



¿Cómo se valora económicamente la mayor carga contaminante que llega a las EDAR?

Cuanto más exhaustivo sea la inspección y el control de vertidos en un saneamiento, mejor será el resultado obtenido, aunque ningún control puede evitar que ocasionalmente se produzcan vertidos fuera de norma al saneamiento. Por eso, esta actividad debe buscar mecanismos que no la conviertan en una rémora económica dentro del ciclo integral del agua, aplicando lo establecido en la Directiva Marco del Agua sobre la recuperación de costes. En este sentido, la carga contaminante que llega a un saneamiento, procedente de muchos de los vertedores industriales del mismo, puede ser más alta que la aportada por la gran mayoría del resto de vertedores. Esto supone un sobre coste de recogida y depuración en relación al resto de los usuarios del saneamiento. Por consiguiente, se hace necesario valorarla económicamente y aplicar este importe a los implicados, al objeto de no perjudicar ni al gestor del saneamiento ni a los otros vertedores.

Palabras clave

Control de vertidos, Directiva Marco del Agua, agua residual industrial, red de saneamiento, carga contaminante.

¿HOW DO WE QUANTIFY THE HIGHER POLLUTANT LOAD IN OUR SANITATION?

The most hard wastewater control, the better result obtained in the exploitation of sanitation: this is true. Nevertheless, any control can guarantee the absence of undesirable pollutant events. On the other hand, this activity don't must to be an economic obstacle in the integrated water cycle by applying the established in the Water Framework Directiva about the cost recovery. This said, the pollutant load present in sanitation and there evacuated by a majority of industrial wastewater, is commonly more high than of the rest of users: this supposes an overcost by the sanitation manager and almost a comparative grievance against other users. So, this article is focused to present the different forms to economically valuate this pollutant overload.

Keywords

Wastewater control, Water Framework Directive, industrial wastewater, sanitation network, pollutant load.

Rafael Marín Galvín
jefe de Control de Calidad
y Gestión de Sistemas
de la Empresa Municipal
de Aguas de Córdoba

Íñigo González Canal
jefe del Departamento de Vertidos
Industriales del Consorcio de Aguas
Bilbao Bizkaia



1. INTRODUCCIÓN

Los vertedores de aguas usadas a cualquier saneamiento son todos aquellos sujetos individuales o colectivos que consciente o inconscientemente hacen uso del agua, bien potabilizada o bien sin tratamiento incluso, generando su evacuación a la red de colectores de aguas residuales.

Imaginemos una instalación industrial que para su proceso productivo emplea tanto agua de la red de distribución de agua de consumo, como aportaciones de fuentes de captación propias, y cuyo excedente en forma de aguas residuales industriales se incorpora al saneamiento. Aguas residuales industriales que podrían estar o no depuradas en una instalación al efecto.

U otro caso típico que es el del usuario doméstico, que evacua aguas residuales de carácter domiciliario ligadas a la vida diaria: aguas grises, enjuagues de restos de alimentación, lavados de ropas, pequeños restos de productos de uso doméstico (que no debieran evacuarse sin más al saneamiento, por cierto).

También recuérdese el impacto en los saneamientos de las aguas naturales no utilizadas en una colectividad (veneros, manantiales, pozos, arroyos..) y que por tal motivo se integran en la red de colectores del saneamiento. Finalmente, en el caso de aguas pluviales procedentes de episodios de lluvias en las ciudades, los imbornales ubicados en toda la extensión urbana recogen tanto estas aguas de lluvia como las de arrastres de viales públicos, parques y jardines, y otros equipamientos tanto comerciales como industriales, como particulares expuestos a las lluvias.

En la **Figura 1** se recoge una visión de todas las aguas residuales y vertidos que acceden en última

instancia a las redes de saneamiento: compruébese la variedad de características ligadas a cada tipo de efluente. Por ello, las ordenanzas y reglamentos de vertidos se ocupan de establecer unos límites en la carga contaminante de los vertidos recibidos en un saneamiento al objeto de que este funcione adecuadamente. En función de la carga contaminante admisible, aquella para la cual el saneamiento y las instalaciones de depuración están diseñados, se calculan los importes económicos a gravar por saneamiento, alcantarillado y depuración a usuarios domésticos e industriales del servicio.

En el caso de aguas residuales y vertidos que superan los límites establecidos en las normativas locales o autonómicas, se establecen diferentes fórmulas de valoración de estas cargas más altas, tanto por criterios de incremento de costes de transporte en red y depuración para el gestor del saneamiento, como a fin de evitar el agravio comparativo para el resto de vertedores que cumplen estrictamente con los límites generales impuestos. A plantear una visión actualizada sobre las

diferentes formas de monetizar las sobrecargas contaminantes recibidas en nuestros saneamientos se dedica este artículo.

