



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Madrid, 2014

ÁREA TEMÁTICA. NORMATIVA



CoatCoat

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala

Este documento pertenece a una serie de publicaciones que componen la Plataforma de Conocimiento y Divulgación de la Reutilización de Aguas en España. Esta Plataforma tiene como objeto divulgar los conocimientos científico-técnicos así como las experiencias y buenas prácticas aprendidas en el campo de la reutilización de aguas.

Ha sido elaborado a partir de fuentes documentales existentes, tanto en España como en el ámbito internacional, que se pueden consultar, junto con el presente documento, en la página web del MAGRAMA.

Asimismo, y dado que el sector de la reutilización de las aguas está en continuo cambio y evolución, este documento está abierto a comentarios y observaciones que pueden enviar a Bzn-sgpagr

Autoras: Rocío Fernández Rodríguez, Ester Ortega Busutil (Dirección General del Agua)
y María Teresa del Pozo Ramos (Infraestructura y Ecología, S.L.).

Coordinadora: Alejandra Puig Infante (Dirección General del Agua)

AGRADECIMIENTOS

a Pedro Simón (ESAMUR)

Juan José Salas (CENTA)

y Emilio Nicolás (CSIC)

por sus inestimables aportaciones que han enriquecido, tanto la forma como el contenido de los documentos finales.

ÍNDICE

- **RD 1620/2007 de reutilización**
- **Agua regenerada de garantía**
- **Clases bacteriológicas de agua regenerada**
- **Tratamientos Tipo por clase bacteriológica**
- **Comparativa con normativas y recomendaciones internacionales**

RD 1620/2007 DE REUTILIZACIÓN



ContiLab

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala

DEFINICIONES

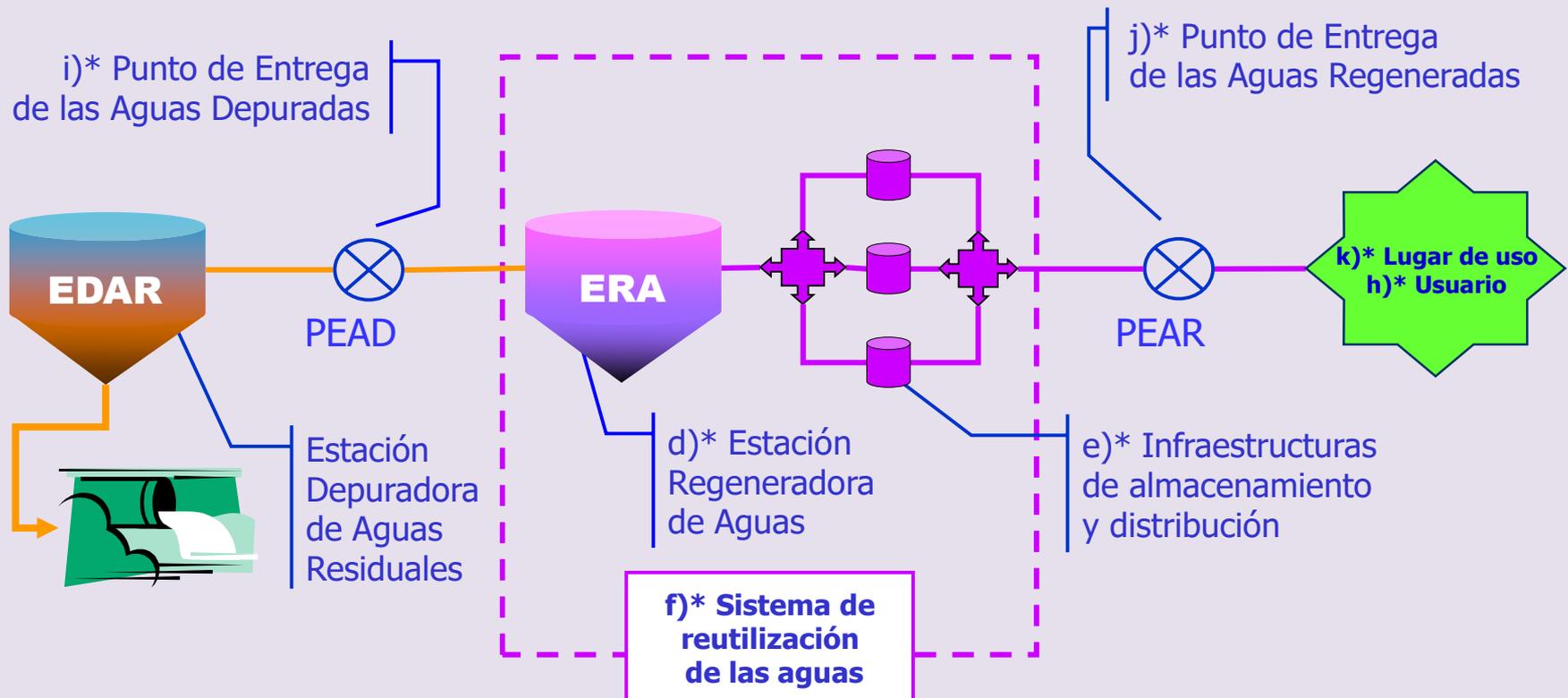
a)* Reutilización de las aguas: aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

b)* Aguas depuradas

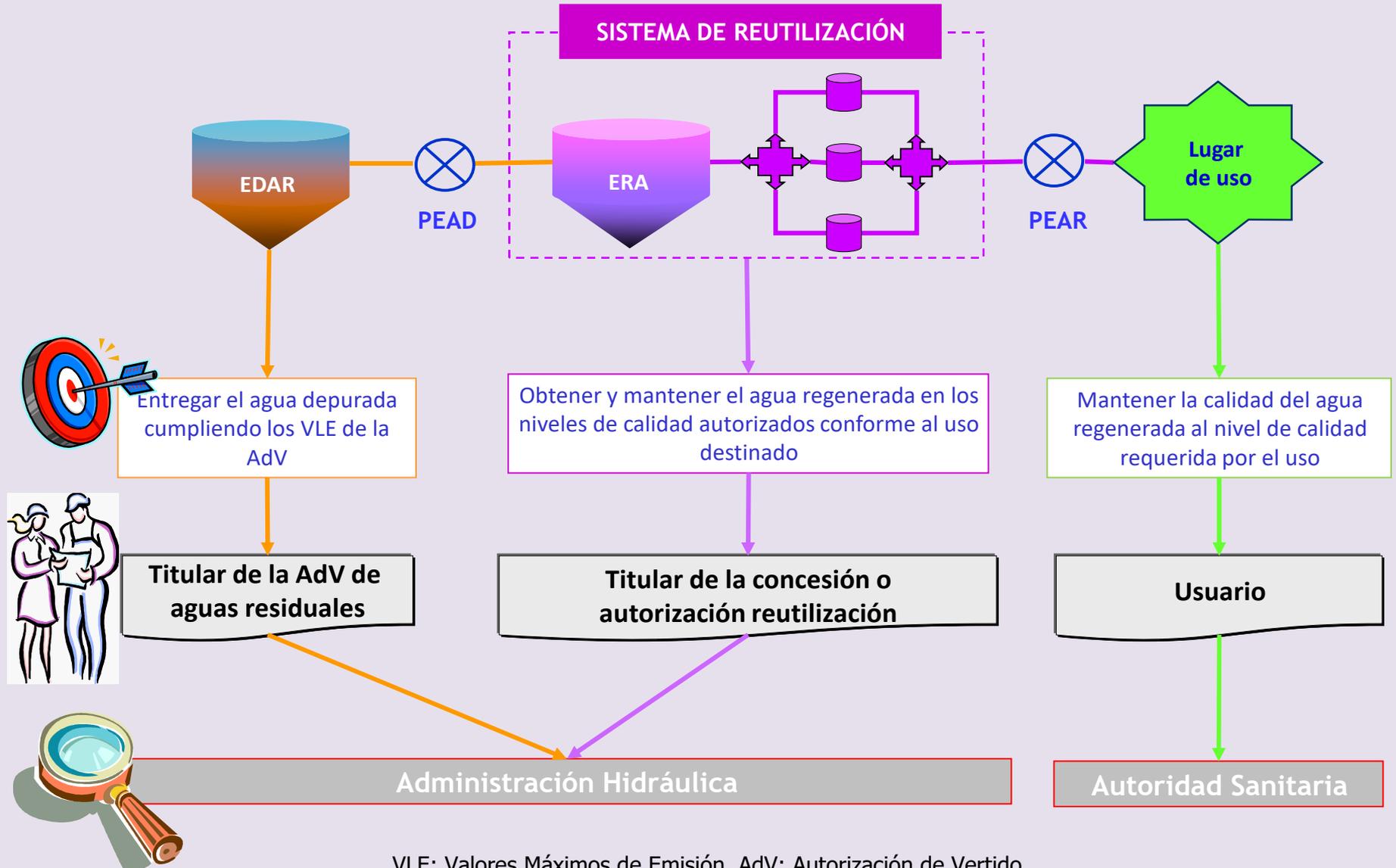
Aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.

c)* Aguas regeneradas

Aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

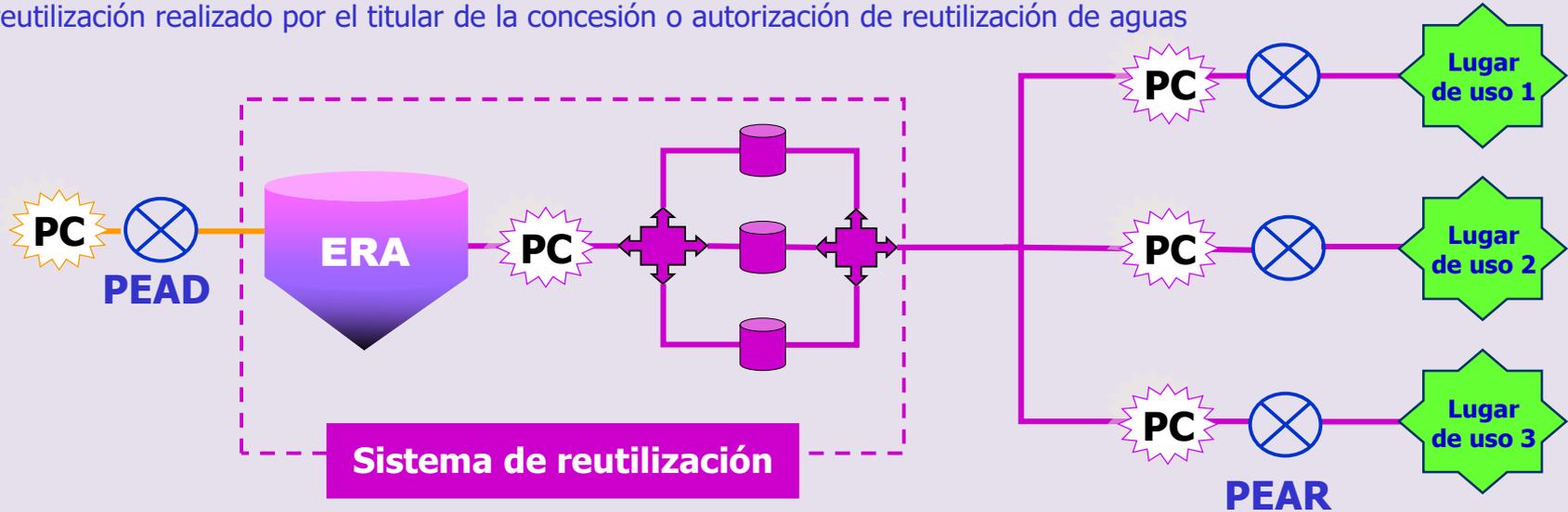


RESPONSABILIDADES



AUTOCONTROL

Art. 2. Apartado l) **Autocontrol:** programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas



