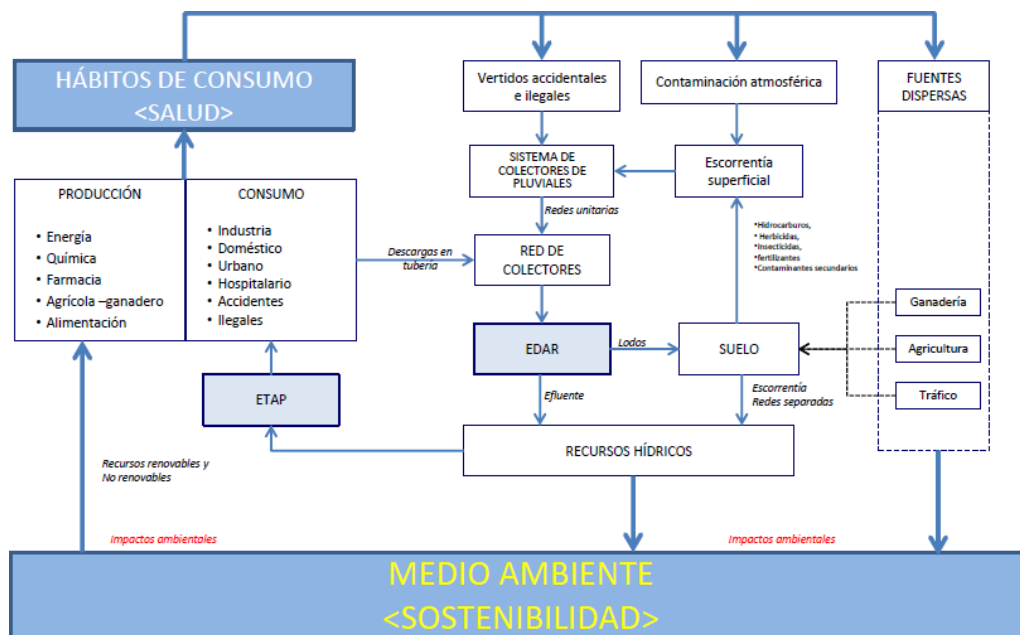


Figura 1. Representación del ciclo de vida de los CE

Respecto a la eliminación, los lodos que se producen en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), tienen consideración de residuo y por tanto, según la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, les es de aplicación el principio de jerarquía de residuo.

En consonancia, y según datos del Registro Nacional de Lodos, en España, ha primado como destino final de los lodos su utilización agrícola (aproximadamente el 80% de los generados), se ha reducido en gran medida el depósito en vertedero (aproximadamente el 8%), y la incineración ha aumentado (en torno a un 4%) (MAPAMA, 2018).

Mediante la aplicación directa de los lodos a suelo agrícola se mejoran las fitopropiedades del suelo y se reduce su escorrentía y, con ello, la erosión superficial.

Además, la aplicación de estos lodos reduce el empleo de fertilizantes de origen químico, lo que supone una reducción paralela en el aporte de nitrógeno mineral más fácilmente disponible y lixiviable, disminuyendo el riesgo de contaminación por nitratos en el perfil del suelo. Sin embargo, también han de considerarse las sustancias no deseadas captadas de las aguas residuales que finalmente han llegado a los lodos.

En este sentido, el marco legal que regula la aplicación de los lodos de depuradoras a los suelos agrícolas determina valores límite de metales pesados y obliga a tratar los mismos de manera que se reduzcan su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización (MAPAMA, 2018).

Del mismo modo, habrán de tenerse en cuenta también los CE; ya que, si bien durante el tratamiento de aguas residuales y de los lodos se eliminan cantidades importantes de contaminantes orgánicos, muchos de estos contaminantes tienen propiedades lipofílicas y, dependiendo de las cantidades iniciales presentes, su lipofilia y el grado de destrucción durante el tratamiento de las aguas residuales y el tratamiento del lodo, pueden transferirse a los lodos de aguas residuales en concentraciones que varían desde valores inferiores a ng kg^{-1} hasta % de los sólidos secos (Clarke y Smith, 2011).

Por ello, el objetivo de este trabajo consiste en realizar una evaluación del riesgo en relación a los CE y sus metabolitos en las aguas tratadas y los lodos resultantes tomando como referencia la EDAR de Galindo.

Tabla 1. Cantidad de CE en las aguas de entrada y salida de la EDAR de Galindo

FAMILIA	ENTRADA	SALIDA
	Dosis/año	
ANALGESICO	2.58E+05	0.00E+00*
ANTIINFLAMATORIOS	6.28E+06	4.60E+06
ACE	3.43E+07	4.57E+07
ANTIBIÓTICOS	9.42E+04	6.41E+04
ANTIEPILÉPTICO	7.71E+05	6.94E+05
β -BLOQUEANTE	3.29E+06	4.02E+06
CAFEINA	4.18E+07	6.67E+05
ANSIOLÍTICO	4.57E+07	5.59E+07
COLESTEROL	1.87E+04	1.49E+03
HORMONAS	2.05E+06	1.68E+05
DESINFECTANTES	8.24E+04	3.73E+04
DROGAS ILÍCITAS	1.94E+05	6.09E+04

(*) < Límite de cuantificación

Materiales y Métodos

La estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Galindo, sita en Sestao (Bizkaia) pertenece al Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia.