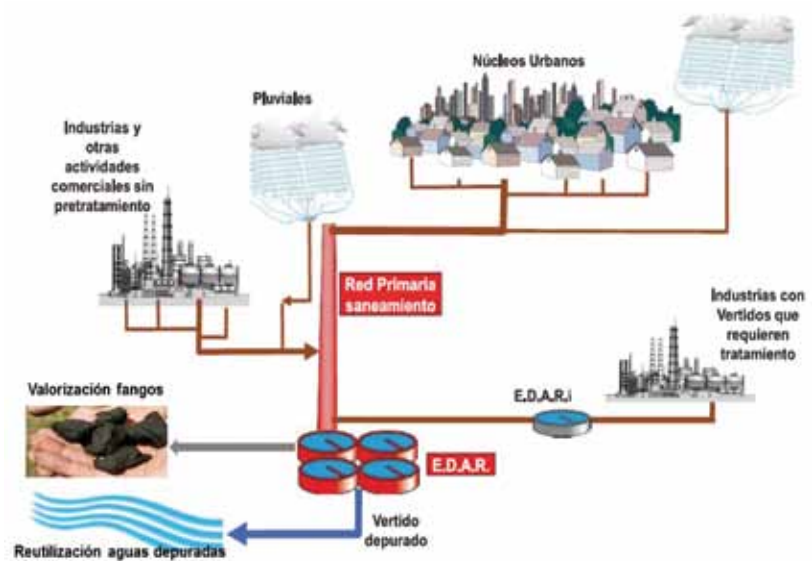
2. MONETIZACIÓN DE LA MAYOR CARGA CONTAMINANTE

Cualquier ordenanza o reglamento de vertidos establece en el ámbito de su aplicación los valores de carga, en realidad concentración, de las sustancias o parámetros que pueden verterse libremente al saneamiento al haberse constatado previamente dos circunstancias claves:

- Que dichas cargas contaminantes pueden ser depuradas de acuerdo a los estándares aplicables en las instalaciones de depuración disponibles en el saneamiento, con lo que se minimizarían episodios de vertidos depurados fuera de norma al medio natural.

- Que habría que dejar un margen de admisión de carga contaminante suplementaria para aquellos vertedores que, por circunstancias diversas, habitualmente debieran evacuar una más alta contaminación que la regulada como general.

FIGURA 1. Fuentes de emisión de carga contaminante a los saneamientos.



Una vez comprobados tales extremos se establecerían los límites generales de admisión de contaminantes a dicho saneamiento. Estos límites se aplicarían a todos los vertedores de las redes con las excepciones antes apuntadas de aquellas industrias a las que se les permitiese una evacuación de más altas cargas contaminantes por circunstancias justificadas. Se trataría ahora de cuantificar económicamente la situación derivada de estos últimos vertedores, que emitirían cargas o concentraciones superiores a las generales, siempre y cuando la afectación de estas sobrecargas contaminantes pudiera, en última instancia, ser adecuadamente depurada en el propio saneamiento.

A fin de aproximarse a la situación general de admisión de contaminación a los saneamientos, se toman los datos recabados por el Grupo de Inspección de Vertidos y Laboratorio de la Comisión V de AEAS, en un trabajo periódicamente actualizado sobre ordenanzas de vertidos en España. Así, la **Tabla 1** presenta una serie de los parámetros más habitualmente legislados en las normativas sobre vertidos a saneamientos, indicando el abanico de concentraciones existente en las mismas. A estos valores, normalmente se los toma como referentes en cada saneamiento para aplicar mayores cargas contaminantes.

Así mismo, cuando se generan mecanismos de monetización de mayor contaminación, además de la propia carga del vertido, se aplican otros conceptos derivados de la necesidad de arbitrar mecanismos singulares para gestionar este tipo de vertidos. De la aplicación de todos, o de algunos, saldrá el valor económico de la mayor carga contaminante aplicable.

TABLA 1			
RANGO DE CONCENTRACIONES (MG/L) ESTABLECIDAS EN LAS ORDENANZAS Y REGLAMENTOS DE VERTIDOS ESPAÑOLES PARA VARIOS PARÁMETROS LIMITADOS EN LAS MISMAS			
Parámetro	Promedio	Máximo	Mínimo
Aceites	159,1	500	40
Aluminio	16,7	30	1
Amoniaco	62,5	300	15
Arsénico	1,1	1	1
Bario	17	30	0,1
Boro	3,9	10	1
Cadmio	0,6	1,5	0
Cianuros	3,8	10	0,5
Zinc	7,4	20	1
Cloruros	1.886,4	2.500	800
Cobre	3,6	10	0,2
Conductividad	4.475	7.500	500
Cromo total	5	10	2,5
Cromo VI	1,1	5	0,1
DBO ₅	661,7	1.000	50
Detergentes	10	30	3
DQO	1.346,4	2.000	300
Estaño	5	10	2
Fenoles	7,3	50	0
Fluoruro	11,6	20	5
Hierro	19,4	150	1
Manganeso	4,7	10	0,2
Mercurio	0,2	1,5	0
Níquel	5,4	10	0,2
Nitrógeno total	84,7	250	50
ph inferior	5,8	7,5	3,5
ph superior	9,7	11	9
Plomo	1,3	3	0,1
Fósforo total	32,6	75	14
Selenio	1,1	10	0
Sólidos en suspensión	657,3	1.000	20
Sólidos sedimentables	64,6	600	0
Sulfatos	1.187,5	2.000	500
Sulfuros	4,7	20	0,5
Temperatura	41,8	65	30
Toxicidad	37,1	50	15