PEAD: Punto de entrega de las aguas depuradas

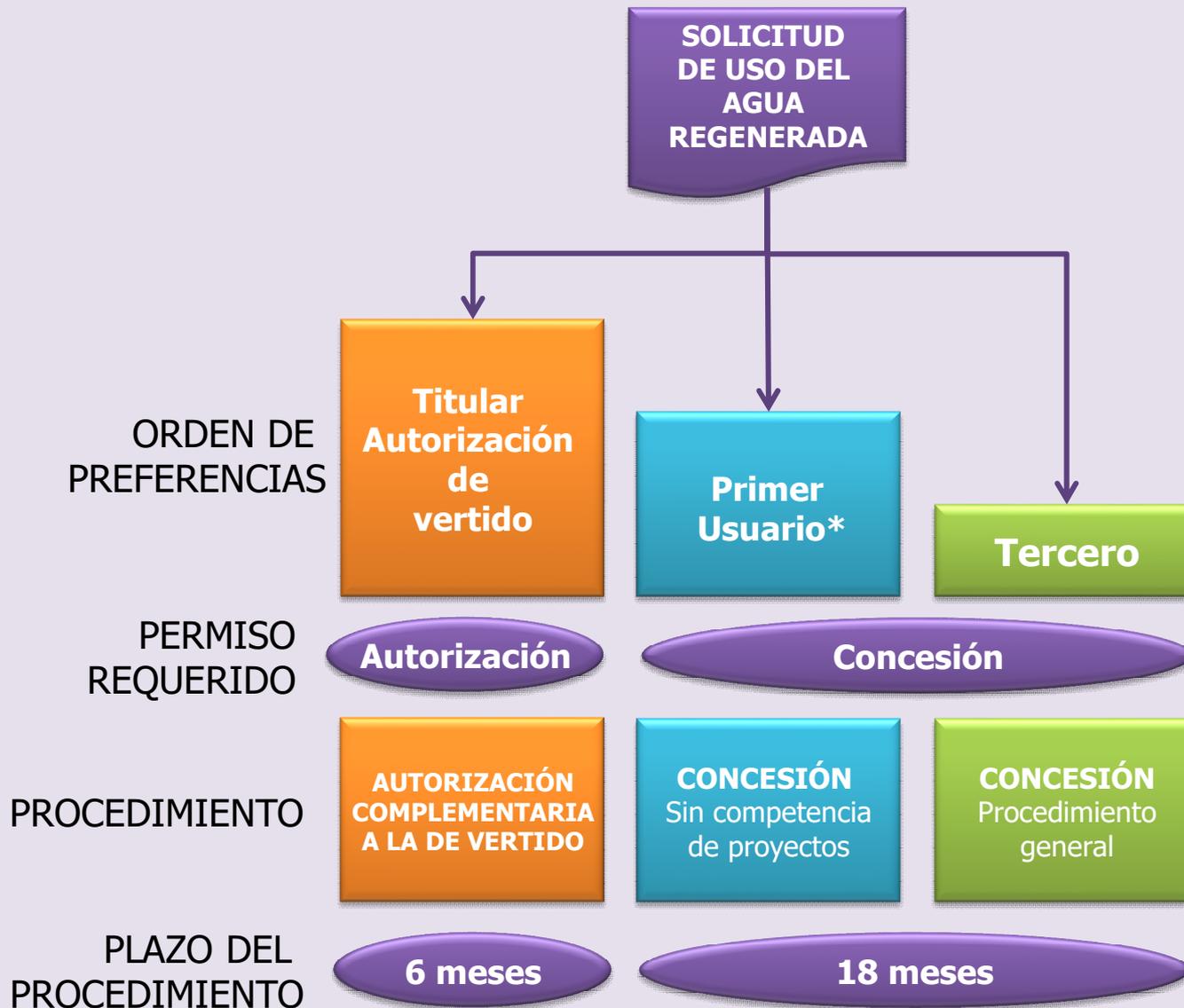
PC Punto de control de las aguas depuradas

PC Punto de control de las aguas regeneradas

PEAR: Punto de entrega de las aguas regeneradas

PARÁMETRO	Rango de frecuencia mínima
Nematodos intestinales	semanal - quincenal
<i>Escherichia coli</i>	3 x semana - semanal
Sólidos en suspensión	diaria - semanal
Turbidez	diaria - semanal
Otros contaminantes	semanal - mensual

RÉGIMEN JURÍDICO



*** Art. 2 g) Primer usuario:**
persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas

USOS REGULADOS

1.- URBANO

1.1) Residencial

Riego de jardines privados

Descarga de aparatos sanitarios



Propiedad/Autor de la imagen: MAGRAMA

1.2) Servicios

Riego de zonas verdes urbanas

Baldeo de calles

Sistemas contra incendios

Lavado industrial de vehículos



Propiedad/Autor de la imagen: Ayuntamiento de Madrid

Valor Máximo Admisible

Nematodos (huevo/10L)	1
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	0 - 200
SS (mg/L)	10 - 20
Turb (UNT)	2 - 10
<i>Legionella</i> (UFC/L)	100
Otros contaminantes	NCA



USOS REGULADOS

2.- AGRÍCOLA

- 2.1) Riego agrícola sin restricciones
- 2.2) Riego de productos agrícolas para consumo humano que no es en fresco
 - Riego de pastos para animales productores
 - Acuicultura
- 2.3) Riego de cultivos leñosos sin contacto con los frutos
 - Riego de cultivos de flores, viveros e invernaderos sin contacto con las producciones
 - Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes, ensilados, cereales y semillas oleaginosas



Propiedad/Autor de la imagen: CSIC



Propiedad/Autor de la imagen: Alejandra Puig Infante



Propiedad/Autor de la imagen: CSIC



Propiedad/Autor de la imagen: Alejandra Puig Infante



Propiedad/Autor de la imagen: Alejandra Puig Infante

Valor Máximo Admisible

Nematodos (huevo/10L)	1
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	100 - 10.000
SS (mg/L)	20 - 35
Turb (UNT)	10 - Sin límite
<i>Legionella</i> (UFC/L)	1.000*
<i>Taenia</i> (huevo/L)	1**
Otros contaminantes	NCA

Para 2.1 y 2.2 además:

Detección de patógenos	Para determinados valores del plan de muestreo a 3 clases de la <i>E. coli</i>
------------------------	--

* En caso de aerosolización

** Si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne

USOS REGULADOS

3.- INDUSTRIAL

3.1) Aguas de proceso y limpieza, excepto en la industria alimentaria
Otros usos industriales
Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria



3.2) Torres de refrigeración
Condensadores evaporativos

Valor Máximo Admisible

Nematodos (huevo/10L)	1 - Sin límite
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	Ausencia - 10.000
SS (mg/L)	5 - 35
Turb (UNT)	1 - Sin límite
<i>Legionella</i> (UFC/L)	100*

Para 3.1. además:

Otros contaminantes	NCA
---------------------	-----

Para 3.1.c) además:

Detección de patógenos	Para determinados valores del plan de muestreo a 3 clases de la <i>E. coli</i>
------------------------	--

* En caso de aerosolización

USOS REGULADOS

4.- RECREATIVO

- 4.1) Riego de campos de golf
- 4.2) Estanques, masas de agua y caudales ornamentales, no accesibles al público.

Valor Máximo Admisible

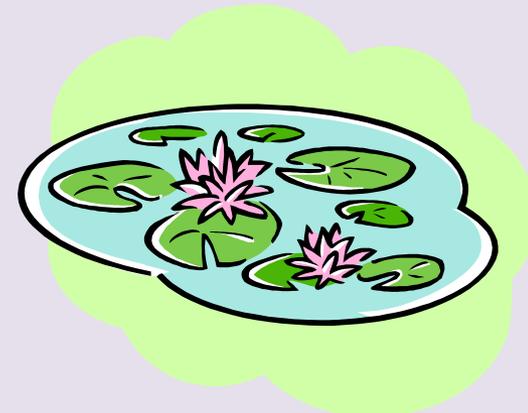
Nematodos (huevo/10L)	1 - Sin límite
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	200 - 10.000
SS (mg/L)	20 - 35
Turb (UNT)	10 - Sin límite
Otros contaminantes	NCA

Para 4.1. además en caso de aerosolización:

<i>Legionella</i> (UFC/L)	100
---------------------------	-----



Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala



Para 4.2. además en aguas estancadas:

P_t (mg/L)	2
--------------	---

USOS REGULADOS

5.- AMBIENTAL

- 5.1) Recarga de acuíferos por percolación a través del terreno
- 5.2) Recarga de acuíferos por inyección directa
- 5.3) Riego de bosques y zonas verdes no accesibles al público
Silvicultura

Valor Máximo Admisible

Nematodos (huevo/10L)	1 - Sin límite
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	0 - Sin límite
SS (mg/L)	10 - 35
Turb (UNT)	2 - Sin límite
Otros contaminantes	NCA*
N _t (mg/L)	10**
NO ₃ (mg/L)	25**

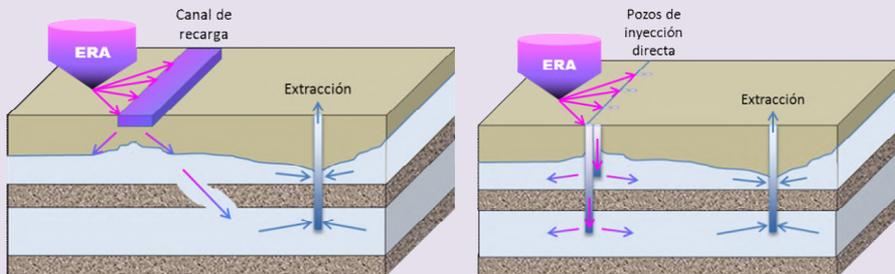
- 5.4) Otros
Mantenimiento de humedales,
caudales mínimos, etc.

Valor Máximo Admisible

Caso por caso

* Solo para el uso 5.3.

** Solo para los usos 5.1 y 5.2.



Propiedad/Autor de la imagen: Alejandra Puig Infante

PROHIBICIONES

Se prohíbe la reutilización de aguas para los siguientes usos:

a) Para el **consumo humano**

Excepción: situaciones de declaración de catástrofe

b) Para los usos propios de la **industria alimentaria**

Excepción: aguas de proceso y limpieza en condiciones estrictas

c) Para uso en **instalaciones hospitalarias** y otros usos similares.

d) Para el cultivo de **moluscos filtradores** en acuicultura.

e) Para el uso recreativo como **agua de baño**.

f) Para el uso en torres de **refrigeración** y **condensadores** evaporativos

Excepción: bajo condiciones estrictas

g) Para el uso en **fuentes y láminas ornamentales** en espacios públicos o interiores de edificios públicos.

h) Para cualquier **otro uso que la autoridad sanitaria** considere un riesgo para la salud de las personas.



CRITERIOS DE CALIDAD

CRITERIOS OBLIGATORIOS EN TODOS LOS CASOS

PARÁMETRO	RANGO DE VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nematodos (huevo/10L)	1 - Sin límite
<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	Ausencia - Sin límite
SS (mg/L)	5 - 35
Turb (UNT)	1 - Sin límite
Otros contaminantes presentes en la Autorización de Vertido	Limitar su entrada al medio ambiente
Sustancias peligrosas	< NCA

OTROS CRITERIOS ADICIONALES

PARÁMETRO	RANGO DE VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	¿CUÁNDO SE APLICA?
<i>Legionella</i>	100 - 1.000 UFC/L	Si existe riesgo de aerosolización
<i>Taenia saginata</i> y <i>Taenia solium</i>	1 huevo/L	Si se riegan pastos para animales productores de carne
Fósforo total	2 mg P/L	En agua estancada
Nitrógeno total	10 mg N _T /L	En recarga de acuíferos
Nitratos	25 mg NO ₃ /L	
Patógenos	Presencia/Ausencia	Según el tipo de uso y determinados valores del plan de muestreo a 3 clases

AGUA REGENERADA DE GARANTÍA



ContiLab

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala

GARANTÍA DE CANTIDAD Y CALIDAD

Garantía de cantidad: porque el agua regenerada procede de una depuradora y no depende de las condiciones meteorológicas.

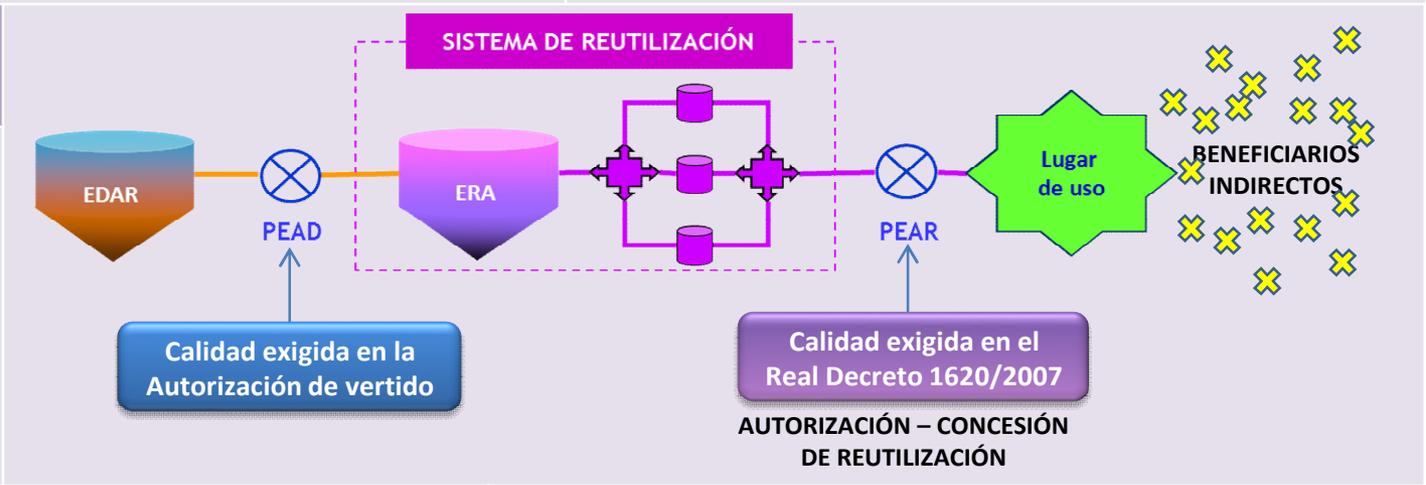
Garantía de calidad: porque cumple las exigencias del RD 1620/2007.

VARIAS ETAPAS SUCESIVAS

Se aconseja la existencia de varias etapas sucesivas en el tratamiento de regeneración que actúen de **barrera** frente a las siguientes, minimicen los efectos de la variabilidad del influente y favorezcan el manejo de la estación.

LA DESINFECCIÓN, FUNDAMENTAL

La **desinfección** es la operación fundamental del tratamiento de regeneración siendo el resto, operaciones previas para garantizar su eficacia.



