



Revista Virtual Pro
ISSN 1900-6241
Bogotá, Colombia
info@revistavirtualpro.com
www.revistavirtualpro.com

2013

Rafael Marín Galvín

Vigilancia y control de vertidos a sistemas públicos de saneamiento: situación actual de
las aguas residuales urbanas en España

EMACSA

Córdoba, España

Vigilancia y control de vertidos a sistemas públicos de saneamiento: situación actual de las aguas residuales urbanas en España

(Control of Effluents to Public Network Sewage: Current Situation of Urban Wastewater in Spain)

Rafael Marín Galvín¹

Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. EMACSA

Córdoba, España

rmargal@emacsa.es

Resumen

La sostenibilidad ambiental tiene una notable incidencia en el entorno urbano y, dentro de este, la minimización de los impactos asociados a la contaminación de las aguas residuales urbanas que se aportan a los sistemas públicos de saneamiento debe ser un referente al objeto de lograr una optimización en el funcionamiento de las depuradoras de aguas residuales urbanas o municipales. Si bien, en principio, un agua residual es una vía idónea para eliminación de desechos, pueden aplicarse rutinas viables para no convertir los saneamientos en recipientes que contengan tal variedad de contaminantes y en tal cantidad que la depuración se haga prácticamente imposible.

Esto implica potenciar la práctica de reducción de contaminación en origen, puesto que no hay contaminación más fácil de eliminar que aquella que no ingresa en un agua residual. Así pues, especialmente en el campo de los vertidos de aguas residuales industriales, es necesaria e imprescindible una periódica labor de inspección y control de vertidos. Se presenta aquí la situación actual en España, que puede ser extrapolable a muchos países de similares características socioeconómicas.

Palabras clave: medio ambiente, agua potable, recursos hídricos, disponibilidad del agua, uso racional del agua, gestión del agua, conservación del agua, sostenibilidad, aguas residuales industriales, red de saneamiento, tratamiento de agua, EDAR, metales pesados, sustancias prioritarias, sustancias preferentes, España

¹ Coordinador Grupo Inspección Vertidos y Laboratorio. Comisión V de la Asociación Española de Abastecimientos de Aguas y Saneamiento. Jefe de Control de Calidad, Calidad y Medio Ambiente (EMACSA) C/ De los Plateros, 1; 14006-Córdoba (España)

Abstract

Environmental sustainability has a remarkable incidence in the urban context. The reduction of impacts related to urban wastewater pollution discharged into the public network sewage must be focused to achieve optimization of urban or municipal wastewater treatment plants. Even though wastewater is a suitable route for eliminating residues, it can be applied viable routines to prevent a purification inability of sewage system due to such a variety and quantity of pollutants contained in those residues. This implies to implement the reduction pollution at source since the easiest way of eliminating contamination is the one that does not enter in wastewater. Therefore, it is imperative to undertake a regular inspection and control of discharges. This paper deals with current status of that subject in Spain, which can be extrapolated to many countries of similar socioeconomic characteristics.

Keywords: environment, drinking water, water resources, water availability, rational use of water, water management, water policies, water conservation, sustainability, industrial wastewater, network sewage, water treatment, WWTP, heavy metals, priority substances, preferential substances

Introducción al sector del agua en España

Según la última encuesta periódica (2010) de la Asociación Española de Abastecimientos de Aguas y Saneamiento AEAS (2012), el sector del agua en España se gestiona en forma de empresas públicas en 39%, como empresas privadas en 36% y como empresas de capital mixto en 13%. Es de destacar asimismo que hasta 8% de los municipios del país gestionan directamente el servicio.

La facturación total del sector abarcó un total de 4528 hm³/año, con una dotación media de 260 de litros habitante/año de agua suministrada, siendo el precio medio del metro cúbico de agua abonado por el usuario de 1,83 euros. Por su parte, el coste del servicio para explotador se divide entre 58% para potabilización y distribución de agua de consumo (agua potable), 16% para saneamiento y 26% restante para depuración y vertido de las aguas depuradas a cauces naturales según las normativas aplicables (Real Decreto 509/1996; Real Decreto 606/2003; Real Decreto Ley 4/2007; Real Decreto 907/2007).

En este sentido, 66% de las aguas residuales españolas se somete a tratamiento de depuración secundario —integrado por pretratamiento, tratamiento primario, seguidos de fundamentalmente depuración biológica—, 33% a tratamientos terciarios —filtración, membranas, ósmosis, desinfección, entre otros—, mientras que 1% restante solo recibe tratamiento primario (AEAS, 2012).

Los sistemas de saneamiento público se ocupan de retirar eficazmente del usuario —doméstico, comercial o industrial— las aguas residuales que este genera en su rutina diaria. Así, estos líquidos se convierten en un vehículo que engloba diferentes sustancias de desecho —orgánicas, inorgánicas, biodegradables o poco o nada biodegradables— y que, al final, se lleva hacia las instalaciones de depuración de aguas residuales ubicadas al final del sistema de saneamiento (*end pipe wastewater treatment*) (Metcalf & Eddy, Tchobanoglous, Burton y Stensel, 2003; Marín, 1995; Novotny, 2003; Nemerow y Dasgupta, 1998; Marín, 2003).

Las aguas residuales de carácter urbano o municipal contienen un alto contenido de materia orgánica biodegradable carbonada y nitrogenada (Metcalf & Eddy *et al.*, 2003; Marín, 1995; Novotny, 2003), lo que posibilita su depuración en estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR o en inglés *wastewater treatment plant*) que habitualmente operan mediante tratamiento biológico y que depuran

núcleos singulares o agrupados de población de forma idónea. El tipo de contaminación que acceda desde el saneamiento a la EDAR facilitará más o menos, lógicamente, su ulterior depuración.