» En España se llevan a cabo una media de 145 inspecciones por técnico del servicio, con un total de 114 muestras tomadas al año. El coste medio de cada inspección se sitúa en 210 euros, la gestión administrativa de cada inspección se valora en 175 euros y el coste medio de un análisis es de 188 euros

En cualquier caso, la aplicación de sobrecostes por mayor carga viene genéricamente dimanada de la Directiva 2000/60/CE Marco del Agua, que establece la "recuperación de costes" en el servicio prestado, así como por la Ley de Bases Administrativas Locales, en la que el abastecimiento y saneamiento del agua tiene competencia municipal si bien puede ejercerse bajo diferentes fórmulas empresariales.

2.1. COSTE DE LA INSPECCIÓN Y CONTROL DE VERTIDOS

Se inicia este recopilatorio por el propio seguimiento que ha de llevarse a cabo para controlar vertidos, es decir, el coste de todo el proceso de la inspección y control de vertidos aplicado. Como información práctica, los últimos datos manejados por el sector para un servicio de inspección y control de vertidos operativo actualmente en España indican que:

- Se llevan a cabo una media de 145 inspecciones por técnico del servicio con un total de 114 muestras tomadas al año.
- Se visitan unas 49 industrias al año, determinándose analíticamente un total de 1.037 parámetros.
- El coste medio de cada inspección se sitúa en 210 €.
- El coste medio de cada muestreo puntual se valora en 55 € y el del muestreo integrado en 95 €.

- En cuanto al coste medio de un análisis, se cifra en 188 €.
- Finalmente, el coste por gestión administrativa de cada inspección se valora en 175 €.

2.2. TIPOLOGÍA DEL COSTE ECONÓMICO

Con respecto al tipo de figura impositiva aplicable, se puede hablar de tarifas (impuestos), tasas o precios públicos, siendo la diversidad de fórmulas importante, sobre todo dependiendo en gran medida de la figura empresarial que adopte el gestor del saneamiento, como ya se apuntó anteriormente: empresa privada, empresa pública, administración local, empresa mixta, etc.

Como breve introducción a este tema (complejo) puede indicarse que un impuesto no implica una contraprestación directa y determinada al sujeto pasivo (vertedor) y que suele tener una gradación adaptada a la capacidad contributiva del sujeto pasivo. En cuanto a las tasas, en ellas sí hay contraprestación directa y determinada y la causa principal de la aplicación de las mismas es el disfrute de la contraprestación, en este caso, la recogida y depuración del vertido.

Finalmente, en relación a los precios públicos, se trata de contraprestaciones recibidas por un ente público como consecuencia de prestar servicios o actividades administrativas.

2.3. FORMAS DE ABONO: PLAZOS

Habitualmente la percepción de los conceptos económicos por mayor carga contaminante pueden ser periódicos, cuando se establecen unos valores dados de contaminación aceptada tanto por el gestor como por el vertedor, y plasmada en la correspondiente autorización o permiso de vertidos. Se suele facturar, de común acuerdo, mensualmente, bimensualmente o con otros plazos. Caso de valorar en cada ocasión la mayor carga aportada al saneamiento por el vertedor, sería la facturación en función de cada evento de evacuación de mayor carga producido por el vertedor.

2.4. CAUDALES

La medida de los caudales aportados al saneamiento es crítica por cuanto determina, junto a la concentración de contaminante, la carga aportada. Siempre se busca el consenso entre gestor y vertedor lo que redundará beneficiosamente en el sistema.

Un primer sistema puede ser la equiparación de caudal consumido de agua de red y caudal vertido. Esto puede ser negativo especialmente para aquellas empresas en que se dan altas tasas de incorporación de agua a sus productos, o en que hay pérdidas notables por evaporación o altas tasas de reutilización. En todo caso, se suele emplear para vertedores con bajos caudales.

En segundo lugar podría computarse el caudal vertido como la diferencia entre el caudal consumido de agua de red menos las cantidades invertidas en producción en la empresa, pérdidas por evaporación y otros. Aquí el vertedor debe justificar convenientemente las reducciones de caudales que pretende. Además, en esta situación, si el vertedor hace uso de fuentes propias

FIGURA 2. Medición de caudales: caudalímetros y vertederos.



Caudalímetros de ultrasonido, velocidad-área y burbuja



Diferentes vertederos y canales Parshall

de agua (captación desde corrientes libres, cauces, embalses, etc.), estas deberán computarse puesto que su posterior incorporación al saneamiento, implicaría la vehiculación de caudales más altos y por tanto sobrecostes para el gestor.