CUMPLIMIENTO DE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO

Se considera necesario que el influente procedente del tratamiento secundario de una depuradora urbana cumpla, como mínimo, con la calidad establecida en el R.D. Ley 11/1995 ($DBO_5 \leq 25 \text{ mg O}_2/\text{L}$, $DQO \leq 125 \text{ mg O}_2/\text{L}$ y sólidos en suspensión $\leq 35 \text{ mg/L}$).

Se aconseja que el criterio de conformidad sea en percentil 90 para evitar grandes puntas en parámetros como sólidos en suspensión.

RECUPERACIÓN DE COSTES

La sostenibilidad económica del tratamiento de regeneración es esencial tanto en la implantación como en la explotación y mantenimiento.

La recuperación de costes debe basarse en la identificación de los **beneficiarios**: directos e indirectos.

CLASES BACTERIOLÓGICAS DE AGUA REGENERADA



Water

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala

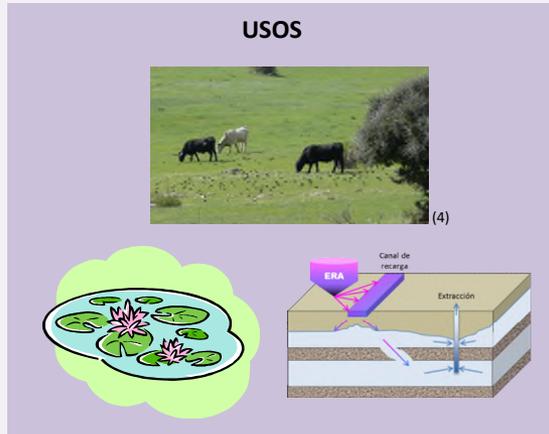
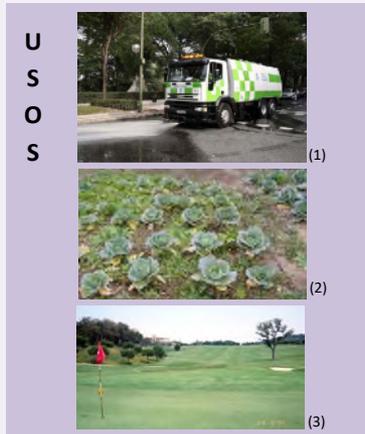
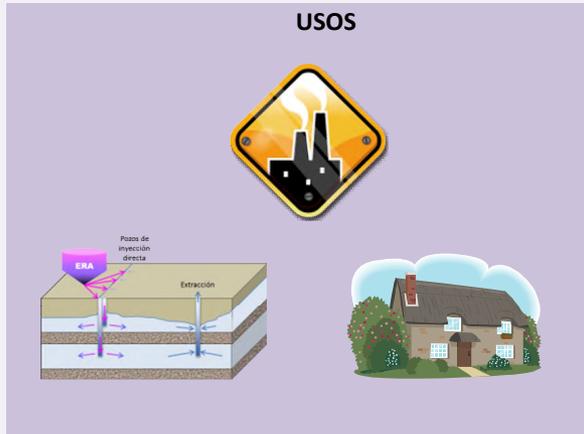
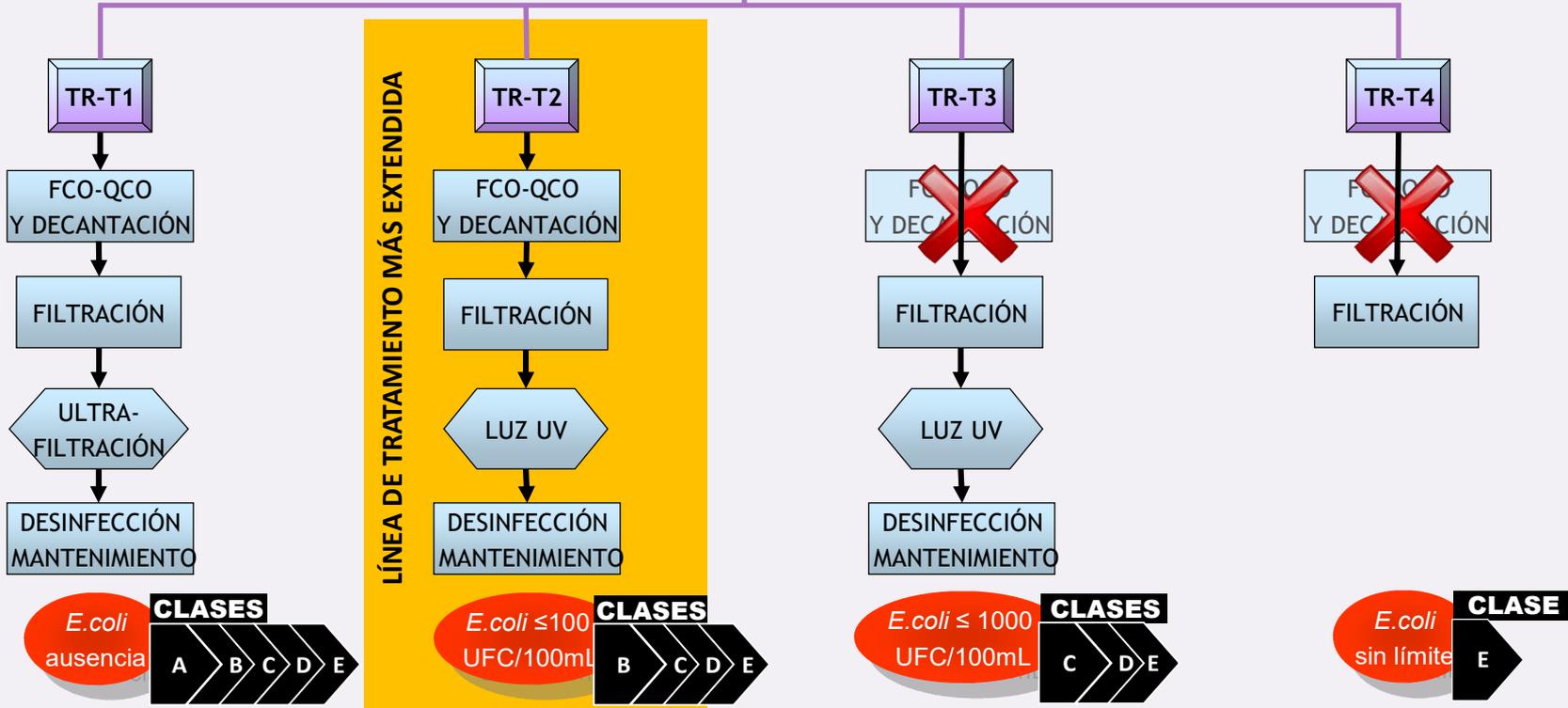
USOS SEGÚN EL REAL DECRETO 1620/2007		Clase	<i>E.Coli</i> (UFC/100 mL)	Nematodos Intestinales (huevos/10 L)	<i>Legionella spp</i> (UFC/100 mL)	TRATAMIENTO TIPO	
						SIN DESALACIÓN	CON DESALACIÓN
Urbano 1.1 a) y b)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de jardines privados Descarga de aparatos sanitarios 	A	Ausencia	≤ 1	≤ 100	TR-T1	TR-T5
Industrial 3.2 a)	<ul style="list-style-type: none"> Torres de refrigeración y condensadores evaporativos 				Ausencia		
Ambiental 5.2 a)	<ul style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos por inyección directa 				No se fija límite		
Urbano 1.2 a), b), c) y d)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de zonas verdes urbanas Baldeo de calles Sistemas contra incendios Lavado industrial de vehículos 	B	≤ 100 -200	≤ 1	≤ 100	TR-T2	
Agrícola 2.1 a)	<ul style="list-style-type: none"> Riego agrícola sin restricciones 						
Recreativo 4.1 a)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de campos de golf 						
Agrícola 2.2 a), b) y c)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de productos agrícolas para consumo humano que no es en fresco Riego de pastos para animales productores Acuicultura 	C	≤ 1.000	≤ 1	No se fija límite		TR-T6
Industrial 3.1 c)	<ul style="list-style-type: none"> Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria 				≤ 100		
Ambiental 5.1 a)	<ul style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos por percolación a través del terreno 				No se fija límite		
Agrícola 2.3 a), b) y c)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de cultivos leñosos sin contacto con los frutos Riego de cultivos de flores, viveros e invernaderos sin contacto con las producciones Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes, ensilados, cereales y semillas oleaginosas 	D	≤ 10.000	≤ 1	≤ 100	TR-T3	
Industrial 3.1 a) b)	<ul style="list-style-type: none"> Otros usos industriales Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria 				No se fija límite		
Recreativo 4.2 a)	<ul style="list-style-type: none"> Estanques, masas de agua y caudales ornamentales, con acceso impedido al público 				≤ 1		
Ambiental 5.3 a) y b)	<ul style="list-style-type: none"> Riego de bosques y zonas verdes no accesibles al público Silvicultura 	E	No se fija límite	No se fija límite	No se fija límite	TR-T4	
Ambiental 5.4 a)	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de humedales y caudales mínimos. 	F	La calidad requerida se estudiará caso por caso				

TRATAMIENTOS TIPO POR CLASE BACTERIOLÓGICA



Canal 66

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala



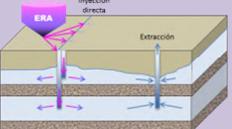
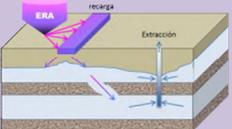
EDAR

ERA

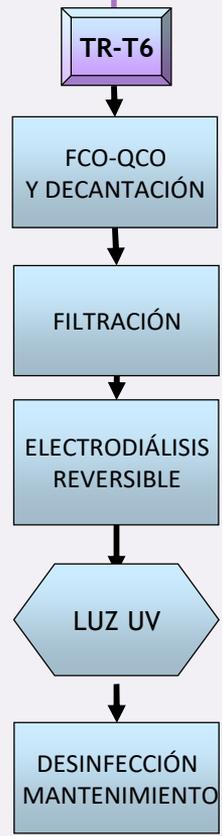
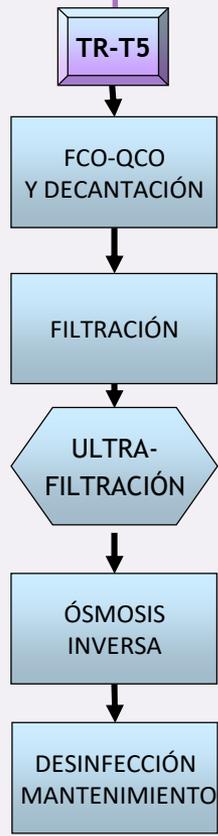
CON DESALACIÓN

USOS


 (1)

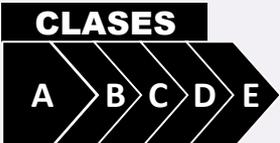
 (2)

 (3)
 (4)






E. coli
Ausencia

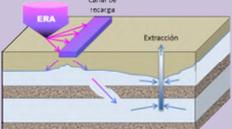
E. coli ≤ 100
UFC/100mL



USOS


 (1)

 (2)

 (3)
 (4)


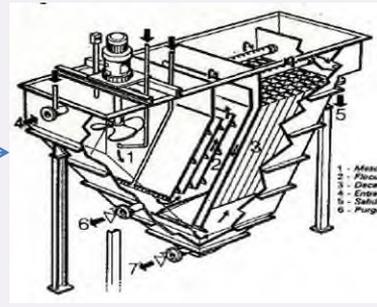
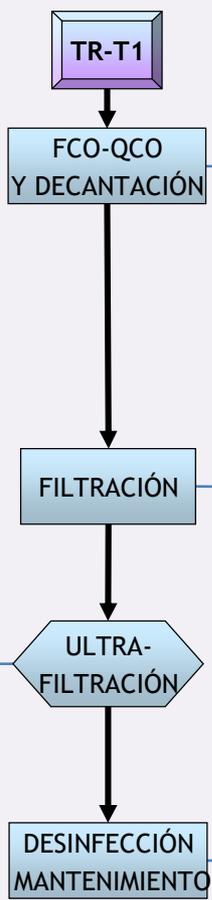



TRATAMIENTO TIPO 1 (TR-T1)

TRATAMIENTO MÁS EXIGENTE

La dificultad de cumplir con la clase A está en la obtención de 1-2 UNT de turbidez.

Por este motivo y para obtener una ausencia continuada de *E. coli* parece inevitable la utilización de membranas.