Ante esto pueden plantearse varias cuestiones:

- ¿Cuál es la tipología actual de las aguas residuales urbanas o municipales?
- ¿Qué problemas pueden provocar en los saneamientos urbanos y las EDAR?
- ¿Por qué y cómo pueden controlarse estas aguas residuales o vertidos?
- ¿Con qué mecanismos reglamentarios se cuenta para ello?

Por lo dicho, el objetivo de este trabajo es responder a las cuestiones planteadas más arriba desde el punto de vista de la práctica concreta seguida en España en los últimos doce años, la cual ofrece resultados positivos. La experiencia reseñada podría servir de pauta sobre el tema en países de similares condicionantes socioeconómicos y ambientales.

Vertidos urbanos: aguas residuales domésticas e industriales

El control de vertidos de aguas residuales, bien sea a cauce o a saneamientos públicos, se basa en tres requerimientos: respeto y preservación del medio ambiente, cumplimiento de las normativas sectoriales aplicables y mantenimiento de la calidad del agua depurada o subproductos de depuración para su posterior valorización. Por su parte, la composición de los vertidos urbanos engloba asimismo a tres contribuciones con características diferentes: aguas residuales de procedencia doméstica, aguas residuales no domésticas —industriales o comerciales— y aguas de lluvias y similares que conforman la denominada *contaminación difusa* —por ejemplo, escorrentías internas en centros industriales en el caso de ciudades, o lixiviados agrícolas y ganaderos para vertidos a cauce público— (Metcalf & Eddy *et al.*, 2003; Marín, 1995; Novotny, 2003; Nemerow y Dasgupta, 1998; Marín, 2003), difícilmente previsible.

Históricamente, las aguas de procedencia doméstica han contenido esencialmente carga orgánica biodegradable, mientras que las aguas industriales han sido ricas en los contaminantes específicos de cada actividad industrial (Marín, 2002; AEAS, 1997; Marín, 2012a; Mantecón, 2005; Marín, 2009a). No

obstante, esta situación está cambiando rápidamente.

Con respecto a las aguas residuales vertidas a saneamientos, la tabla 1 presenta las características medias de estos efluentes en la actualidad en España. Se observa una relación DQO/DBO₅ en torno a 1,75 y que el contenido en metales pesados no suele superar el nivel de 1 mg/L. Además, la emisión de aguas residuales domésticas sigue una pauta horaria muy definida, con dos máximos de emisión de caudal y niveles de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos en suspensión alrededor de las 12:00 de la mañana (el más acusado) y de las 20:00 horas, y de dos mínimos alrededor de las 4:00 horas (el más importante) y de las 16:00 h (Metcalf & Eddy *et al.*, 2003).

Tabla 1. Características medias del agua residual urbana en España (datos 2006-2010)

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Concentración agua bruta</i>
DBO ₅	mg/L	400
DQO	mg/L	700
Sólidos en suspensión	mg/L	400
Nitrógeno	mg/L	40
Fósforo	mg/L	10
pH	u. de pH	7,2
Conductividad	μS/cm	1000
Grasas	mg/L	100
Total metales	mg/L	<1,00
Cloruros	mg/L	270
Fenoles	mg/L	<0,5
Cianuros	mg/L	<0,05

Fuente: elaboración propia (2013)

Las aguas residuales industriales de procedencia no domiciliaria están compuestas por tres componentes principales: aguas de proceso —procedentes de la propia manufactura llevada a cabo en la industria y que suelen tener alta contaminación, en ocasiones muy poco biodegradable—, aguas de refrigeración de equipos —con muy pocos contaminantes, en principio— y aguas sanitarias —origen fecal y asimiladas a domésticas— (Nemerov y Dasgupta, 1998; Marín, 2003; Marín, 2002; AEAS, 1997; Marín, 2012a; Mantecón, 2005; Marín, 2009a).

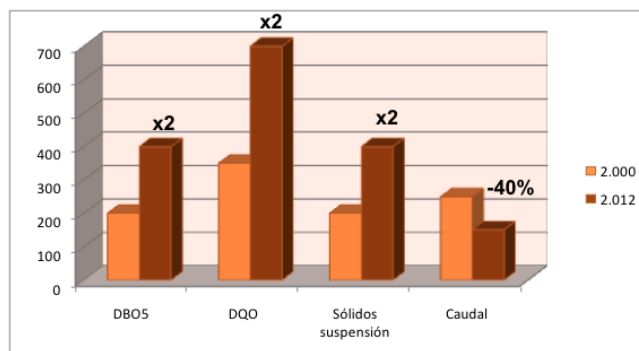
En general, las aguas industriales integradas se caracterizan por poseer pautas de evacuación muy variables —desde pocos L/h a centenares de m³/h— y en diferentes franjas horarias dependiendo de cada caso concreto, un bajo contenido biodegradable —salvo en el sector alimentario y afines— y diverso contenido en sustancias con alto potencial contaminante y, en general, refractarias a la depuración convencional biológica. La tabla 2 compara la potencia contaminante de varias aguas residuales industriales con la del agua residual doméstica para valores unitarios de DBO₅ y de sólidos en suspensión que se toman como referencia.