Finalmente, la medida más aséptica para aplicar el caudal es la medida del mismo en la obra de salida e incorporación del vertido a la red general de saneamiento. La **Figura 2** presenta caudalímetros de los empleados en la actualidad, así como canales de aforo en donde se pueden instalar los anteriores. En todo caso, la instalación de sistemas de medida así como las infraestructuras necesarias y el subsiguiente mantenimiento serían a cargo del vertedor, siendo precintados los sistemas de medida, y verificadas las medidas periódicamente por el gestor.

2.5. FUENTES PROPIAS DE AGUA

En relación con el punto anterior, cuando se empleen caudales procedentes de fuentes propias del vertedor es necesario cuantificar tales medidas mediante caudalímetro o contador, instalado y mantenido a costa de la empresa y precintado y verificado periódicamente por el gestor. En la práctica los caudalímetros están precintados por el gestor y se exige comprobar que las fuentes propias de agua (pozos, manantiales, concesiones, etc.) están convenientemente regularizados en la administración hidráulica competente.

Los conceptos económicos del caudal empleado de la fuente propia tienen una tarificación distinta que la mayor carga en cuanto se refiere estrictamente a uso de la red de saneamiento en su faceta de vehiculación de caudales.

3. SOBRECARGA CONTAMINANTE

En general y salvo circunstancias específicas a posterior, los datos válidos para grado de contaminación y carga contaminante de cada vertido, considerados en la aplicación de la monetización de la mayor carga, serán los del gestor (punto ya recogido en las ordenanzas y reglamentos). No obstante, se pueden acordar verificaciones entre datos del gestor y del vertedor, periódica o eventualmente. Asimismo, se podría admitir un autocontrol del vertedor aplicando mecanismos de comprobación pactados entre las dos partes, pudiendo encargarse también el control y seguimiento del vertido a un tercero, ajeno tanto al gestor como al vertedor

La práctica rutinaria de los controles aplicados ya lo reservan las ordenanzas y reglamentos a la discrecionalidad del gestor o puede ser pactada con el vertedor. Sí es importante, al objeto de garantizar una idoneidad analítica de los resultados aportados, que el laboratorio del gestor, o de un tercero encargado de tal fin al efecto, cuente con sistemas de aseguramiento de la calidad implantados y verificados por una entidad externa.

Es importante reseñar que los datos de las características límite del vertido están especificados, bien genéricamente en la ordenanza o reglamento vigente, o bien en la Autorización o permiso de vertidos otorgado por el gestor del saneamiento al vertedor, pudiendo aplicarse según casuística concreta al vertido en origen, o tras aplicación de rutinas establecidas de predepuración antes de su ingreso en la red general.

Los importes aplicables son publicados y conocidos por los vertedo-



res al objeto de valorar las ventajas económicas de predepurar sus vertidos para abaratar los costes de la mayor carga asociada: estos importes aplican metodologías de cálculo establecidas y refrendadas por las ordenanzas y reglamentos (que se comentan más adelante), tanto a los vertidos sujetos a ordenanza general, o para aquellos con autorización particularizada, como también para los vertidos de carácter ocasional.

Finalmente, en muchos saneamientos se gravan económicamente las denominadas descargas procedentes de cisternas que contienen vertidos asimilados a domésticos en cuya monetización se establecen los cargos definidos por unidad de camión cisterna, o por volumen en otros casos descargado y cuantificado, incluyendo asimismo además de la carga contaminante, las labores de toma muestras y analíticas aplicadas por el gestor para comprobación de características.

Dicho lo anterior, el concepto económico de mayor carga puede aplicarse bajo varios supuestos:

- A los parámetros clásicos depurados en las instalaciones de depuración del saneamiento, que además son los considerados generalmente

en las autorizaciones de vertido a cauce: DBO₅, DQO, S_{SUSP}, además de N y P, si en la autorización de vertido del gestor se computan al efectuarse el vertido del agua depurada en zona sensible.

- Además de los anteriores, incluyendo otros parámetros limitados en la ordenanza o reglamento que tengan especial incidencia sobre el saneamiento.

- A todos los parámetros limitados en la ordenanza o reglamento.

Aparte de los conceptos derivados de la sobrecarga específicamente, también se incluyen o pueden incluirse en el coste de la mayor carga total, los derivados de la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos por peligrosidad de la actividad de control e inspección, así como los costes de las inspecciones y tomas de muestras que más o menos periódicamente se hagan del vertedor por parte del gestor. A continuación se señalan algunos de los sistemas más típicos aplicados hoy en día.

3.1. APLICACIÓN A CARGA BIODEGRADABLE: SÓLIDOS Y DQO

Este es el caso de Baleares, en que se opta por monetizar sólidos en suspensión (S_{SUSP}) y demanda quími-

ca de oxígeno (DQO) solamente. Se aplica la fórmula:

$$F = 1 + [(DQO - 800)/1.600] + [S_{SUSP} - 400/800]$$

que da lugar a un factor F que multiplica a la cantidad base aplicada al agua residual urbana general, expresada en €/m³. Obsérvese que DQO y S_{SUSP} se expresan en mg/L y corresponden a los de vertido en cuestión, mientras que se toman como referentes del agua urbana general 800 mg/L de DQO y 400 mg/L de S_{SUSP} y como valor máximo admitido el doble de los anteriores.