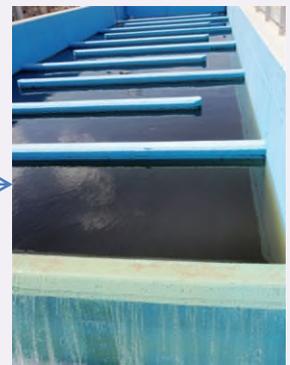
Físico-químico con decantación:
Reduce sólidos en suspensión y turbidez



Filtro de arena:
Reduce sólidos en suspensión



Membranas de ultrafiltración:
Alcanza los niveles más exigentes de turbidez



Laberinto de cloración:
Gran poder bactericida. Produce una desinfección residual



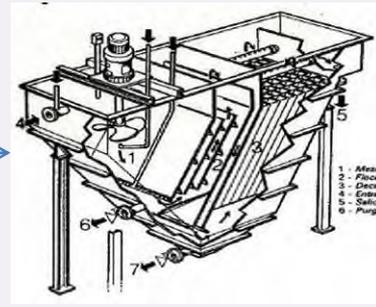
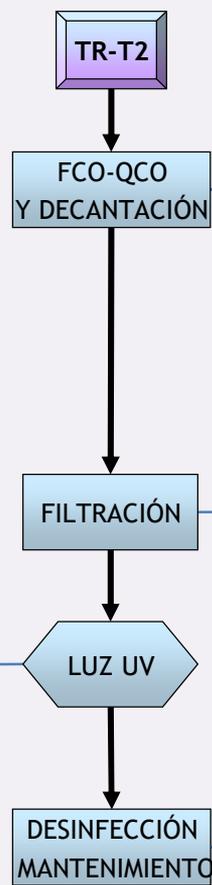
USOS



TRATAMIENTO TIPO 2 (TR-T2)

TRATAMIENTO MÁS COMÚN

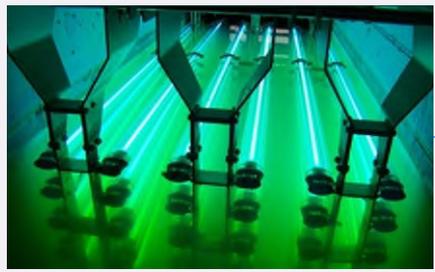
La experiencia permite concluir que si la EDAR funciona correctamente y, posteriormente, el agua se somete a un tratamiento físico-químico con decantación seguido de una filtración, no se detectan huevos de nematodos.



Físico-químico con decantación:
Reduce sólidos en suspensión y turbidez



Filtro de arena:
Reduce sólidos en suspensión



Lámparas de UV:
Gran poder virucida.
Efecto biocida contra *Giardia* y *Cryptosporidium*.

DESINFECCIÓN MANTENIMIENTO



Laberinto de cloración:
Gran poder bactericida.
Produce una desinfección residual

CLASES

E. coli ≤ 100 UFC/100ml

B C D E

USOS

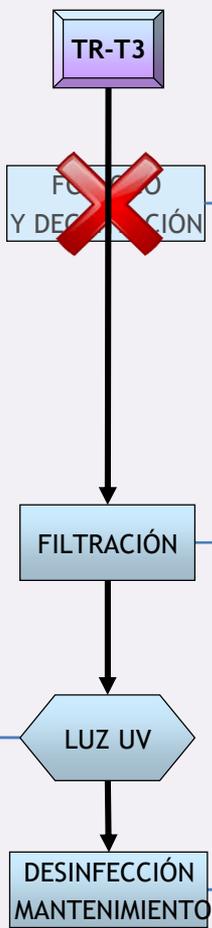


TRATAMIENTO TIPO 3 (TR-T3)

TRATAMIENTO MÁS SIMPLE



Se ha comprobado que los filtros de arena con un diámetro de grano de arena menor de 1 mm y de forma redondeada son más eficaces.



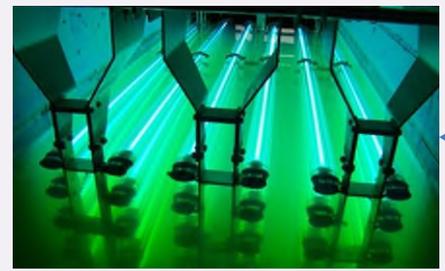
Físico-químico con decantación:
Reduce sólidos en suspensión y turbidez

(1)



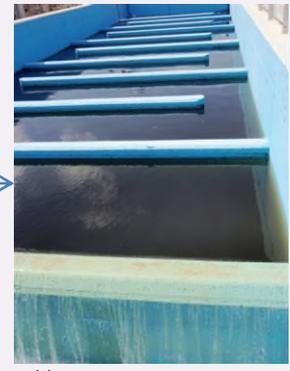
Filtro de arena:
Reduce sólidos en suspensión

(2)



Lámparas de UV:
Gran poder virucida. Efecto biocida contra *Giardia* y *Cryptosporidium*.

(3)



Laberinto de cloración:
Gran poder bactericida. Produce una desinfección residual

(4)

CLASES

E. coli ≤ 1000 UFC/100mL

C > D > E

USOS



(5)

(6)

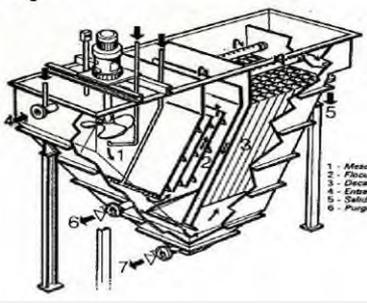
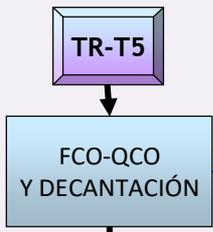
(7)

(8)

TRATAMIENTO TIPO 5 (TR-T5)

TRATAMIENTO CON DESALACIÓN MÁXIMA

El efluente de salida es de excelente calidad.



Físico-químico con decantación:
Reduce sólidos en suspensión y turbidez

(1)



Filtro de arena:
Reduce sólidos en suspensión

(2)



Membranas de ultrafiltración:
Alcanza los niveles más exigentes de turbidez

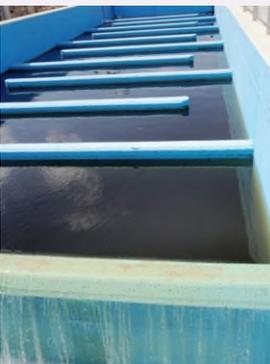


(3)



Ósmosis inversa:
Puede alcanzar una salinidad menor a 100 µS a la salida

(4)



Laberinto de cloración:
Gran poder bactericida. Produce una desinfección residual

(5)



USOS



Propiedad/Autor de las imágenes: (1) CEDEX; (2) ESAMUR; (3) DEGRÉMONT; (4) CEDEX; (5) INFRAECO; (6) Ayuntamiento de Madrid; (7) CSIC; (8) Lluís Sala; (9) Alejandra Puig.

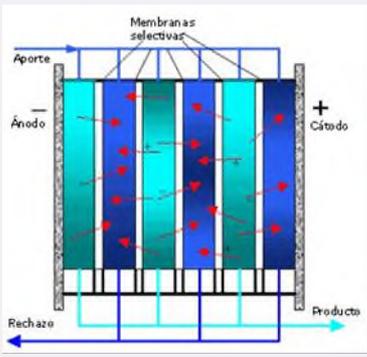
TRATAMIENTO TIPO 6 (TR-T6)

TRATAMIENTO CON DESALACIÓN MÍNIMA

La Electrodiálisis Reversible (EDR) es más flexible respecto del efluente de entrada que la Ósmosis Inversa.

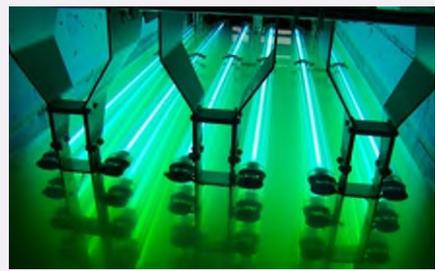


Electrodiálisis Reversible:
Puede alcanzar una conductividad de hasta 600 μS a la salida.

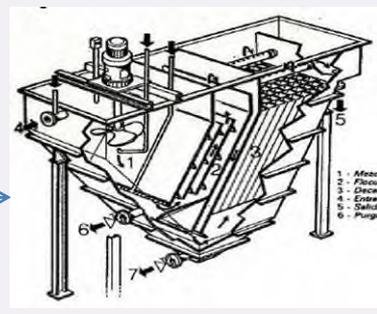


(3)

Lámparas de UV:
Gran poder virucida. Efecto biocida contra *Giardia* y *Cryptosporidium*.



(4)



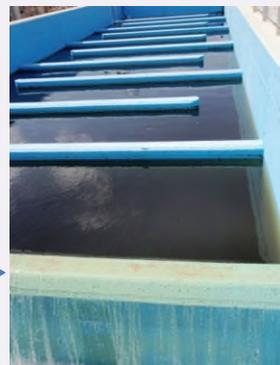
(1)

Físico-químico con decantación:
Reduce sólidos en suspensión y turbidez



(2)

Filtro de arena:
Reduce sólidos en suspensión



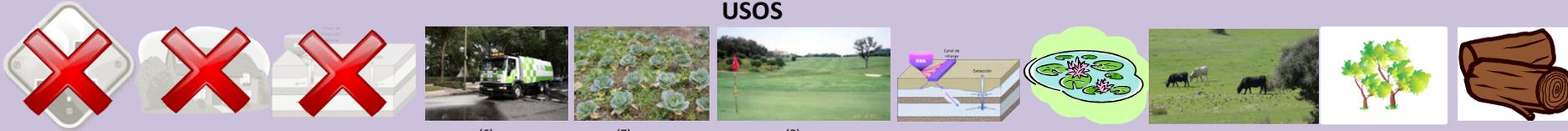
(5)

Laberinto de cloración:
Gran poder bactericida. Produce una desinfección residual

E. coli ≤ 100 ufc/100mL



USOS



(6)

(7)

(8)

(9)

COMPARATIVA CON NORMATIVAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES



Contato

Propiedad/Autor de la imagen: Lluís Sala

NORMATIVAS Y RECOMENDACIONES MÁS REPRESENTATIVAS

PAIS/ESTADO/ ORGANISMO	AÑO DE APROBACIÓN	TÍTULO DE LA NORMATIVA O RECOMENDACIÓN	ENLACE
MÉXICO	1996	Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales	http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=967392 (ESPAÑOL)
CALIFORNIA (US)	2001	Title 22, Division 4, Chapter 3, section 60301 of the California Code of Regulations (CCR), California Health Laws Related to Recycled Water – “The purple Book”, 2001: Water Recycling Criteria.	http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Documents/Recharge/Purplebookupdate6-01.PDF (INGLÉS)
VICTORIA (AUS)	2003	Guidelines for Environmental Management: Use of reclaimed water, Publication 464.	http://www.epa.vic.gov.au/our-work/publications/publication/2003/november/464-2 (INGLÉS)
ITALIA	2003	DECRETO MINISTERIALE 12 giugno 2003, n. 185 «Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152».	http://www.arpa.puglia.it/web/guest/acqua_nn (ITALIANO)
US EPA	2004	Guidelines for Water Reuse	http://water.epa.gov/aboutow/owm/upload/Water-Reuse-Guidelines-625r04108.pdf (INGLÉS)
PORTUGAL	2005	Norma Portuguesa sobre Reutilização de Águas. Residuais Urbanas Tratadas na Rega. NP 4434, PQ, Caparica, 2006.	No disponible
OMS	2006	WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater.	http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html (INGLÉS)
AUS EPA	2006	Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks	http://www.environment.gov.au/node/24961 (INGLÉS)
ESPAÑA	2007	Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas	http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/08/pdfs/A50639-50661.pdf (ESPAÑOL) http://www.asersagua.es/publicaciones/SpanishRegulationsforWaterReuseEN.pdf (INGLÉS)
ISRAEL	2010	Effluent Quality Standards and Rules for Sewage Treatment, Regulations, 2010	http://www.health.gov.il/LegislationLibrary/Briut01.pdf (HEBREO)
FRANCIA	2010	Arrêté du 2 août 2010 relatif à l’utilisation d’eaux issues du traitement d’épuration des eaux résiduaires urbaines pour l’irrigation de cultures ou d’espaces verts (J.O.R.F. 31 août 2010)	http://www.asersagua.es/archivos/19.pdf (FRANCÉS)
CHIPRE	2012	Los criterios de calidad del agua regenerada se establecen en las autorizaciones de vertido	http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/30F5FA2ACB1A6F99C2257BB2003C68D3/\$file/Policy%20and%20Regulation%20for%20Water%20Reuse%20in%20Cy (INGLÉS)