Tabla 2. Estimación comparativa de las cargas contaminantes de las aguas residuales domésticas frente a la de algunas aguas residuales industriales

<i>Origen</i>	<i>DBO₅</i>	<i>Sólidos en suspensión</i>
Aguas residuales domésticas	1	1
Efluentes de papeleras	16 a 1330	100 a 6000
Efluentes de curtidos y tenerías	24 a 48	40 a 80
Efluentes textiles	1 a 360	130 a 580
Efluentes de conserveras	8 a 800	3 a 440
Efluentes de fabricación de levaduras	30 a 100	1,5 a 10
Efluentes de cerveceras	1 a 100	1 a 50

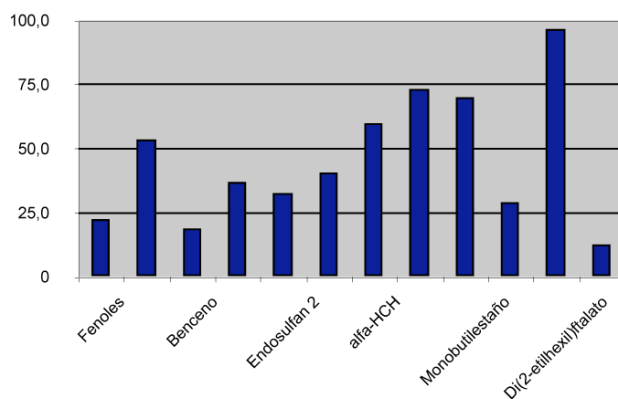
Fuente: elaboración propia (2013)

Si bien las aguas residuales domésticas y las industriales tienen, en principio, características diferentes, la situación parece ir convergiendo. Así, la figura 1 muestra la evolución en los últimos doce años en España de los parámetros típicos en la investigación de un agua residual urbana: DBO₅, DQO, sólidos en suspensión, así como de caudal (AEAS, 2012). Los niveles de los tres primeros se han incrementado al doble, mientras que el caudal tratado se ha reducido 40%. Es evidente que las aguas residuales españolas están ahora mucho más cargadas —con más alto poder contaminante— que hace pocos años (Marín, Ripollés, Santateresa, Lahora, González, Mantecón *et al.*, 2009; Marín, 2010; Marín, Mantecón, González, Ripollés, Santateresa y Navarro, 2010), con los problemas derivados de tal circunstancia.

Figura 1. Evolución de la carga contaminante de las aguas residuales urbanas en España en los últimos doce años

Fuente: elaboración propia (2013)

Siguiendo con esta cuestión, también se ha comprobado que contienen en la actualidad contaminantes que solo se encontraban en las aguas residuales de procedencia industrial. Esta afirmación viene avalada por recientes estudios llevados a cabo en diversos saneamientos de España en el período 2006-2010 (Marín *et al.*, 2009; Marín, 2010; Marín *et al.*, 2010) que han puesto de manifiesto que muchas aguas residuales esencialmente domésticas contenían concentraciones más altas de varios compuestos orgánicos de síntesis que el conjunto de las aguas residuales integradas de las poblaciones investigadas. La figura 2, donde se muestra todo esto, ha de interpretarse como el porcentaje de cada compuesto presente en las aguas residuales puramente domésticas de los saneamientos que ha superado al valor medido en las aguas integradas que llegan a las EDAR, tomado como referente.

Figura 2. Algunos compuestos cuya concentración en aguas residuales domésticas ha sido más alta que la correspondiente en aguas residuales integradas de saneamientos

Fuente: elaboración propia (2013)

Este hecho se puede explicar considerando que, en los últimos años, el uso de productos domésticos en los hogares a escala mundial (también en España) se ha incrementado notablemente por la variación de los hábitos de vida cotidianos y que los restos del empleo de estos productos —cosméticos, disolventes, analgésicos, antiinflamatorias, plásticos alimentarios, antibióticos, fitosanitarios, entre otros—, dotados de una elevada potencia contaminante, se evacúan al agua residual de las poblaciones a través de inodoros, cocinas, lavabos, riegos y prácticas de jardinería, en ocasiones realizándose vertidos domésticos directos que no respetan una práctica elemental de segregación de residuos a escala domiciliaria (Marín *et al.*, 2010). La tabla 3 presenta una síntesis del origen de algunas de las sustancias detectadas en los saneamientos españoles, donde se puede apreciar que su fuente es tanto industrial como doméstica.

Tabla 3. Origen de contaminantes en aguas residuales domésticas

ORIGEN DE ALGUNAS SUSTANCIAS DETECTADAS

- ✓ **Metales (Cu, Zn, Pb, Cr):** conducciones domésticas de agua, productos de limpieza, aseo personal, tráfico urbano, mobiliario urbano (corrosiones), acumulación de suciedad de viario público
- ✓ **HAP:** tráfico, calefacción
- ✓ **Cloroformo, diclorometano:** cloración aguas, disolventes
- ✓ **Xilenos, toluenos, cloroetilenos:** desengrasantes, disolventes
- ✓ **Insecticidas, fitosanitarios:** control de plagas, jardinería
- ✓ **Alquilfenoles:** detergentes, productos de limpieza, cosméticos, recubrimientos de envases
- ✓ **Compuestos organo-estánicos:** pinturas, barnices, tratamientos de maderas, prendas textiles
- ✓ **Ftalatos:** aditivo de plásticos (chupetes y otros productos infantiles)

OTRAS SUSTANCIAS NO INVESTIGADAS ESPECÍFICAMENTE

- ✓ **Medicamentos**
- ✓ **Disruptores endocrinos**
- ✓ **Analgésicos**
- ✓ **Drogas variadas..**

Fuente: elaboración propia (2013)

En resumen, las aguas residuales urbanas —sometidas posteriormente a procesos de depuración mayoritariamente biológicos— cada vez contienen sustancias progresivamente más refractarias a su eliminación convencional. Además, esta situación se agrava considerando que las normativas sobre aguas depuradas en España (que tienen su fuente en la Unión Europea) van tipificando cada vez más variedad de contaminantes y en niveles paulatinamente más bajos —las denominadas sustancias prioritarias y preferentes—. Ver al respecto la tabla 4 (Marín *et al.*, 2009; Marín, 2010; Marín *et al.*, 2010).