3.2. APLICACIÓN A CARGA BIODEGRADABLE: SÓLIDOS Y DBO₅

En un segundo caso (Córdoba, Emacsa) la monetización tiene en cuenta los valores de S_{SUSP} y DBO₅ que se presentan en una tabla de doble entrada (**Tabla 2**). Según cada pareja de valores se adscribe un coste económico que se aplica al caudal vertido. Valores inferiores a 700 mg/L de S_{SUSP} o inferiores a 700 mg/L de DBO₅ entran dentro de la tipificación de agua urbana y no están gravados. Los diferentes escalones de la tabla se estimaron en su mo-

DBO ₅	Sólidos en suspensión						
	700	1.000	1.500	2.000	3.000	5.000	8.000
700	0,000	0,117	0,270	0,407	0,473	0,591	0,745
1.000	0,275	0,341	0,381	0,500	0,527	0,656	0,835
1.500	0,518	0,533	0,559	0,592	0,631	0,723	0,984
2.000	0,559	0,611	0,656	0,757	0,887	1,025	1,128
3.000	1,072	1,205	1,316	1,441	1,478	1,580	1,645
5.000	1,290	1,730	1,796	1,875	1,942	1,973	2,010
8.000	2,174	2,203	2,253	2,301	2,399	2,593	2,888

mento de los costes de depuración obtenidos de la explotación real de las instalaciones de depuración existentes en el saneamiento.

Para valores más altos de 8.000 g/L de S_{SUSP} o de DBO_5 se aplican, si se admite el vertido en el saneamiento, extrapolaciones matemáticas, en este caso para vertidos ocasionales. A destacar que en este sistema de saneamiento el coste establecido para admisión de cisternas con aguas asimiladas a domésticas (fosas sépticas) es actualmente de 21,03 € por cisterna.

3.3. TARIFICACIÓN POR HABITANTE EQUIVALENTE

Otra forma de cálculo de la mayor carga de un vertido es la aplicada en Valencia (EPSAR), en este caso empleando el conocido concepto de habitante equivalente (he). Como es sabido, para establecer el valor del he han de fijarse caudal emitido y concentración biodegradable aportada (habitualmente materias en suspensión, DBO_5 , DQO, N y/o P).

En la Unión Europea, y por extensión en España, se considera un caudal urbano emitido al saneamiento de 150 L/hab.día, con un valor medio estándar de contaminación de 600 mg/L en materias en suspensión (S_{SUSP}) y 400 mg/L de DBO_5 . En el caso de la DBO_5 , multiplicando concentración (mg/L) por caudal (L/hab.día) se obtiene un valor de 60 g/día que correspondería a 1 he. Dividiendo entonces los g/día vehiculados en un saneamiento entre 60 se calculan los he del mismo.

En este sentido, en el saneamiento de Valencia se ha calculado el coste real del tratamiento de 1 he/d en la EDAR, que se ha cifrado en 0,04742 €/he-d. Finalmente, la tasa aplicable a un vertido con mayor carga sería la resultante de multiplicar los he-d de

dicho vertido por el coste de depuración de un he-d.

3.4. APLICACIÓN A DQO, SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN Y N-NH₄

Esta es otra forma de cuantificación económica de la mayor carga, que se aplica en el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. En esta serie de saneamientos se computan como valores de referencia para aguas urbanas sin mayor carga los de 900 mg/L de DQO, 675 mg/L para S_{SUS} y finalmente, 54 mg/L para N-NH₄.

Se aplican además, según la vigente Ordenanza Fiscal de 2016, una monetización de 1,0718 (€/m³) para el caudal emitido por el vertido y unos conceptos económicos por "exceso" de DQO, S_{SUSP} y N-NH₄ presentes en el vertido de:

- Exceso DQO del efluente: 0,1962 (€/m³).
- Exceso S_{SUS} del efluente: 0,2890 (€/m³).
- Exceso N-NH₄ del efluente: 0,8619 (€/m³).

Además, se consideran "excesos" para cada parámetro cuando:

- Exceso DQO = m³ x (DQO vertido-900)/1.000.
- Exceso S_{SUS} = m³ x (S_{SUS} vertido-675)/1.000.
- Exceso N-NH₄ = m³ x (N-NH₄ vertido-54)/1.000.

Por último, el concepto de mayor carga se aplica cuando el resultado de la suma de [(a)+(b)+(c)] es positiva.