USOS CONTEMPLADOS INTERNACIONALMENTE

USOS REGULADOS								USOS RECOMENDADOS			
ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
URBANOS <ul style="list-style-type: none"> Riego de jardines privados Descarga de aparatos sanitarios Riego de zonas verdes urbanas Baldeo de calles Sistemas contra incendios Lavado industrial de vehículos 			NIVEL A: <ul style="list-style-type: none"> Espacios verdes y bosques abiertos al público 	CLASE B: <ul style="list-style-type: none"> Parques públicos abiertos al público 	<ul style="list-style-type: none"> Baldeo de calles Sistemas de calefacción o refrigeración Alimentación de redes separadas de las aguas potables 	<ul style="list-style-type: none"> Parques, áreas de juego y jardines escolares Riego paisajístico residencial Lavanderías comerciales Sistemas contra incendios Cementerios 			<ul style="list-style-type: none"> Uso urbano Riego de áreas con acceso restringido Usos constructivos Reutilización potable indirecta 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso restringido al público Acceso no restringido Descarga inodoros, lavado de coches y riego de jardines privados Aumento del suministro de agua potable 	CLASE A <ul style="list-style-type: none"> Usos urbanos con acceso no restringido CLASE C <ul style="list-style-type: none"> Usos urbanos con acceso restringido
AGRÍCOLAS <ul style="list-style-type: none"> Riego de cultivos con contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles Riego de productos con tratamiento industrial previo al consumo humano Riego de pastos para animales productores de leche o carne Acuicultura Riego de cultivos leñosos Cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos Cultivos industriales no alimentarios, forrajes, cereales y semillas oleaginosas 	Para EDAR<2.000 he: <ul style="list-style-type: none"> Todos los cultivos con acceso no restringido. Hortalizas para consumo cocinado Cultivos para consumo humano Forrajes Cultivos industriales 	<ul style="list-style-type: none"> Riego sin restricciones Riego con restricciones 	NIVEL A: <ul style="list-style-type: none"> Cultivos comestibles sin procesar NIVEL B: <ul style="list-style-type: none"> Cultivos comestibles procesados Pastos Flores cortadas vendidas Forraje NIVEL C: <ul style="list-style-type: none"> Otros cultivos de flores Viveros y arbustos Otros cultivos de cereales y forrajes Árboles frutales 	CLASE A: <ul style="list-style-type: none"> Cultivos comestibles en fresco CLASE C: <ul style="list-style-type: none"> Cultivos cocinados, forrajes, viñedos y huertas. CLASE D: <ul style="list-style-type: none"> Cereales (excepto arroz), cultivos con procesamiento industrial posterior y cultivos para la industria textil 	<ul style="list-style-type: none"> Cultivos para consumo humano y animal Zonas de actividades o deportes verdes o de recreo 	<ul style="list-style-type: none"> Riego sin restricciones Riego con restricciones Pastos para animales productores de leche (o no productores de leche) Viveros ornamentales Viñedos Forrajes Cosecha de semillas no destinadas al consumo humano Riego de cultivos sometidos a procesos de destrucción de patógenos antes de su consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Riego sin restricciones Riego con restricciones 	<ul style="list-style-type: none"> Riego sin restricciones Riego con restricciones Riego localizado 	<ul style="list-style-type: none"> Riego de cultivos para consumo humano no procesados comercialmente Riego de cultivos para consumo humano procesados comercialmente y riego de huertas y viñedos Pastos para animales productores de leche y cosechas de semillas y forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> Cultivos para consumo humano en fresco Cultivos para consumo humano procesados Cultivos no alimentarios Riego paisajístico 	CLASE A <ul style="list-style-type: none"> Cultivos comestibles en fresco CLASE B <ul style="list-style-type: none"> Riego de pastos para ganado lechero Forraje Abrevaderos para ganado (no cerdos) CLASE C <ul style="list-style-type: none"> Cultivos comestibles procesados CLASE D <ul style="list-style-type: none"> Cultivos no comestibles
INDUSTRIALES <ul style="list-style-type: none"> Aguas de proceso y limpieza, excepto en la industria alimentaria Otros usos industriales Aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria Torres de refrigeración y condensadores evaporativos 					<ul style="list-style-type: none"> Lucha contra incendios Proceso, lavado y ciclos térmicos de procesos industriales, sin contacto entre el agua y los alimentos o productos farmacéuticos y cosméticos 	<ul style="list-style-type: none"> Agua para procesos industriales Sistemas de refrigeración 			<ul style="list-style-type: none"> Reutilización industrial 		
RECREATIVOS <ul style="list-style-type: none"> Riego de campos de golf Estanques, masas de agua y caudales ornamentales, con acceso restringido al público 	Para EDAR<2.000 he: <ul style="list-style-type: none"> Todas las áreas recreativas con acceso no restringido. 		NIVEL A: <ul style="list-style-type: none"> Campos de golf 	CLASE B: <ul style="list-style-type: none"> Campos de golf 		<ul style="list-style-type: none"> Campos de golf con o sin acceso restringido Estanques recreativos: con o sin acceso restringido Estanques paisajísticos sin fuentes decorativas 			<ul style="list-style-type: none"> Estanques recreativos Estanques paisajísticos 		
AMBIENTALES <ul style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos por percolación Recarga directa de acuíferos Riego de bosques, zonas verdes no accesibles al público Silvicultura Mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares 			NIVEL D <ul style="list-style-type: none"> Bosques con control de acceso al público 	CLASE D: <ul style="list-style-type: none"> Áreas verdes con acceso restringido al público 					<ul style="list-style-type: none"> Reutilización ambiental Recarga de acuíferos 	<ul style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos 	

CRITERIOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

PARÁMETROS MÍNIMOS OBLIGATORIOS EN ESPAÑA	CRITERIOS REGULADOS								CRITERIOS RECOMENDADOS			
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
Huevos de nematodos intestinales (huevos/10 L)	Usos urbanos (1): ≤ 1 Usos agrícolas (2): ≤ 1 Usos industriales (3.1.a y 3.1.b) : no se fija límite Usos industriales (3.1.c y 3.2): ≤ 1 Usos recreativos (4.1): ≤ 1 Usos recreativos (4.2) : no se fija límite Usos ambientales (5.1 y 5.3) : no se fija límite Usos ambientales (5.2): ≤ 1	0 huevos helminto/L (en todos los casos, salvo la clase 5 en EDAR < 2.000 he que no establece ningún criterio)						Riego sin restricciones: ≤ 1 huevo helminto/L Riego con restricciones: ≤ 5 huevos helminto/L	Riego con o sin restricciones: ≤ 1 huevo helminto/L ≤ 0,1 (cuando hay niños menores de 15 años expuestos). Riego localizado: - Cultivos talle bajo: ≤ 1 huevo helminto/L - Cultivos talle alto: no hay recomendaciones			CLASE A: 1 huevo helminto/L
Escherichia coli (UFC/100 mL)	Usos urbanos (1.1): 0 Usos urbanos (1.2): ≤ 200 Usos agrícolas (2.1): ≤ 100 Usos agrícolas (2.2): ≤ 1.000 Usos agrícolas (2.3): ≤ 10.000 Usos industriales (3.1.a y 3.1.b): ≤ 10.000 Usos industriales (3.1.c): ≤ 1.000 Usos industriales (3.2): 0 Usos recreativos (4.1): ≤ 200 Usos recreativos (4.2): ≤ 10.000 Usos ambientales (5.1): ≤ 1.000 Usos ambientales (5.2): 0 Usos ambientales (5.3): no se fija límite Usos ambientales (5.4): se estudiará en cada caso	EDAR>2.000 he: ≤ 5 EDAR<2.000 he: CLASE 1: ≤ 5* 15** CLASE 2: ≤ 50* 100** CLASE 3: ≤ 200* 1.000** CLASE 4: ≤ 1.000* 5.000** CLASE 5: ≤ 3.000* 10.000** *80% de las muestras **máximo valor puntual	Riego sin restricciones: ≤ 10 (Valor máximo promedio mensual) Riego con restricciones: no hay criterio de calidad	NIVEL A: ≤ 250 NIVEL B: ≤ 10.000 NIVEL C: ≤ 100.000		≤ 10 (80% de las muestras) 100 (valor máximo puntual)	Regula los coliformes totales	Riego sin restricciones: - Tubérculos y riego por goteo de cultivos talle bajo ≤ 1.000 - Cultivos de hoja ≤ 10.000 - Riego por goteo de cultivos tallo alto ≤ 100.000 Riego con restricciones: - Con mano de obra intensiva ≤ 10.000 - Altamente mecanizado ≤ 100.000 - Riego subsuperficial ≤ 1.000.000 Riego localizado: no hay recomendaciones	Usos agrícolas: cultivos comestibles que no se procesan industrialmente: no detectable. Usos agrícolas: cultivos comestibles que se procesan comercialmente; cultivos no comestibles: < 200 Riego en áreas de acceso restringido, construcción; uso industrial; uso ambiental: ≤ 200 Usos urbanos; masas de agua recreativas; agua potable: no detectable.	Cultivos comestibles en fresco: < 1* Cultivos comestibles procesados: < 100* Cultivos no comestibles: < 10.000* Riego paisajístico: < 1.000* (si no hay desinfección) Usos urbanos con acceso restringido: < 100* Usos urbanos con acceso no restringido: < 1* *Valor de la mediana	CLASE A: < 10* CLASE B: < 100* CLASE C: < 1.000* CLASE D: < 10.000* *Mediana determinada en un periodo de 12 meses	
Sólidos en suspensión (mg/L)	Usos urbanos (1.1): ≤ 10 Usos urbanos (1.2): ≤ 20 Usos agrícolas (2.1): ≤ 20 Usos agrícolas (2.2 y 2.3): ≤ 35 Usos industriales (3.1 y 3.2): ≤ 35 Usos industriales (3.3): ≤ 5 Usos recreativos (4.1): ≤ 20 Usos recreativos (4.2): ≤ 35 Usos ambientales (5.1 y 5.3): ≤ 35 Usos ambientales (5.2): ≤ 10 Usos ambientales (5.4): se estudiará en cada caso	EDAR>2.000 he: ≤ 10 EDAR<2.000 he: CLASE 1: ≤ 10* CLASE 2: ≤ 10* ≤ 15** CLASE 3: ≤ 30* ≤ 45** CLASE 4: ≤ 30* ≤ 45** *80% de las muestras **máximo valor puntual	Riego sin restricciones: ≤ 10 (Valor máximo promedio mensual) Riego con restricciones: ≤ 30 (Valor máximo promedio mensual)	NIVEL A: < 15 NIVEL B, C Y D: Conforme a la regulación de las descargas de aguas residuales tratadas fuera del periodo de riego.		≤ 10		≤ 75 - ≤ 200		Riego de áreas de acceso restringido; riego de cultivos que se procesan comercialmente; cultivos no comestibles; estanques de jardines; construcción; uso industrial; uso ambiental: entre 5 y 30.	Cultivos comestibles en fresco: será determinado caso por caso, dependiendo del tratamiento. Cultivos comestibles procesados: < 30** Riego paisajístico: < 30** Usos urbanos con acceso restringido: < 30** Usos urbanos con acceso no restringido: será determinado caso por caso, dependiendo del tratamiento. **Valor medio	CLASE A: < 5* CLASE B: < 30* CLASE C: < 30* CLASE D: < 30* *Mediana determinada en un periodo de 12 meses
Turbidez (UNT)	Usos urbanos (1.1): ≤ 2 Usos urbanos (1.2) : ≤ 10 Usos agrícolas (2.1): ≤ 10 Usos agrícolas (2.2 y 2.3): no se fija límite Usos industriales (3.1.a y 3.1.b): ≤ 15 Usos industriales (3.1.c): no se fija límite Usos industriales (3.2): ≤ 1 Usos recreativos (4.1): ≤ 10 Usos recreativos (4.2): no se fija límite Usos ambientales (5.1 y 5.3): no se fija límite Usos ambientales (5.2): ≤ 2		No hay criterios de calidad, pero sin embargo aparece en las frecuencias de muestreo establecidas					Para los usos más exigentes y medido en continuo: ≤ 2 (media en 24 horas) ≤ 5 (<5% del tiempo en 24 horas) ≤ 10 (en cualquier momento)	Uso urbano; uso agrícola (cultivos comestibles que no se procesan comercialmente); estanques recreativos; uso potable (recarga acuíferos de agua potable por inyección; aumento de superficie de suministro) ≤ 2	Podría incluir criterios de turbidez para la filtración, el cloro residual o la dosis de UV en los siguientes usos: Cultivos comestibles en fresco y Usos urbanos con acceso no restringido	CLASE A: < 2* *Mediana determinada en un periodo de 12 meses	

CRITERIOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

OTROS PARÁMETROS OBLIGATORIOS EN ESPAÑA	CRITERIOS REGULADOS								CRITERIOS RECOMENDADOS			
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
Legionella spp. (UFC/L)	Usos urbanos (1.1 y 1.2) si hay riesgo de aerosolización: ≤ 100 Usos agrícolas (2.1) si hay riesgo de aerosolización: ≤ 1.000 Usos agrícolas (2.3): ≤ 100 Usos industriales (3.1): ≤ 100 Usos industriales (3.2): 0 Usos recreativos (4.1): ≤ 100											
Salmonella	Usos agrícolas (2.1 y 2.2) y usos industriales (3.1): detección "Presencia/Ausencia" tras resultados del muestreo a 3 clases.						0 (100% de las muestras)					
T.saginata/T.solium (huevos/L)	Usos agrícolas (2.2): ≤ 1											
Fósforo total (mg/L)	Usos recreativos (4.2 y 4.3): 2 (en aguas estancadas)	EDAR > 2.000 he: ≤ 10 ≤ 1 (zonas sensibles o vertidos al mar)	Riego sin restricciones: ≤ 5 (Valor máximo promedio mensual) Riego con restricciones: ≤ 12 (Valor máximo promedio mensual)		- Riego agrícola y paisajístico: 2-3 - Uso ambiental: ≤ 3		≤ 2 (se puede incrementar a 10 para riego)	≤ 20 - ≤ 30				Where schemes pose a significant risk of direct off-site movement of reclaimed water: 0,5 mg/L
Nitrógeno total (mg/L)	Usos ambientales (5.1 y 5.2): ≤ 10	EDAR < 2.000 he: ≤ 15 ≤ 10 (zonas sensibles o vertidos al mar)	Riego sin restricciones: ≤ 25 (Valor máximo promedio mensual) Riego con restricciones: ≤ 60 (Valor máximo promedio mensual)		- Sistemas de refrigeración: 20 – no se fija límite - Calderas de calefacción: ≤ 0,1		≤ 15 (se puede incrementar a 35 para riego)	≤ 40 - ≤ 60				Where schemes pose a significant risk of direct off-site movement of reclaimed water: 5 mg/L
NO₃ (mg/L)	Usos ambientales (5.1 y 5.2): ≤ 25				- Riego agrícola y paisajístico: 50 hasta el valor límite determinado caso por caso por la autoridad competente - Recarga de acuíferos: ≤ 10							

CRITERIOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

OTROS PARÁMETROS REGULADOS O RECOMENDADOS INTERNACIONALMENTE	CRITERIOS REGULADOS							CRITERIOS RECOMENDADOS				
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
Cl ₂ residual (mg/L)		EDAR > 2.000 he: ≤ 1	Riego con o sin restricciones: ≤ 1 (Valor máximo promedio mensual) y 0,8 (valor mínimo)			≤ 0,2 mg/L	Para los usos más exigentes: ≥ 450 mg.min/L en todo momento			1 mg/L (mínimo) – No se mide para recarga de acuíferos por percolación	No recomienda un valor límite, pero recomienda una desinfección residual en cultivos comestibles procesados y usos urbanos con acceso restringido.	CLASE A: 1 mg/L
Carbono Orgánico Total (TOC) (mg/L)									Reutilización para agua potable (recarga de acuíferos por inyección y aumento de superficie de suministro) ≤ 3			
Haluros Orgánicos Total (TOX) (mg/L)									Uso para agua potable (recarga de acuíferos por inyección) ≤ 0,2			
Enterococos fecales (reducción en unidades logarítmicas)				NIVEL A: ≥ 4 NIVEL B: ≥ 3 NIVEL C Y D: ≥ 2								
Bacteriófagos ARN F-específicos (reducción en unidades logarítmicas)				NIVEL A: ≥ 4 NIVEL B: ≥ 3 NIVEL C Y D: ≥ 2			Para los usos más exigentes: Inactivación del 99,999% (5 ulog) de los bacteriófagos F+-específicos MS2					
Esporas de bacterias anaerobias sulfitorreductoras (reducción en unidades logarítmicas)				NIVEL A: ≥ 4 NIVEL B: ≥ 3 NIVEL C Y D: ≥ 2								
Enterovirus, Giardia sp. y Cryptosporidium sp.									Riego sin restricciones: - Virus, bacterias y protozoos patógenos: 6-7* Riego con restricciones: - Virus, bacterias y protozoos patógenos: 2-3* *reducción en unidades logarítmicas		Cultivos comestibles en fresco o procesados: - <i>Cryptosporidium</i> : 5* - <i>Rotavirus</i> : 6* - <i>Campylobacter</i> : 5* Cultivos no comestibles, riego paisajístico y usos urbanos: - <i>Cryptosporidium</i> : 3,5* - <i>Rotavirus</i> : 5* - <i>Campylobacter</i> : 4* *reducción en unidades logarítmicas	CLASE A: <1 protozoo/50L <1 virus/50 L

RANGOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

PARÁMETROS MÍNIMOS OBLIGATORIOS EN ESPAÑA	CRITERIOS REGULADOS								CRITERIOS RECOMENDADOS			
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
Huevos de nematodos intestinales (huevos/10 L)	≤ 1 - no se fija límite	0 huevos helminto/L			No detectable – no se fija límite			≤ 1 - ≤ 5 huevos helminto/L	≤ 0,1 huevo helminto/L – no se fija límite			< 1 huevo helminto/L – no se fija límite
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	0 - no se fija límite	≤ 5 - ≤ 3.000* 15 - 10.000** *80% de las muestras **máximo valor puntual	≤ 10 – no se fija límite Valor máximo promedio mensual	≤ 250 - ≤ 100.000		≤ 10 (80% de las muestras) 100 (valor máximo puntual)	Regula los coliformes totales		≤ 1.000 – no se fija límite	No detectable - ≤ 200	< 1 - < 10.000* *Valor de la mediana	< 10 - < 10.000* *Mediana determinada en un periodo de 12 meses
Sólidos en suspensión (mg/L)	≤ 5 - ≤ 35	≤ 10 - ≤ 30* ≤ 15 - ≤ 45** *80% de las muestras **máximo valor puntual	≤ 10 - ≤ 30 Valor máximo promedio mensual	< 15	0 – no se fija límite	≤ 10		≤ 75 - ≤ 200		≤ 5 - ≤ 30.	< 30** - caso por caso **Valor medio	< 5 - < 30* *Mediana determinada en un periodo de 12 meses
Turbidez (UNT)	≤ 1 - no se fija límite		No hay criterios de calidad, pero sin embargo aparece en las frecuencias de muestreo establecidas		≤ 0,3 – no se fija límite		≤ 2 (media en 24 horas) + ≤ 5 (<5% del tiempo en 24 horas) + ≤ 10 (en cualquier momento) o no se fija límite			≤ 2 – no se fija límite		< 2* - no se fija límite *Mediana determinada en un periodo de 12 meses

RANGOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

OTROS PARÁMETROS OBLIGATORIOS	CRITERIOS REGULADOS								CRITERIOS RECOMENDADOS			
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
<i>Legionella spp.</i> (UFC/L)	≤ 100 - ≤ 1000											
<i>Salmonella</i>	Detección "Presencia/Ausencia" - no se fija límite					0 (100% de las muestras)						
<i>T.saginata/T.solium</i> (huevos/L)	≤ 1 - no se fija límite											
Fósforo total (mg/L)	≤ 2 - no se fija límite	≤ 1 - ≤ 10	≤ 5 - ≤ 12 Valor máximo promedio mensual		2 - no se fija límite	≤ 2 - ≤ 10		≤ 20 - ≤ 30				0,5 mg/L
Nitrógeno total (mg/L)	≤ 10 - no se fija límite	≤ 10 - ≤ 15	≤ 25 - ≤ 60 Valor máximo promedio mensual		0,1 - no se fija límite	≤ 15 - ≤ 35		≤ 40 - ≤ 60				5 mg/L
NO ₃ (mg/L)	≤ 25 - no se fija límite				10 - no se fija límite							

RANGOS DE CALIDAD INTERNACIONALES

OTROS PARÁMETROS REGULADOS O RECOMENDADOS INTERNACIONALMENTE	CRITERIOS REGULADOS								CRITERIOS RECOMENDADOS			
	ESPAÑA Real Decreto 2007	CHIPRE Autorizaciones vertido 2012	ISRAEL Normativa 2010	FRANCIA Orden 2 agosto 2010	PORTUGAL Norma 2005	ITALIA Decreto Ministerial 12 junio 2003	CALIFORNIA Título 22 (2001)	MÉXICO Norma 1996	OMS Guidelines 2006	US EPA Guidelines 2004	AUS EPA Guidelines 2006	VICTORIA (AUSTRALIA) Guidelines 2003
Cl ₂ residual (mg/L)		≤ 1	≥ 0,8 - ≤ 1 Valor máximo promedio mensual			≤ 0,2 mg/L	≥ 450 mg.min/L en todo momento – no se fija límite			1 mg/L (mínimo) – no se fija límite	No recomienda un valor límite, pero recomienda una desinfección residual en cultivos comestibles procesados y usos urbanos con acceso restringido.	1 mg/L – no se fija límite
Carbono Orgánico Total (TOC) (mg/L)										≤ 3 – no se fija límite		
Haluros Orgánicos Total (TOX) (mg/L)										≤ 0,2 – no se fija límite		
Enterococos fecales (reducción en unidades logarítmicas)				≥ 4 - ≥ 2								
Bacteriófagos ARN F-específicos (reducción en unidades logarítmicas)				≥ 4 - ≥ 2			Inactivación del 99,999% (5 ulog) de los bacteriófagos F+-específicos MS2 – no se fija límite					
Esporas de bacterias anaerobias sulfitorreductoras (reducción en unidades logarítmicas)				≥ 4 - ≥ 2								
Enterovirus, Giardia sp. y Cryptosporidium sp.									7 – 2* *reducción en unidades logarítmicas		- Cryptosporidium: 3,5 - 5* - Rotavirus: 5 – 6* - Campylobacter: 4 - 5* *reducción en unidades logarítmicas	< 1 protozoo/50 L – no se fija límite < 1 virus/50 L – no se fija límite



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Propiedad/Autor de la imagen: ESAMUR

Madrid, 2014

ÁREA TEMÁTICA TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

Este documento pertenece a una serie de publicaciones que componen la Plataforma de Conocimiento y Divulgación de la Reutilización de Aguas en España. Esta Plataforma tiene como objeto divulgar los conocimientos científico-técnicos así como las experiencias y buenas prácticas aprendidas en el campo de la reutilización de aguas.

Ha sido elaborado a partir de fuentes documentales existentes, tanto en España como en el ámbito internacional, que se pueden consultar, junto con el presente documento, en la página web del MAGRAMA.

Asimismo, y dado que el sector de la reutilización de las aguas está en continuo cambio y evolución, este documento está abierto a comentarios y observaciones que pueden enviar a Bzn-sgpagr@miteco.es.

Autoras: Rocío Fernández Rodríguez, Ester Ortega Busutil (Dirección General del Agua)
y María Teresa del Pozo Ramos (Infraestructura y Ecología, S.L.).
Coordinadora: Alejandra Puig Infante (Dirección General del Agua)

AGRADECIMIENTOS

a Pedro Simón (ESAMUR)
Juan José Salas (CENTA)
y Emilio Nicolás (CSIC)

por sus inestimables aportaciones que han enriquecido, tanto la forma como el contenido de los documentos finales.



ÍNDICE

- **Técnicas de regeneración más empleadas**
 - Físico-químico
 - Filtración
 - Desinfección
 - Desalación
 - Biorreactor de membranas

- **Buenas prácticas en la explotación de una Estación Regeneradora de Aguas**
 - Depósito previo a la Estación Regeneradora de Aguas
 - Medición en continuo
 - Puntos de medición en continuo
 - Otros indicadores de la desinfección

TÉCNICAS DE REGENERACIÓN MÁS EMPLEADAS

TÉCNICAS DE REGENERACIÓN MÁS EMPLEADAS

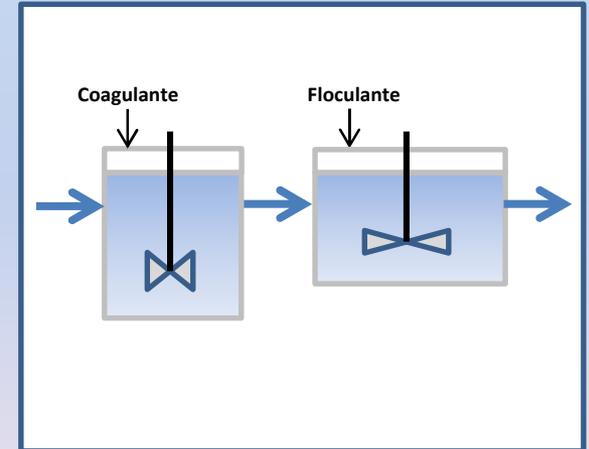


FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: MAGRAMA

FÍSICO- QUÍMICO

En línea

Con decantación
lamelar

Con recirculación
de lodos

Con recirculación
de arena

EN QUÉ CONSISTE

En una coagulación-floculación, mediante la adición de reactivos, sin etapa de decantación posterior.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión y la materia coloidal.
- **Tiene una cierta acción desinfectante, ya que las bacterias y virus fijados a los sólidos en suspensión son eliminados con estos.**

VENTAJAS

- Funcionamiento sencillo.
- Reduce los costes de implantación respecto a un físico-químico con decantación.

INCONVENIENTES

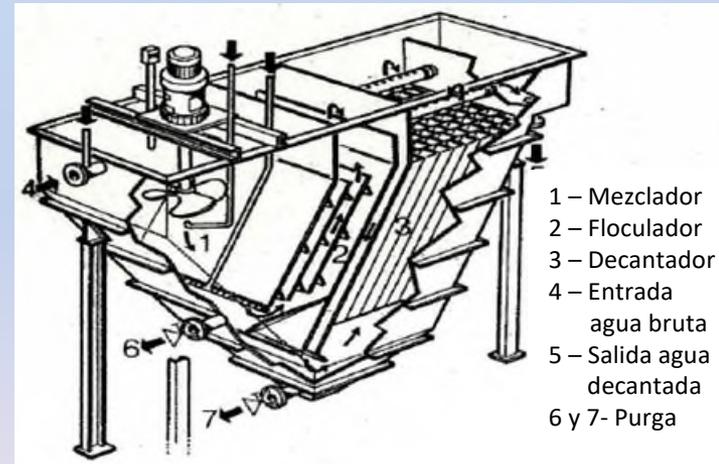
- Solo se puede utilizar con un influente con baja concentración de sólidos en suspensión.
- Al no haber una decantación puede ensuciar rápidamente el filtro posterior. Si este es un filtro mediante tamices la decantación es imprescindible.
- Los sólidos formados vuelven a cabecera de planta con las limpiezas del filtro. Por eso, no se puede utilizar allí donde la ERA es independiente de la EDAR.

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



- 1 – Mezclador
- 2 – Flocculador
- 3 – Decantador
- 4 – Entrada agua bruta
- 5 – Salida agua decantada
- 6 y 7- Purga

Propiedad/Autor: CEDEX

FÍSICO-QUÍMICO

En línea

Con decantación lamelar

Con recirculación de lodos

Con recirculación de arena

EN QUÉ CONSISTE

En una precipitación fisicoquímica (coagulación-floculación), seguida de una etapa de decantación lamelar.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión y la materia coloidal.
- **Tiene una cierta acción desinfectante, ya que las bacterias y virus fijados a los sólidos en suspensión son eliminados con estos.**

VENTAJAS

- Ocupa poco espacio frente a un decantador convencional.
- Puede absorber las fluctuaciones de calidad del influente.
- Se pueden detectar problemas de forma visual y actuar en las dosificaciones rápidamente.
- Permite un mejor funcionamiento de los filtros posteriores al requerir menos limpiezas.
- Extrae los sólidos en suspensión del sistema en forma de fango y no los retorna a cabecera.
- Puede utilizarse para eliminar el fósforo.