Tabla 4. Contaminantes emergentes considerados en la reglamentación española vigente (RD 60/2011 de 21 de enero, BOE 19 de 22-1-2011, normas de calidad ambiental en aguas)

(a) Sustancias prioritarias

Alacloro	Aldrín, Dieldrín, Endrín, Isodrin (Suma)	Hexaclorobutadieno	Pentaclorofenol
Antraceno	DDT total	Hexaclorociclohexano	Benzo(a)pireno
Atrazina	p,p'-DDT	Isoproturón	Benzo(b)fluorante no+Benzo(k)fluorante no
Benceno	Dicloroetano	Plomo y sus compuestos	Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno
Difeniléteres bromados	Diclorometano	Mercurio y sus compuestos	Simazina
Cadmio y sus compuestos	Dietilhexil-ftalato	Naftaleno	Tetracloroetileno, Tricloroetileno
Tetracloruro de carbono	Diurón	Níquel y sus compuestos	Compuesto tributilestaño
Cloroalcanos (C ₁₀₋₁₃)	Endosulfán	Nonilfenol y 4-Nonilfenol	Triclorobencenos
Clorfenvinfós	Fluoranteno	Octilfenol	Triclorometano
Clorpirifós	Hexaclorobenceno	Pentaclorobenceno	Trifuralina

(b) Sustancias preferentes

Etilbenceno	Cromo total
Tolueno	Selenio
Tricloroetano	Zinc
Xileno (suma 3 isómeros)	Cianuros totales
Terbutilazina	Fluoruros
Arsénico	Clorobenceno
Cobre	Diclorobenceno (suma 3 isómeros)
Cromo IV	Metalocloro

Fuente: elaboración propia (2013)

Afección de los vertidos urbanos sobre los sistemas de saneamiento público

Las aguas residuales que discurren por los saneamientos en su camino hasta las depuradoras municipales pueden plantear varios problemas:

Figura 3. Deterioro de las redes de saneamiento: fisuras y roturas

Fuente: elaboración propia (2013)

Figura 4. Izquierda, acumulación de grasas en un pozo de registro; derecha, restos sólidos extraídos en una estación elevadora de la red de saneamiento

Fuente: elaboración propia (2013)

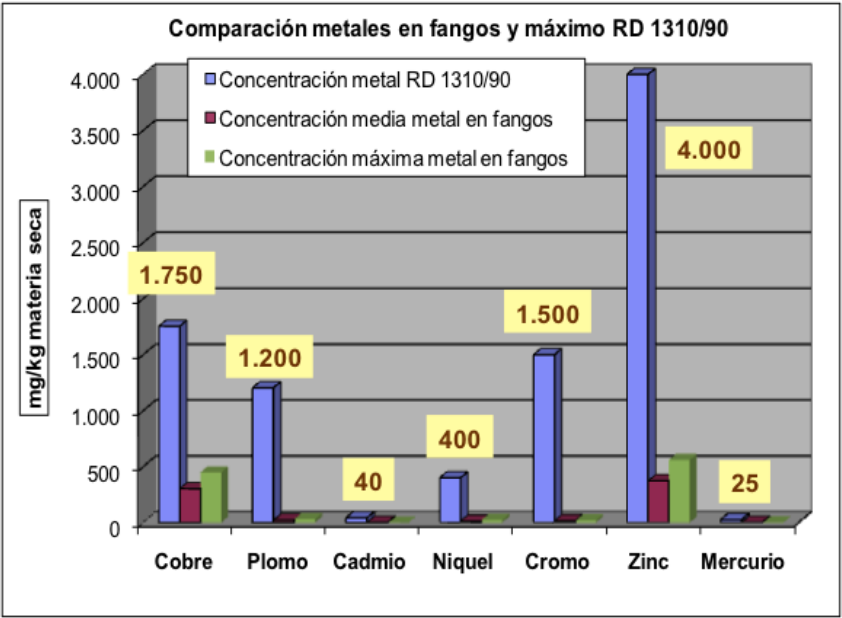
- Afecciones de carácter físico sobre las redes de colectores de aguas residuales, con fisuras, roturas y deterioro más o menos grave de los elementos estructurales que los componen (figura 3)
- Obstrucción al libre flujo del agua residual por acumulación de restos sólidos, ya sea en el origen

en el agua o bien por fenómenos de aglutinamiento o agrupación de sólidos más pequeños (figura 4). Como efecto derivado, estaría la rotura de colectores o equipos de bombeo, emisión de olores, salida de efluentes al medio urbano, contaminación del freático, entre otros.