3.5. CARGA BIODEGRADABLE Y OTROS PARÁMETROS

Cuando el saneamiento está afectado por incidencias de salinidad (zonas costeras con abastecimiento vía desalación y altas tasas de reutiliza-

ción de aguas), como es el caso de Murcia (Esamur), además de considerar carga biodegradable y sólidos en la mayor carga, también se tiene en cuenta el contenido salino. El sistema aplicado aquí responde a la expresión:

$$\text{Coeficiente} = [1 \times (S_{SUSP}/300) + 2 \times (DQO/333) + 1,3 \times (N-K/50) + 2,6 \times (P-t/14) + 3 \times (\text{sales solubles}/2.000)] \times [1/9,9]$$

Como se aprecia, se consideran valores de referencia para S_{SUSP} , DQO, N-Kjeldahl, fósforo total y sales solubles (expresadas como conductividad) viniendo expresados los demás parámetros en mg/L, como habitualmente. Además, se fija un valor mínimo del coeficiente de mayor carga de 0,5 y un máximo de 8, aplicado por defecto a vertidos con sustancias peligrosas (por ejemplo, metales, orgánicos). Finalmente, el producto del coeficiente obtenido por la cantidad de partida para aguas domésticas (€/m³) se trasladaría al caudal evacuado por el vertido.

3.6. FÓRMULA DE MOGDEN

Si bien no se suele aplicar en España, puede citarse como posibilidad la conocida fórmula de Mogden para calcular la tasa de saneamiento, que se utiliza en Reino Unido. En este sentido, la carga por unidad de efluente responde a:

$$R + [(V + B_v) \text{ o } M] + B(O_t/O_s) + S(S_t/S_s)$$

siendo:

- R = transporte y vehiculación en red (£/m³).
- V = volumen en tratamiento primario (£/m³).
- B_v = volumen de carga adicional si hay tratamiento biológico (£/m³).



TABLA 3

VALORACIÓN DE MAYOR CARGA EN EL CASO DE SEVILLA; VALORES DE 'K'

Solo un parámetro		Dos o más parámetros		pH y temperatura	
En > 25%	K = 1,5	> 15%, cualquiera	K = 1,75	°T 40,1 y 45,0	K = 2,5
En > 50%	K = 2	> 30%, cualquiera	K = 2,75	°T 45,1 y 50,0 pH 5,0-5,9 o 9,1-10,0	K = 3
En > 100%	K = 3,5	> 60%, cualquiera	K = 4,5	°T 50,1 y 55,0	K = 4
En > 200%	K = 4	> 120%, cualquiera	K = 5	°T 55,1 y 60,0 pH 4,0-4,9 o 10,1-11,0	K = 5
En > 300%	K = 4,5	> 240%, cualquiera	K = 5,5	Vertidos muy contaminantes	K = 12

- M = tratamiento y descarga efluente tratado al mar (£/m³).
- B = oxidación biológica y sedimentación (£/kg),
- O_T = DQO del efluente tras sedimentación 1 h a pH = 7 (mg/L).
- O_S = DQO del agua residual bruta tras sedimentación 1 h (mg/L).
- S = tratamiento y gestión del fango primario (£/kg).
- S_T = sólidos en suspensión totales del efluente a pH = 7 (mg/L).
- S_S = sólidos en suspensión totales del agua residual bruta a pH = 7 (mg/L).

Obsérvese que los parámetros considerados son DQO y S_{SUSP}, teniendo en cuenta además el coste del tratamiento de fangos.

3.7. MAYOR CARGA CON APLICACIÓN DE TODOS LOS PARÁMETROS LIMITADOS

Puede citarse en primer lugar el caso de Sevilla (Emasesa) donde se considera cualquier incumplimiento de la ordenanza. Las cantidades obtenidas se incluyen en la autorizaciones de vertido, así como en episodios puntuales de vertidos fuera de norma. La mayor carga responde a la fórmula:

$$\text{Sobrecarga: } Q \text{ (m}^3\text{)} \times [(T_a + T_v + (T_d \times K)]$$

siendo:

- Q = volumen usado (no el vertido).
- T_a = tarifa abastecimiento.
- T_v = tarifa vertido.
- T_d = tarifa depuración.
- K = valores incluidos en tabla al efecto.

Los valores de K se extraen de la tabla al efecto incluida en la ordenanza vigente en cada momento (ver **Tabla 3**), y se incrementan en función del % de exceso de la concentración de cada parámetro con respecto al valor limitado, del número de parámetros incumplidos, además de considerar singularmente los casos de los incumplimientos de pH y temperatura.

Una segunda situación es la que se aplica en el Área Metropolitana de Barcelona. Aquí se tipifican cuatro tipos de contaminantes y se valora carga (producto del volumen evacuado por concentración del parámetro considerado):

- Materias en suspensión: 0,2233 €/kg.
- Materia orgánica: 0,4468 €/kg.
- Materias inhibidoras: 4,4675 €/k-equitox.
- Conductividad: 0,2244 €/S/cm por m³.