INCONVENIENTES

- Hay que reponer las lamelas.
- Fallos en la estructura de soporte de las lamelas si se acumula demasiado fango en las mismas.
- Un mal diseño del decantador puede generar turbulencias en la entrada arrastrando los flóculos a la superficie y produciendo su escape.
- El mantenimiento de extracción de fangos tiene difícil acceso, si no está bien diseñado previamente.
- Atasco en las tuberías de succión del fango.

FÍSICO-QUÍMICO

En línea

Con decantación lamelar

Con recirculación de lodos

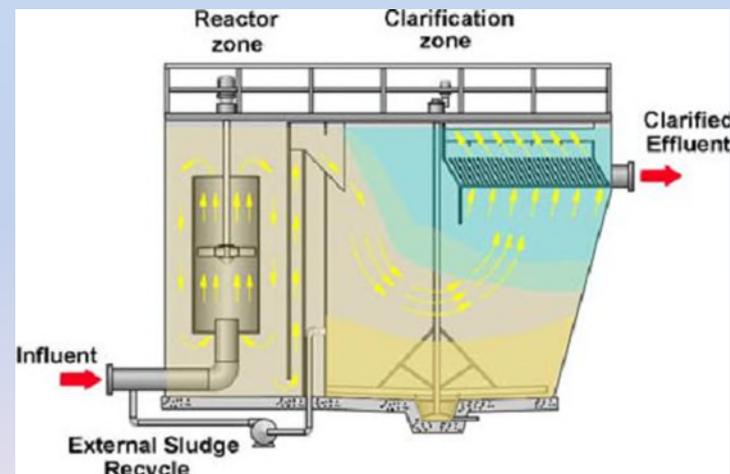
Con recirculación de arena

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En un tratamiento físico-químico con decantación lamelar, equipado con un sistema de retorno de los lodos decantados, que se mezclan con las aguas influentes, para facilitar la formación de flóculos.

EFICACIA

Similar a los tratamientos físico-químicos anteriores, pero se alcanza en menos tiempo y con menos espacio.

VENTAJAS

- **Es capaz de conseguir una eliminación más rápida de sólidos en suspensión, ya que el fango recirculado acelera el proceso de floculación y produce un flóculo denso y homogéneo.**
- Ahorra espacio para un mismo rendimiento de eliminación.
- Es menos dependiente de la calidad del influente.
- Facilidad de extracción del fango.
- Su rendimiento en la eliminación de sólidos puede compensar los costes de funcionamiento.
- Puede ahorrar en reactivos (floculante).

INCONVENIENTES

- Añade mayor complejidad al sistema, por lo que el mantenimiento es más complejo.
- Es un sistema con un mayor coste de implantación y explotación.
- Posible acumulación de fangos en la zona de maduración no agitada.

FÍSICO-QUÍMICO

En línea

Con decantación lamelar

Con recirculación de lodos

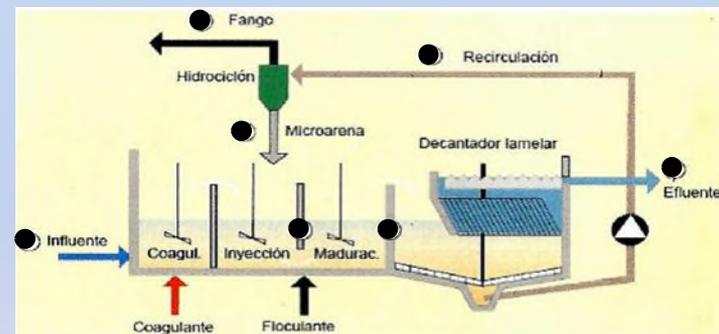
Con recirculación de arena

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En un tratamiento físico-químico con decantación lamelar, favorecido por la adición de microarena, que una vez libre de fangos (hidrociclón), se retorna a la zona de inyección.

EFICACIA

Similar a otros tratamientos físico-químicos, pero al igual que la recirculación de lodos, se alcanza en menos tiempo y con menos espacio.

VENTAJAS

- Es capaz de conseguir una **eliminación más rápida de sólidos en suspensión, ya que la arena recirculada acelera el proceso de floculación**.
- Ahorra espacio para un mismo rendimiento de eliminación.
- Es menos dependiente de la calidad del influente.
- Puede utilizarse como tratamiento primario.
- Su rendimiento en la eliminación de sólidos puede compensar los costes de funcionamiento.

INCONVENIENTES

- Añade mayor complejidad al sistema, por lo que el mantenimiento es más complejo.
- Es un sistema con un mayor coste de implantación y explotación.
- Posibles abrasiones de los equipos electromecánicos por la arena.
- Se necesitan materiales resistentes a la abrasión.
- Hay una reposición de arena relativamente alta.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

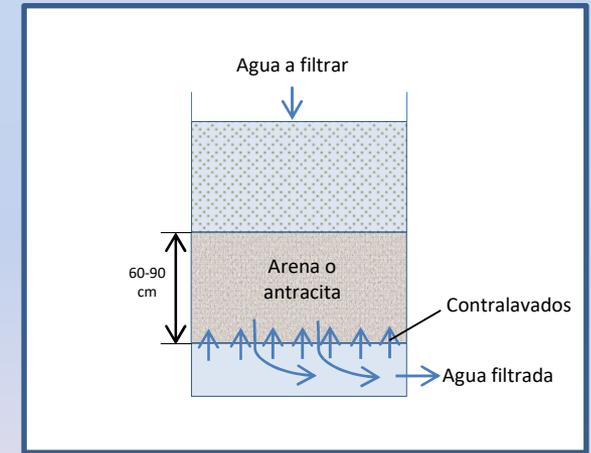
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: MAGRAMA

EN QUÉ CONSISTE

En una filtración monocapa, bicapa o multicapa, en sistemas abiertos o cerrados, que emplea arena o antracita, como materiales filtrantes.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS

-  **Al trabajar por gravedad, presenta bajos consumos energéticos.**
- Buena eliminación de materia en suspensión.
- Fácil diseño, muy contrastado y robusto.
- Escasa complejidad operativa.

INCONVENIENTES

- Necesita volúmenes importantes de almacenamiento de agua de lavado.
- Es muy importante el diseño de bombas y soplantes de lavado para que las limpiezas sean correctas y no se escape mucha arena.
- Proliferación de algas, sobre todo en verano, en los sistemas abiertos.
- Rápida colmatación en caso de mal funcionamiento del tratamiento físico-químico previo o influentes cargados.
- Acumulación de flotantes que es necesario extraer manualmente.
- Las oscilaciones fuertes de caudal pueden desprender las partículas que ya han sido retenidas e incluso pueden descolocar y mover el lecho filtrante.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

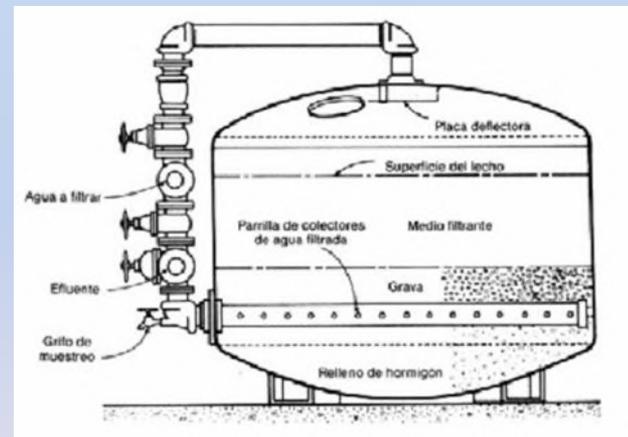
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En una filtración llevada a cabo en un recipiente a presión, que contiene el material filtrante (arena, o antracita)

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS



Funcionamiento automatizado.

- Sistema muy compacto.
- Menores necesidades de lavado que los filtros por gravedad.
- Menos propenso a la proliferación de algas.

INCONVENIENTES

- Consumo energético mayor frente a la filtración por gravedad.
- No permite examinar el estado del filtro o si ha perdido arena, salvo que se destape, lo que suele ser una operación compleja.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

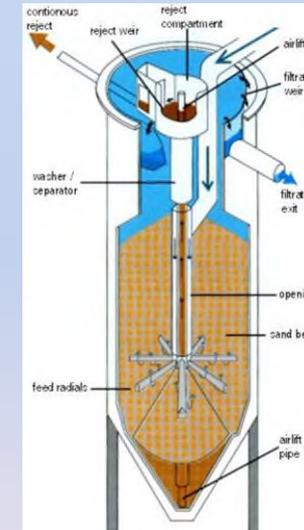
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: CEDEX

ESQUEMA



Propiedad/Autor: ESAMUR

EN QUÉ CONSISTE

En una filtración por arena de flujo ascendente con lavado en continuo de la cama de arena mediante un airlift que la va transportando hasta el lavador de arena.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión y el fósforo.

VENTAJAS

- **Consigue excelentes eliminaciones de sólidos en suspensión, y de fósforo mediante reactivos.**
- Es un sistema muy compacto.
- No requiere paradas del sistema para el lavado.
- No necesita depósito de agua de lavado.
- Gran estabilidad en los parámetros de filtración a la salida si la turbidez mantiene cierta constancia.
- Buena calidad del agua tratada.

INCONVENIENTES

- Pérdidas de arena.
- Consumo elevado de agua de lavado.
- A veces, es necesario añadir hipoclorito sódico porque se puede producir crecimiento bacteriano que aglomera los granos de arena.
- Por estar muy cerca el agua filtrada del agua de lavado, partículas de baja densidad pueden escapar.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

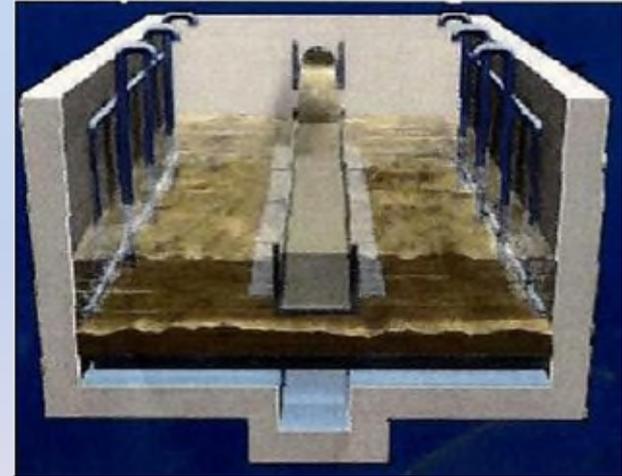
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: CEDEX

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En una filtración a través de una capa pulsante, no estratificada, de arena fina, de poco espesor y que se regenera constantemente.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS

-  **Proceso muy fiable siempre que la calidad del agua del secundario sea aceptable.**
- Reacciona mejor ante las grasas que otro tipo de filtros.
- Funcionamiento totalmente automático por lo que no precisa una vigilancia excesiva.
- No hay pérdidas importantes de arena.
- Permite alargar los ciclos de filtrado.
- Las fases de contralavado son muy cortas y requieren muy poco volumen de agua.

INCONVENIENTES

- Coste de implantación elevado.
- Se requiere la dosificación de hipoclorito para evitar la formación de algas.
- Mayor consumo energético.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

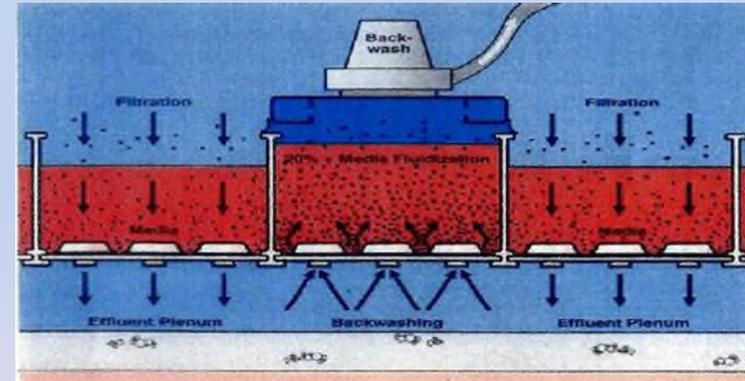
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En un filtro de arena por gravedad, equipado de un puente móvil, que permite el lavado en continuo del filtro, en contracorriente y por sectores.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS



- Bajo consumo energético.
- **Es un sistema simple.**
- Permite seguir filtrando mientras se lleva a cabo la operación de limpieza.
- No necesita depósito de agua de lavado.
- Permite operar con alturas manométricas de tan solo 35 – 45 cm.

INCONVENIENTES

- El diseño de la bomba es crítico para no extraer demasiada arena o quedarse corto en la limpieza.
- La ejecución del filtro es algo más compleja.
- Precisa atención especial el mantenimiento de la bomba por la abrasión de la arena.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

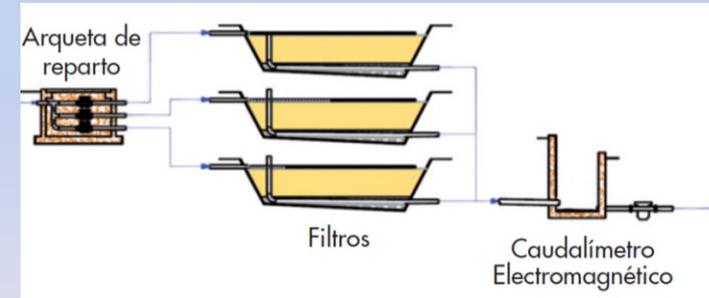
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: CENTA

ESQUEMA



Propiedad/Autor: MAGRAMA

EN QUÉ CONSISTE

En una filtración biológica aerobia sobre un medio granular fino que opera con recintos de infiltración impermeabilizados, y cuenta con un sistema de drenaje inferior para la recolección de los efluentes filtrados

EFICACIA

- Reduce sólidos en suspensión, materia orgánica, organismos patógenos y amonio.