- También la presencia de sustancias contaminantes refractarias a la depuración —esencialmente compuestos orgánicos de síntesis— implicaría el funcionamiento deficiente de las depuradoras, con emisión de aguas tratadas al medio fuera de las calidades marcadas y su consiguiente incidencia ambiental negativa (Real Decreto 509/1996; Real Decreto 606/2003; Real Decreto Ley 4/2007; Real Decreto 907/2007). Aquí también debe destacarse la presencia de sustancias con características biotóxicas o que dificulten la actividad de la flora microbiana de las depuradoras biológicas, la cual se vería muy afectada por esta circunstancia. Recuérdese que la recuperación de un tratamiento biológico en una depuradora es cuestión de semanas o incluso meses.
- Dentro de esto, destacar que el incumplimiento de límites de depuración en aguas depuradas tiene el efecto colateral de impedir la reutilización del agua tratada por dificultar su posterior proceso de regeneración (Marín, 2009b). Esto en países como España, de climatología general seca, en que 22% del agua depurada que se emplea después en reutilización (riegos, agricultura, jardinería, otros usos) puede ser especialmente grave (AEAS, 2012).
- Por otro lado, los contaminantes de un agua residual se eliminan en depuración mediante dos vías: metabolización vía microbiológica o degradación vía química; o más comúnmente, acumulación en los fangos de depuración. En este segundo caso se estaría dificultando la posterior reutilización de estos, puesto que del total de los fangos producidos en España, hasta 86% son empleados en uso agrícola o compostaje (AEAS, 2012). En este sentido, para que esta utilización esté permitida, se deben cumplir las correspondientes normativas sobre limitación en la concentración de ciertos metales pesados con especial incidencia ambiental (Real Decreto 1310/1990). A modo de ejemplo, la figura 5 recoge una comparación entre los valores límite de metales recogidos en la reglamentación española y los medidos en el fango de depuración obtenidos en la ciudad de Córdoba durante los últimos dos años. Además, recientes estudios indican la aparición en fangos de depuradoras españolas de compuestos orgánicos de síntesis, que si bien aún no cuentan con restricciones reglamentarias, sí pueden alertar sobre la incidencia negativa de su empleo en agricultura u otros usos (tabla 5) por su posibilidad de promover la contaminación de los sustratos tratados (AEAS y PROMEDIO, 2012).

- Finalmente, la presencia de contaminantes en los saneamientos puede provocar problemas sanitarios sobre personas, especialmente el personal encargado de explotación en saneamientos y depuradoras, por inhalación de gases más o menos tóxicos (sulfhídrico), explosiones (metano), infecciones, entre otros (Real Decreto 1310/1990).

Figura 5. Contenido en metales pesados limitados en el fango de depuración de la ciudad de Córdoba (se incluyen límites aplicables según normativa vigente)



Fuente: elaboración propia (2013)

Tabla 5. Compuestos orgánicos encontrados en los fangos de una depuradora española

Parámetro mg/Kg	Concentración
Halógenos orgánicos (AOX)	718
Detergentes (LAS)	3295
Dietil ftalatos	6
Nonil-fenil-fenoles	12
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	1
Bifenilos policlorados	<1
Dioxinas	0,007

Fuente: elaboración propia (2013)

Control de vertidos a los sistemas de saneamiento público

Por todo lo dicho, se hace imprescindible controlar y vigilar todos los vertidos —sobre todo los de procedencia no doméstica— que se hagan a cualquier sistema de saneamiento público. En este sentido, el fundamento del control de vertidos a saneamientos se basa genéricamente en tres cuestiones: necesidad de respetar el medio ambiente (urbano y cauces naturales), cumplimiento de las reglamentaciones sectoriales aplicables y, como se comentó más arriba, garantizar la posibilidad de reutilización de las aguas depuradas regeneradas, así como de los subproductos de depuración (fangos), de acuerdo a las normativas en cada caso aplicables.

Con respecto al primer apartado, las aguas depuradas en España deben cumplir con las características recogidas en la tabla 6. En caso de incumplir estos niveles se tratarían como vertidos fuera de norma y acarrearían al gestor de la depuradora las consiguientes sanciones.

Tabla 6. Límites paramétricos que deben cumplir las aguas depuradas en España para su vertido a cauces públicos

Parámetro	unidades	Límites
DBO ₅	mg/L	25
DQO	mg/L	125
Sól. Suspens.	mg/L	35
Fósforo tot.	mg/L	1 ^(*) – 2
Nitrógeno tot.	mg/L	10 ^(*) –15

Fuente: elaboración propia (2013)

Además de lo indicado más arriba, que en realidad serían los *contaminantes convencionales* del agua residual, hay que considerar la paulatina implantación de la restricción en la emisión de los contaminantes no convencionales, ya antes referidos como *sustancias prioritarias y preferentes* (ver tabla 4). Obsérvese que la eliminación o reducción a límites admisibles de estos contaminantes, caso de encontrarse en un agua residual, no es en muchos casos simple (Metcalf & Eddy *et al.*, 2003; Novotny, 2003; AEAS y PROMEDIO, 2012; Marín, 2012b) ni se consigue aplicando las técnicas de depuración convencionales.

Por ello, un sistema eficaz para el seguimiento, inspección, comprobación y verificación de los vertidos efectuados a saneamientos debe llevar aparejada una importante infraestructura técnica así como un

personal de contrastada cualificación, debiendo contar con técnicas analíticas de vanguardia. La práctica del control se inicia con la identificación de los puntos de vertido a inspeccionar, continuando con la aplicación de rutinas de muestreo y tomas de muestras del agua residual, tanto puntuales como integradas, e incluso secuenciadas a lo largo de 24 horas, al objeto de conocer la pauta emisiva de cada industria (AEAS, 2007; Mantecón, 2012).

Posteriormente, la identificación de muestras para facilitar su trazabilidad, su transporte al laboratorio y, finalmente, las propias analíticas a practicar, ayudarán en el informe final de resultados analíticos que validará o no el cumplimiento de las reglamentaciones aplicables al vertido industrial en concreto, y que puede tener además derivaciones económicas para el empresario.

En cuanto al aspecto reglamentario, las normativas sectoriales en España sobre control de vertidos y aguas residuales se estructuran en tres escalones: uno estatal que aplica las normativas procedentes de la Unión Europea y de obligatorio cumplimiento en todos los países miembros, otro de ámbito municipal (o de agrupación de municipios en muchos casos) y, entre estos, otra serie de normativas de carácter regional. Sin entrar en colisión unas normas con otras, se presentan aspectos en ocasiones no suficientemente claros para el gestor del saneamiento y con distintos requerimientos (AEAS y PROMEDIO, 2012; Marín, Mantecón y Díaz, 2006a; Marín, Mantecón y Díaz, 2006b).