En esta EDAR se trata un caudal del orden de 125.000.000 m³/año y una carga contaminante de 1.546.000 habitantes equivalentes.

En el estudio realizado por Tekniker (2010), se analizó la concentración de 114 compuestos correspondientes a fármacos, hormonas, otros compuestos considerados como contaminantes emergentes y drogas de abuso en agua residual (aguas de entrada a la EDAR) y su grado de eliminación en un sistema de depuración convencional (aguas de salida EDAR) según datos bibliográficos analizados, capacidad de caracterización de los diferentes compuestos e información interna de estudios realizados en EDAR en España.

En el presente estudio, se calculan las dosis ponderadas a la salida y la entrada de la EDAR a partir del mencionado informe. Para ello, se suma la concentración de las sustancias por familias y se divide por la media ponderada de dosis para cada familia (WHO, 2017, Tabla 1).

Por otro lado, se tomó un compuesto por familia y se calculó su coeficiente de degradación (kd) (L kg⁻¹) relacionando los datos de concentración de cada compuesto en lodos encontrados en la literatura (Arbeláez, 2015, Canadian Council, 20010, Castillo, 2016, Martin y cols., 2012, Jelic y cols. 2010) y la concentración del mismo componente en el agua de salida (Tekniker, 2010).

A partir de kd, se pudo establecer el coeficiente de degradación de cada compuesto sustrayendo de la diferencia de cantidad del mismo entre las aguas de entrada y salida la cantidad en el lodo, y relacionándolo con la cantidad del compuesto en el caudal de entrada (Tabla 2).

Resultados y Discusión

En el agua de entrada la mayor cantidad detectada es de 4.57E+07 dosis/año y corresponde a la familia de los ansiolíticos mientras que la menor, 1.87E+04 dosis, corresponde al colesterol.

En el agua de salida, la cantidad de los compuestos mencionados que se detectan llega hasta 5.6 E+7 dosis por año para los ansiolíticos (Tabla 1).

En los lodos, destaca la alta cantidad de las dosis del antibiótico Norfloxacin, mientras que la cafeína y la progesterona no aparecen en los mismos (Tabla 2).

Tabla 2. Flujo, concentraciones y tasas de degradación de CE en lodos de la EDAR de Galindo

Familia-CE	kd	DEGRADACION			LODOS		
	(L/kg)	(%)	kg/año	dosis/día	mg/kg lodo	kg/año	dosis/día
ANALGESICO-Acetaminofeno	30000	99	766	699	0,30	7,43	6,8
ANTIINFLAMATORIOS-Ibuprofeno	10	99	1453	3317	0,30	7,43	17,0
ANTIBIÓTICOS-Norfloxacin	21000	(**)	-104	-356	4,20	103,95	356,0
ANTIÉPILÉPTICO-Carbamezapina	49	92	70	191	0,26	6,44	17,6
β -BLOQUEANTE-Atenolol	100	98	25	910	0,02	0,50	18,1
CAFEINA	0	100	16455	112703	0,00	0,00	0,0
ANSIOLÍTICO-Diazepam	1	(**)	0	-41	0,01	0,15	40,7
REDUCTORES COLESTEROL-Genfibrozil	1780	97	271	727	0,36	8,81	23,7
HORMONAS FEMENINAS-Progesterona	0	100	1739	52951	0,00	0,00	0,0
PERFLUORADOS-PFOS	41	100	595	905	0,07	1,83	2,8
DROGAS ILÍCITAS-Cocaína	500	100	443	1012	0,05	1,24	2,8

(**) datos inconsistentes.

Conclusiones

Es imperioso el establecimiento de un listado de CE que monitorizar puesto que los fármacos y otros compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales y los derivados de su degradación son muy variados.

La exposición humana a CE vía lodos en agricultura debe ser evaluada y comparada con otras vías exposición (directa, hogar, aire, etc.). Entre otros, la resistencia a los antibióticos es un tema de preocupación general y debe ser particularmente considerado.

La eliminación en EDAR de los CE es muy variable y difícil de predecir. La incineración de lodos puede ser una solución energéticamente apropiada para la eliminación de lodos y los CE. Pero hay una pérdida de valor: COT, N, P, K, S y micronutrientes.

Referencias

- Arbeláez, P.A. (2015). *contaminantes emergentes en aguas residuales y de río y fangos de depuradora*.
- Canadian Council (2010). *Emerging substances of Concern in Biosolids: Concentrations and Effects of Treatment Processes. Final Report – Literature Review*, CCME Project # 447-2009.
- Castillo, J.R. (2016). *Ciencia Analítica sin fronteras: contaminantes emergentes*.
- Clarke Bradley O, and Smith Stephen R. (2011) *Review of 'emerging' organic contaminants in biosolids and assessment of international research priorities for the agricultural use of biosolids*.
- Martin y cols. (2012). *Occurrence of pharmaceutical compounds in wastewater and sludge from wastewater plants*.
- Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y Medio Ambiente. *Lodos de depuración de aguas residuales*. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/lodos-depuradora/>
- Jelic y cols. (2010). *Occurrence, partition and removal of pharmaceuticals in sewage water and sludge during wastewater treatment*. *Water Research*, 2010
- Tekniker (2010). *Contaminantes emergentes en el agua caracterización, degradación y monitorización*.
- WHO collaborating Centre for Drug Statistics Methodology (2017). *ATC/DDD index*. https://www.whocc.no/atc_ddd_index/