El resto de incumplimientos de cualquier parámetro fuera de nor-

ma se consideran dentro de las infracciones. La **Figura 3** recoge las valoraciones económicas para todos los parámetros incluidos en el Reglamento de vertidos que llevan asociados un precio y un factor de peligrosidad que lo incrementa. El precio final responde a la fórmula:

$$\text{Precio (€)} = (\text{concentración} - \text{límite}) \times \text{precio} \times \text{factor} \times 15,456$$

4. SANCIONES

Si bien las sanciones no son conceptos de mayor carga puesto que se extienden a diferentes incumplimientos más generales de las ordenanzas y reglamentos de vertidos, sí parece interesante prestar alguna atención al tema. Lo primero a indicar es que dependiendo del gestor del saneamiento, la potestad sancionadora será o no de este o de la administración correspondiente: esto implicará que la ejecución de la cuantía económica la percibirá o no directamente el gestor del saneamiento, que es el que en realidad 'sufre' los problemas derivados de incumplimientos de la norma y ha de resolverlos técnica y económicamente.

Habitualmente, existen tres tipos de sanciones según sean las infracciones o incumplimientos: leves, graves o muy graves. Las cuantías aplicadas se mueven ampliamente según el saneamiento:

FIGURA 3. Valoración de mayor carga en el caso del Área Metropolitana de Barcelona.

Parámetro	Valor límite	Precio	Factor
T°C	40°C	0,0045	1
pH	Según intervalo comentado en el texto		
Materias suspensión	750 mg/L	0,00022	1
DOO	1.500 mg/L	0,00030	1
TOC	450 mg/L	0,00045	1
Aceites y grasas	250 mg/L	0,00045	1
Cloruros	2.500 mg/L	0,00022	1
Conductividad	6.000 µS/cm	0,000003	10
Dióxido de azufre	15 mg/L	0,0045	1
Sulfatos	1000 mg/L	0,00045	1
Sulfuros totales	1 mg/L	0,0045	12,5
Sulfuros disueltos	0,3 mg/L	0,0045	12,5
Fosforo total	50 mg/L	0,0045	1
Nitratos	100 mg/L	0,0045	1
Amonio	60	0,0045	1
Nitrógeno Kjeldahl	90	0,0045	1

PARAMETROS PARA BEGUES, CASTELDEFELS, GAVÀ, SANT CLIMENT DE LLOBREGAT, VILADECANS Y SANT BOI DE LLOBREGAT	LÍMITE	PRECIO	FACTOR
Cobre	1	0,0045	12,5
Cromo total	1	0,0045	12,5
Zinc	5	0,0045	1,25
Niquel	2	0,0045	1,25

VALORACIÓN POR INCUMPLIMIENTO EN pH

- Intervalo de pH permitido: entre 6 y 10 u pH
- Incumplimientos:
 - franja de pH comprendidos entre 5-3 y 10-13, se valorarán con 0,015 euros por cada 0,10 u pH de incumplimiento.
 - franja de pH comprendidos entre 3-0 y 13-14, se valorarán con 0,030 euros por cada 0,10 u pH de incumplimiento.

PARAMETROS BLOQUE 1	LÍMITE	PRECIO	FACTOR
Cianuros totales	1	0,0045	12,5
Índice de fenoles	2	0,0045	1,25
Fluoruros	12	0,0045	1
Aluminio	20	0,0045	1
Antimonio	1	0,0045	12,5
Arsénico	1	0,0045	12,5
Bario	10	0,0045	1,25
Boro	3	0,0045	1,25
Cadmio	0,5	0,0045	12,5
Cobre	3	0,0045	1,25
Cromo hexavalente	0,5	0,0045	12,5
Cromo total	3	0,0045	1,25
Estaño	5	0,0045	1,25
Hierro	10	0,0045	1,25
Manganeso	2	0,0045	1,25
Mercurio	0,1	0,0045	12,5
Molibdeno	1	0,0045	12,5
Niquel	5	0,0045	1,25
Plomo	1	0,0045	12,5
Selenio	0,5	0,0045	12,5
Zinc	10	0,0045	1,25
Sumatorio de metales	15	0,0045	1
Mi (materias inhibidoras)	25	0,0045	1
Nonilfenol	1	0,0045	12,5
Tensioactivos aniónicos	6	0,0045	1,25
Plaguicidas totales	0,10	0,0045	12,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	0,20	0,0045	12,5
BITEX	5	0,0045	1,25
Triacinas totales	0,30	0,0045	12,5
Hidrocarburos	15	0,0045	1
AOX	2	0,0045	1,25
Cloroforno	1	0,0045	12,5
1,2-dicloroetano	0,4	0,0045	12,5
Tricloroetileno (TPE)	0,4	0,0045	12,5
Percloroetileno (PEPE)	0,4	0,0045	12,5
Triclorobenceno	0,2	0,0045	12,5
Tetracloruro de carbono	1	0,0045	12,5
Tributilestaño	0,10	0,0045	12,5

- Sanciones por incumplimientos leves: entre 750 y 3.000 €.
- Sanciones por incumplimientos graves: de 1.500 a 9.000 €.
- Sanciones por incumplimientos muy graves: desde 3.000 hasta 15.000 €.