Baste decir como ejemplo, que en la aplicación del denominado Registro de Emisión de Contaminantes al medio o Reglamento E-PRTR, con origen en la Unión Europea (Real Decreto 508/2007), que especifica la obligación de informar de hasta 89 sustancias (contaminantes convencionales, compuestos orgánicos y metales pesados) cuya carga contaminante (caudal vertido por concentración de sustancia) supere ciertos límites para aguas depuradas en depuradoras de más de 100 000 habitantes-equivalente, existen criterios ciertamente distintos en las diferentes regiones españolas (comunidades autónomas).

Quedaría ahora por abordar cómo se estructura la gestión del control de vertidos. Aquí deben mencionarse nuevamente a diferentes estamentos o administraciones: el propio Estado, los gobiernos regionales, los ayuntamientos o agrupaciones de ayuntamientos. Según los últimos datos disponibles, la actividad de control de vertidos a saneamientos es ejercida de forma mayoritaria por ayuntamientos y agrupaciones de ayuntamientos o consorcios municipales con más de 75% del volumen de todas las

entidades del país (Marín *et al.*, 2006a; Marín *et al.*, 2006b).

En todo caso y aparte de las cuestiones técnicas e infraestructuras inherentes a un servicio de control de vertidos —toma de muestras, investigación, emisión de informes, toma de actuaciones si son pertinentes—, es indispensable contar con un refrendo reglamentario que soporte legalmente a toda esta actividad. Se trata de las denominadas *ordenanzas de vertidos*, las cuales regulan todos los aspectos técnicos, administrativos y jurídicos de la cuestión, y suelen tener en general ámbito municipal, ya que en España la competencia sobre el saneamiento de aguas negras y grises corresponde al municipio, según la vigente Ley de Bases de la Administración Local.

En concreto, todas las ordenanzas de vertidos fijan unos puntos comunes que son los siguientes (AEAS, 2007; Marín *et al.*, 2006b):

- Reglamentación de los vertidos industriales a los saneamientos
- Regulación de las autorizaciones de vertidos
- Regulación de los controles e inspecciones a aplicar a los vertidos industriales
- Obligaciones de los vertedores
- Limitación de contaminantes y caudales admisibles para un uso idóneo del saneamiento
- Aspectos fiscales (en algunos casos, desarrollados en ordenanzas fiscales aparte)
- Exigencia en su caso de pre-depuración antes del vertido a red
- Actuaciones ante incumplimientos de las normas sobre vertidos
- Expedientes sancionadores y sanciones

Pasemos revista brevemente a los apartados más relevantes de este tipo de reglamentaciones.

Ordenanzas de vertidos: aspectos técnicos

- Definición de mecanismos prácticos y eficaces para valoración de la incidencia registrada
- Establecimiento de mecanismos efectivos para que se produzca el cese del vertido fuera de norma
- Exigencia de sistemas para minimización de incidencias al vertedor
- En su caso, reseña de las circunstancias que puedan obligar a la instalación de sistemas de pre-depuración por parte del vertedor antes de la evacuación del agua industrial al saneamiento

general

- Clarificación e inmediatez para valoración de daños
- Ante la reiteración de incumplimientos paramétricos, incluir mecanismos de creciente responsabilidad llegando finalmente a la clausura de la acometida de vertido
- Obligación de que se cuente con un sistema de autocontrol de vertidos por parte del vertedor como forma de contrastar resultados y de garantía para la propia industria
- Metodología de toma de muestras: pueden ser puntuales, muestras integradas, muestras compuestas, con diferente frecuencia y pautas horarias y temporales
- Utilización de técnicas de laboratorio sistematizadas (normas UNE, normas ISO, buenas prácticas de laboratorio) por parte del controlador
- Idoneidad profesional contrastable en los técnicos integrantes del servicio de control de vertidos
- Validación del sistema de calidad aplicado
- Posibilidad de suministrar muestras de contraste al vertedor para comprobación de resultados
- Sistematización del análisis por terceros para muestras en desacuerdo gestor-industria
- Definición clara de *incumplimiento paramétrico*. En este aspecto, y si bien los parámetros analíticos considerados en las diferentes ordenanzas varían entre municipios, los esenciales suelen repetirse. Así, por ejemplo, en la tabla 7 se recogen los parámetros limitados en más de 25% de las ordenanzas españolas, de las cuáles se cuenta con más de 3000 para los 8000 municipios del país. Además, más de 40% de las comunidades autónomas cuentan con leyes regionales sobre control de vertidos (Mantecón, 2012).

Tabla 7. Ordenanzas de vertidos españolas: parámetros considerados en más de 25% de las 3000 ordenanzas existentes en el país

Aceites	Cadmio	Cromo total	Fenoles	pH alto
Aluminio	Cianuros	Cromo VI	Fluoruros	pH bajo
Amoníaco	Zinc	DBO ₅	Hierro	Selenio
Arsénico	Cloruros	Detergentes	Manganeso	Plomo
Bario	Cobre	DQO	Mercurio	Sólidos suspens.
Boro	Conductividad	Estaño	Níquel	Sólidos sedim.
Sulfatos	Sulfuros	Temperatura	Toxicidad	Fósforo total
Pesticidas	Nitrógeno amoniacal	Monóxido de carbono	Plata	Cromo III
Sulfitos	Nitrógeno total	Sólidos gruesos	Aldehidos	Cloro
		Nitrógeno nítrico		

Fuente: elaboración propia (2013)

- También en relación con lo anterior, se debe contar con tablas claras que califiquen los vertidos como permitidos y los que son no permitidos
- Finalmente, indicar la referencia para los sistemas de medición o estimación de caudales que sean aplicables: métodos *on-line*, puntuales, aforos

Ordenanzas de vertidos: aspectos administrativos

- Definir quién es responsable del control de vertidos a la red pública y quién responsable de la explotación de EDAR, puesto que pueden no ser los mismos actores
- El responsable de la depuración (es decir, de las EDAR) es el responsable de los daños a cauces públicos. En España es el Dominio Público Hidráulico —aguas superficiales— y el Dominio Público Terrestre-Marítimo —aguas marinas— (Real Decreto 509-1996; Real Decreto 907/2007)
- Se debe dar la máxima publicidad a la ordenanza o reglamento a escala local
- Se debe instaurar una sistemática lo más clara posible sobre las Autorizaciones Vertidos: solicitudes, documentación, condiciones y plazos. Cualquier vertedor a un saneamiento (doméstico o no doméstico) tiene que estar autorizado por su gestor
- Potenciación de Autorizaciones Temporales Vertidos para casos concretos. Esto es útil para la resolución de problemáticas de vertidos en industrias con casuísticas particulares
- Establecimiento de sobrecargas económicas o tasas diferenciadas (canon por mayor carga) para los vertidos con cargas contaminantes más altas dentro de cada saneamiento
- Procedimiento para comunicación de los incumplimientos a los vertedores, con validez plenamente oficial mediante diferentes medios —correo, fax, *e-mail*, PDA— con acuses de recibo
- Los boletines de análisis de características de los vertidos, así como los informes, tienen que estar firmados por el técnico competente del gestor del control de vertidos
- Se tiene que contar con una clarificación administrativa en los procedimientos a instruir por vertidos fuera de norma, responsabilidades y expedientes sancionadores
- Definiciones de los distintos grados de gravedad asociada a las infracciones cometidas
- Establecimiento de procedimientos de *bonificaciones* por prácticas ambientalmente limpias en materia de vertidos: instalación de sistemas de depuración de vertidos (Marín, 2012b). Como ejemplo práctico, se tiene el caso de una empresa con un vertido de 10 000 m³/semestre que

instala un sistema de depuración propio. El agua tratada es de mejor calidad y, en consecuencia, la reducción de su canon por mayor carga contaminante es amortizada en solo tres o cuatro años (Córdoba, 330 000 habitantes–España) para una inversión de 160 000 euros (US\$200 000). Además, el valor añadido de la empresa como comprometida con la sostenibilidad ambiental es muy importante en su trabajo diario de cara al ciudadano.

Ordenanzas de vertidos: aspectos económicos

- Clarificación de los tipos de tarifas aplicables al vertedor y fórmulas de cálculo por mayor carga contaminante. El coste de la depuración debe comprender un aspecto de carga contaminante general admisible, que se ajuste a todas las industrias, y otro de sobrecarga con costes más altos en los casos en que esto pueda ocurrir.
- Asimismo deberán aplicarse conceptos económicos por el uso de fuentes de aguas propias de la industria ajenas al suministro del líquido de consumo general del municipio.
- Establecimiento de sistema de valoración de daños a instalaciones y similares por vertidos fuera de norma a fin de recuperar los costes derivados de estas situaciones por parte del gestor.
- Tipificación de cuantías aplicables por infracciones de diferente gravedad —contaminación y caudales—. Es importante que el industrial conozca de antemano los costes derivados ante prácticas de vertidos fuera de norma.
- Definición de las formas de abono aplicables: mecanismos de flexibilidad
- Posibilidad del traslado de las responsabilidades imputadas al gestor del saneamiento por parte del organismo de cuenca —administración encargada de la guardería de los cauces hídricos naturales— al vertedor, siempre y cuando se demuestre que estos incumplimientos sean provocados a su vez por vertidos fuera de norma al saneamiento que hayan generado malfuncionamiento en las depuradoras municipales o en el conjunto del saneamiento público.

Como consideración final, un servicio de control de vertidos no tiene que ser una actividad empresarial deficitaria desde el punto de vista económico. Del control de vertidos a saneamientos se obtienen unos ingresos para el municipio cifrados en la gestión de las autorizaciones y permisos de vertidos a empresas, tasas y cánones de mayor carga contaminante, así como sanciones en su caso.

Además, un control eficaz de vertidos puede ayudar a que las depuradoras actúen de forma óptima en función de poder evitar prácticas fuera de norma por parte de las empresas, con lo que se minimizan las sanciones por los vertidos de aguas depuradas a cauces públicos, se favorece el valor añadido de la reutilización del agua depurada —que significa un *input* para el gestor de la depuración (Marín, 2009b)— e incluso se posibilita la mejora en las características de los fangos de depuración que, al poder ser gestionados en aprovechamientos agrícolas, dejarían de ser considerados como residuos peligrosos, reduciendo de forma notable el coste económico derivado de su gestión.

Sirva el ejemplo del saneamiento de Valencia (España), donde el control de vertidos industriales ha supuesto un ahorro de 12 millones de euros (US\$15 millones) en la gestión de fangos desde 2005 al reducir drásticamente la emisión de metales pesados por parte de las industrias al saneamiento. De esta forma, los lodos generados se adecuaban a la normativa correspondiente (ver figura 5) para aprovechamiento agrícola y no había necesidad de gestionarlos como residuos peligrosos, lo que hubiera encarecido notablemente su costo (AEAS y PROMEDIO, 2012; Escribano, 2011).