Además, y para finalizar esta breve aproximación a esta parcela que sería de aplicación cuando un episodio de mayor carga se monetizase como infracción con sanción asociada, las casuísticas de gravedad de las anteriores suelen ser bastante homogéneas en todas las normativas, reseñándose como más frecuentes las siguientes:

- Incumplimientos leves:
 - La modificación de las características del vertido autorizado o los cambios producidos en el proceso que puedan afectar al efluente, sin autorización del gestor.
 - El incumplimiento u omisión del plazo establecido en la normativa para la comunicación de la descarga accidental, siempre que no esté considerado como infracción grave o muy grave.
- Incumplimientos graves:
 - Vertidos efectuados sin la autorización correspondiente.
 - Vertidos que superen concen-

traciones máximas permitidas para los vertidos tolerados en uno o más parámetros según normativa.

- Incumplimiento de condiciones de autorización de vertido.
- La evacuación de vertidos sin tratamiento previo.
- Consentimiento de uso de instalaciones por terceros no autorizados.
- La realización de vertidos directos o indirecto a vía pública o subsuelo.
- Reincidencia en faltas leves en un plazo dado.
- Incumplimientos muy graves:
 - El uso de las instalaciones de



FIGURA 4. Caso práctico de incentivación de la predepuración de vertidos (Córdoba).



saneamiento en las circunstancias de denegación, suspensión o extinción de la autorización de vertido.

- La evacuación de cualquier vertido prohibido de los relacionados en la normativa.
- La reincidencia en faltas graves en un plazo dado.

5. MINORACIÓN DE COSTES POR REDUCCIÓN DE LA MAYOR CARGA

Muy brevemente en esta cuestión, como formas de incentivar el cumplimiento de reglamentos y ordenanzas y de emitir menor cargas contaminantes, existen en las normativas fórmulas encaminadas a favorecer económicamente a los vertedores que apliquen este tipo de rutinas de emisión de contaminaciones más bajas.

Así, aquellos vertidos con cargas sensiblemente más bajas que las admitidas (DQO, DBO₅, S_{SUS}, N, P) tienen bonificaciones en las tarifas por carga contaminante que se aplican. Además, para emisión

de caudales por debajo de criterios marcados de antemano también se aplican bonificaciones de la cuantía aplicable (Barcelona, Bilbao) que generalmente no superan el 20% del total.

En cuanto a la reducción de contaminación aportada, es decir, a la predepuración en origen, lógicamente tiene traslado directo a las autorizaciones y permisos de vertido, y al reducirse la mayor carga aportada se deriva la reducción de costes para el vertedor. En este aspecto es importante 'convencer' al industrial de que la amortización económica de las instalaciones de depuración de sus vertidos (la amortización ambiental es un concepto siempre vivo) que se ejecutan a su costa, se produce en un horizonte temporal admisible, inferior a cinco años. Y he aquí, finalmente, un ejemplo práctico en la **Figura 4**.

6. CONCLUSIONES

La aplicación de sobrecostes por depuración en vertidos con mayor carga contaminante que la general admitida en un saneamiento es ne-

cesaria para no gravar a los vertedores que cumplen con los límites paramétricos establecidos.

Las formas de establecer mecanismos de mayor carga son diversas: considerando la carga biodegradable, considerando los parámetros realmente depurados en las EDAR, o bien monetizando todos los parámetros establecidos en la ordenanza o reglamento aplicable.

En algunos casos, incluso, la mayor carga con respecto a la general se cuantifica como si se tratase de infracciones a la normativa, y los conceptos económicos tienen esta connotación.

Por último, la minoración de costes por mayor carga tiene dos apartados: por reducción de caudales emitidos, y por aplicación de actuaciones de predepuración, que reducen los conceptos económicos aplicables al reducirse la sobrecarga contaminante aportada al saneamiento. En estos casos, es importante justificar tanto económica como ambientalmente ante el vertedor la idoneidad de tales prácticas.

Bibliografía

- [1] AEAS (2007). Grupo de Trabajo de Inspección de Vertidos-Comisión V. Guía Práctica de Actuación en Materia de Inspección de Vertidos a redes de Saneamiento.
- [2] Escribano Romero, F. (2011). El control de vertidos como herramienta de optimización de costes y gestión del saneamiento público. Actas de las XXXI Jornadas Técnicas AEAS Cartagena.
- [3] Mantecón Pascual, R. (2012). Manual técnico para el control e inspección de redes de saneamiento (libre descarga desde Internet), vol.1-2, ed. del autor, Barcelona.
- [4] Marín Galvín, R. (2012). Procesos físicoquímicos en depuración de aguas. Teoría, práctica y problemas resueltos. Ed. Diaz de Santos, Madrid (y ref. citadas).
- [5] Marín Galvín, R. (2015). Control de la contaminación en origen y sus implicaciones económicas: una vía hacia la eficacia de los saneamientos. Tecnoaqua, núm.12, págs. 28-37.
- [6] González Canal, I. (2016). Aspecto económico de la inspección y control de vertidos. Tratamiento de la mayor carga contaminante. V Encuentro sobre inspección y control de vertidos a sistemas públicos de saneamiento. Actas. Smagua 2016.
- [7] AEAS-Emalsa (2016). Jornada Técnica sobre Vertidos de Aguas Residuales. Ponencias. Las Palmas de Gran Canaria.