Conclusiones

- Cualquier sistema de saneamiento público debe contar con una actividad de control y vigilancia de los vertidos recibidos, tanto domiciliarios, como no domésticos e industriales.
- La inspección y el control de vertidos siempre estará apoyada en ordenanzas o reglamentos. Estas normas deben tocar aspectos técnicos, administrativos y económicos.
- Se han de estructurar mecanismos que incentiven la pre-depuración, también lógicamente desde el punto de vista económico para el potencial infractor. Las sanciones establecidas deben enfocarse hacia una finalidad disuasoria, no recaudatoria.
- El municipio o gestor del saneamiento tendrá que contar con un servicio propio o contratado para llevar a cabo las inspecciones y las comprobaciones de los vertidos y las industrias, lo cual no tiene que ser económicamente desfavorable.
- Debe propiciarse la implicación entre la administración, las empresas y la ciudadanía en la preservación del medio ambiente urbano.
- Finalmente, es imprescindible la aplicación de políticas de control en origen de contaminantes,

tanto a escala doméstica como industrial.

Agradecimientos

A todos los componentes del Grupo de Inspección de Vertidos y Laboratorio de la Comisión V de Aguas Residuales de la Asociación Española de Abastecimientos de Aguas y Saneamiento (AEAS), ya que este artículo es una síntesis de sus trabajos de los últimos años.

Referencias

- AEAS (2012). “Suministro de agua potable y saneamiento en España. XII encuesta nacional”. Madrid: autor.
- AEAS (2007). “Guía práctica de actuación en materia de inspección de vertidos a redes de saneamiento”. Madrid: autor.
- AEAS (1997). *Aguas residuales industriales. Origen, caracterización y efectos sobre las instalaciones públicas de saneamiento y depuración*. Madrid: autor.
- AEAS y PROMEDIO-Diputación de Badajoz (2012, julio). “Actas del Tercer Encuentro sobre Inspección y Control de vertidos a Sistemas Públicos de Saneamiento”. Badajoz: autores.
- Escribano, F. (2011, junio). “El control de vertidos como herramienta de optimización de costes y gestión del saneamiento público”. Ponencia presentada en las XXXI Jornadas Técnicas de AEAS, Cartagena, España.
- Mantecón, R. (2012). *Manual técnico de inspección de saneamientos*. Barcelona: autor.
- Mantecón, R. (2005, mayo). “Estudio de la contaminación industrial en el área metropolitana de Barcelona”. Ponencia presentada en las XXV Jornadas Técnicas de AEAS, Palma de Mallorca, España.
- Marín, R. (2012a). “Inspección y control de vertidos a sistemas públicos de saneamiento: situación actual, costes, normas de calidad ambiental y riesgos asociados”. *Tecnología del Agua*, 32(342), 88-97.
- Marín, R. (2012b). *Procesos físico-químicos en depuración de aguas. Teoría, práctica y problemas resueltos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Marín, R. (2010). “Situación actual de la carga contaminante de las aguas residuales urbanas españolas: el caso de Córdoba frente al resto del país”. *TecnoAmbiente*, 207, 5-11.
- Marín, R. (2009a). “Inspección y control de vertidos a saneamientos públicos: situación actual y nuevos retos”. *Tecnología del Agua*, 29(312), 70-75.
- Marín, R. (2009b). “El reto de la reutilización de aguas usadas: tratamiento intensivo de aguas residuales”. *Tecnología del Agua*, 29(309), 28-42.

- Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Marín, R. (2002). “Vigilancia y control de los principales vertidos industriales a la red de saneamiento de Córdoba”. *Tecnología del Agua*, 22(228), 48-58.
- Marín, R. (1995). *Análisis de aguas y ensayos de tratamiento: principios y aplicaciones*. Barcelona: GPESA.
- Marín, R., Mantecón, R., González, Í., Ripollés, F., Santateresa, E. y Navarro, J. (2010). “Impactos de la contaminación de origen doméstico y no industrial sobre los SISP”. *Infoenviro*, 58, 103-110.
- Marín, R., Mantecón, R. y Díaz de Durana, B. (2006a). “Ordenanzas de vertidos como herramienta para lograr un más eficaz control de vertidos a las redes de saneamiento público”. *Tecnología del Agua*, 26(277), 84-93.
- Marín, R., Mantecón, R. y Díaz de Durana B. (2006b, junio). “Hacia una gestión eficaz del control de vertidos en las redes de saneamiento público”. Ponencia presentada en las XXVI Jornadas Técnicas de AEAS, La Coruña, España.
- Marín, R., Ripollés, F., Santateresa, E., Lahora, A., González, Í., Mantecón, R. *et al.* (2009). “Contaminación convencional, sustancias prioritarias y contaminantes emergentes en saneamientos públicos españoles”. *Tecnología del Agua*, 29(313), 40-54.
- Metcalf & Eddy Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F. y Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Novotny, V. (2003). *Water Quality. Diffuse Pollution and Watershed Management* (2nd ed.). New York: J. Wiley & Sons, Inc.
- Nemerow, N.L. y Dasgupta, A. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Real Decreto 508/2007 (2007, 20 de abril), *Boletín Oficial del Estado*. No 96, 21 de abril de 2007, p. 17686-17703.
- Real Decreto Ley 4/2007 (2007, 13 de abril), *Boletín Oficial del Estado*. No 90, 14 de abril de 2007, p. 16450-16451.

Real Decreto 907/2007 (2007, 6 de julio). *Boletín Oficial del Estado*. No 162, 7 de julio de 2007, p. 29361-29398.

Real Decreto 606/2003 (2003, 23 de mayo). *Boletín Oficial del Estado*. No 147, 6 de junio de 2003, p. 22071-22095.

Real Decreto 509/1996 (1996, 15 de marzo). *Boletín Oficial del Estado*. No 77, 29 de marzo de 1996, p. 12038-12041.

Real Decreto 1310/1990 (1990, 29 de octubre). *Boletín Oficial del Estado*. No 262, 1 de noviembre de 1990, p. 32339-32340.