VENTAJAS

- **Sencillez operativa.**
- Consumo energético nulo si las aguas a tratar pueden circular por gravedad entre sus distintos elementos.
- Costes moderados de implantación y bajos costes de explotación y mantenimiento.
- Rápida puesta en operación.
- Pueden alcanzar elevados rendimientos de eliminación de materia en suspensión y materia orgánica.
- Elevados niveles de eliminación de organismos patógenos cuando se trabaja con espesores de filtro mayores de 1,5 m.
- Se alcanzan elevados niveles de nitrificación.

INCONVENIENTES

- Altos requisitos de superficie.
- Poca flexibilidad debido a que existen pocos factores de control regulables durante la operación, por lo que es muy importante que los sistemas estén bien concebidos, dimensionados y construidos.
- Sensible a heladas.
- Necesidad de alternar períodos de operación y de reposo.

FILTRACIÓN

Arena

- Por gravedad
- A presión
- Limpeza en continuo
- Lecho pulsante
- Puente móvil
- Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

- Textil
- De discos

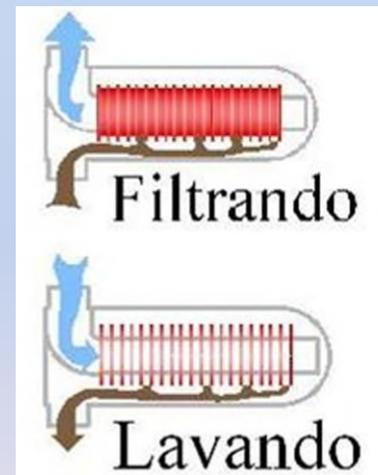
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: INFRAECO

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En la filtración del agua a través de las ranuras de unas anillas planas, que se disponen apiladas y que se liberan en la fase de limpieza.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS



Sistema compacto.

- Sistema de limpieza totalmente automático.

INCONVENIENTES

- Ruido elevado.
- Coste de energía elevado.
- Posible bajada de rendimiento en la desinfección UV posterior debido a las microburbujas y a la disgregación de flóculos biológicos por la presión contra las anillas.
- Cada cierto tiempo hay que limpiar manualmente las anillas por materia orgánica acumulada en las anillas.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

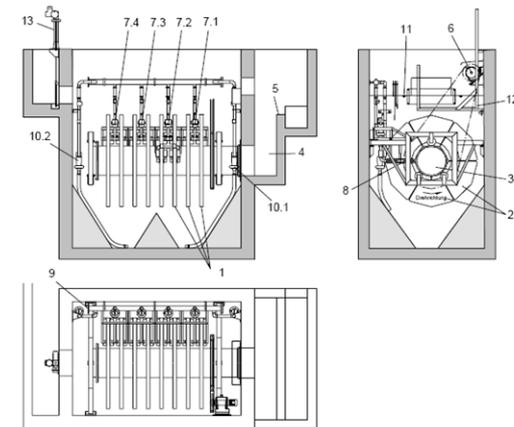
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



- 1 Discos filtrantes
- 2 Segmentos filtrantes de disco
- 3 Eje colector central
- 4 Tanque de salida de filtrado
- 5 Vertedero de salida
- 6 Motor de accionamiento del filtro (01M01)
- 7 Bombas de Limpieza (01P01 ... 01P04)
- 8 Soporte lateral del eje colector
- 9 conducción de limpiezas y bombeo de fondo
- 10 Bombas de limpieza de fondo
- 11 Niveles de control de limpieza y overflow (01L01)
- 12 Plataforma de servicio
- 13 compuerta (opcional)

Propiedad/Autor: ESAMUR

EN QUÉ CONSISTE

En la filtración de las aguas a través de telas de nylon o poliéster, dispuestas en unos marcos circulares verticales sectorizados, ubicados en un tanque donde las aguas son filtradas desde el exterior al interior.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS



El funcionamiento es sencillo y consigue buenos rendimientos.

- No necesita mucho mantenimiento.
- Bajo consumo energético
- Bajo consumo de agua

INCONVENIENTES

- Cada 5 o 6 años hay que cambiar las telas.
- Hay que hacer limpiezas manuales del interior de los discos cada cierto periodo de tiempo para eliminar materia orgánica que puede formarse en su interior y desprenderse.
- El hipoclorito sódico puede dañar las telas.

FILTRACIÓN

Arena

Por gravedad

A presión

Limpieza en continuo

Lecho pulsante

Puente móvil

Infiltración-percolación modificada

Anillas

Tamiz

Textil

De discos

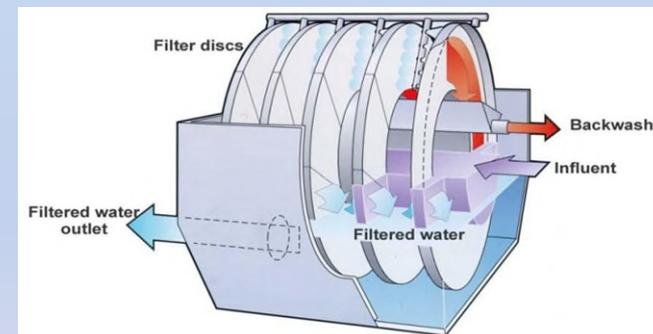
Membranas

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE

En la filtración de las aguas a través de varios discos paralelos en monofilamento de PET (Tereftalato de polietileno) dispuestos sobre un eje donde el agua es filtrada desde el interior al exterior.

EFICACIA

- Reduce los sólidos en suspensión.

VENTAJAS



Sistema muy compacto.

- El funcionamiento es automático.
- Bajo consumo energético
- Bajo consumo de agua.

INCONVENIENTES

- Necesita limpieza manual mediante pulverización de solución de hipoclorito, para eliminar materia orgánica que se forma en su interior.
- En aguas con cierta dureza hay que emplear ácido fosfórico.
- Se necesita ácido para la limpieza de las boquillas de limpieza.
- Ante una punta de sólidos en suspensión se obturan con mayor rapidez que otros tipos de filtro, por lo que necesita un buen tratamiento físico-químico previo.
- Durante los lavados el nivel del agua aumenta pudiendo reducir el rendimiento del ultravioleta posterior.

FILTRACIÓN

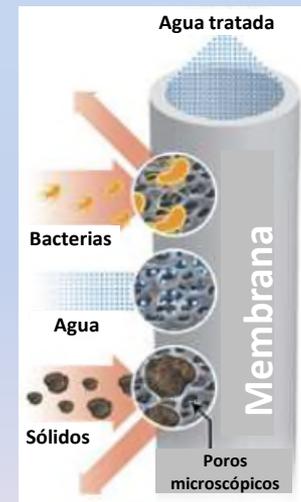


FOTO



Propiedad/Autor: DEGRÉMONT

ESQUEMA



Propiedad/Autor: DEGRÉMONT

EN QUÉ CONSISTE

En la filtración, a presión o succión, de las aguas a través de membranas que presenta un tamaño de poro de 0,1 – 0,2 μm , en el caso de la microfiltración, y de 0,01-0,1 μm , en el caso de la ultrafiltración.

EFICACIA

- Reduce sólidos en suspensión y organismos patógenos.

VENTAJAS



Estabilidad de los resultados.

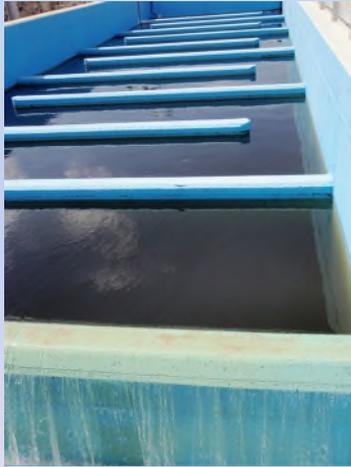
- Ofrece protección a los tratamientos posteriores, como puede ser la ósmosis inversa.
- Valores muy bajos de sólidos en suspensión y eliminación total y continua de patógenos, y en el caso de la ultrafiltración, gran parte de los virus.

INCONVENIENTES

- Las membranas son sensibles a ciertos productos y su rotura ocasiona que el efluente no pueda ser regenerado hasta que la membrana sea sustituida.
- Hay que reponer las membranas al final de su vida útil.
- Automatismo de control con una cierta complejidad.
- Coste de implantación superior al de los otros sistemas de filtración.

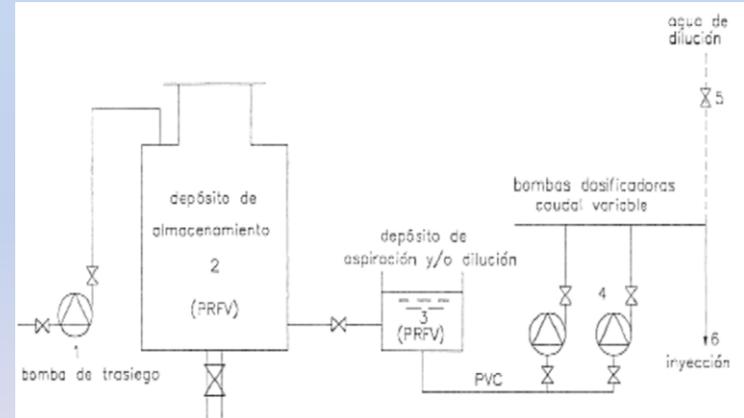


FOTO



Propiedad/Autor: INFRAECO

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>En la desinfección de las aguas mediante la adición de cloro, principalmente en forma de cloro gas o de hipoclorito, que destruye las bacterias al dañar sus proteínas.</p>	<ul style="list-style-type: none">  Produce una desinfección residual que asegura el mantenimiento de la calidad del agua, una vez que sale de la estación regeneradora y hasta el punto de entrega. Es el desinfectante más económico. Sencillez de uso. 	<ul style="list-style-type: none"> Es menos efectiva que la luz UV en la inactivación de virus y los protozoos patógenos <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia</i>. La presencia de materia orgánica en el agua reduce su eficiencia. Además el cloro puede reaccionar con ella formando trihalometanos. El cloro y sus compuestos pueden resultar tóxicos para los peces y otros seres vivos, y su manipulación requiere medidas de protección. Necesita tiempos de contacto relativamente altos (20 min). Si el agua a desinfectar contiene amonio, se necesitarán dosis importantes de cloro.
<h3>EFICACIA</h3> <ul style="list-style-type: none">  Existe un consenso generalizado en la aplicación de una desinfección mixta (luz UV + hipoclorito sódico) para garantizar una desinfección de alto espectro. 		

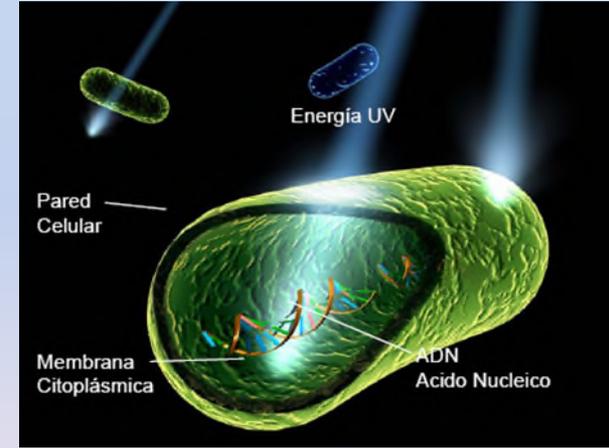


FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: ESAMUR

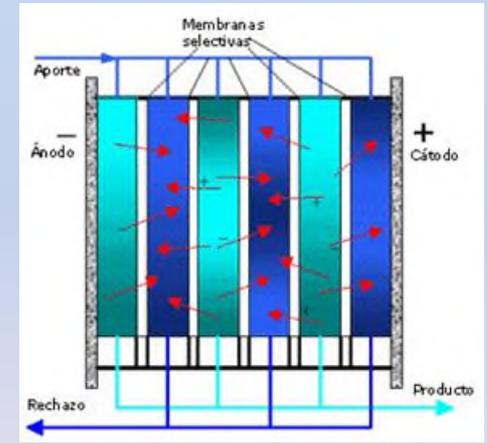
EN QUÉ CONSISTE	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>En la irradiación de las aguas con luz ultravioleta (253,7 nm), que actúa sobre los ácidos nucleicos y proteínas de los organismos patógenos, alterando su reproducción.</p>	<p> Tiene efecto biocida contra los virus y los ooquistes de los protozoos patógenos <i>Giardia</i> y <i>Cryptosporidium</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No se forman olores. ▪ Las posibles sobredosis de radiación no generan ningún problema. ▪ No produce ruido. ▪ No requiere la manipulación de sustancias peligrosas. ▪ No se produce ningún subproducto nocivo. ▪ No altera las propiedades físico-químicas de las aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A partir de una determinada concentración de sólidos en suspensión o con bajas transmitancias disminuye considerablemente su efectividad. ▪ Requiere una limpieza adecuada y continua de las lámparas o se reducirá su eficacia rápidamente. ▪ Coste energético elevado. ▪ Coste importante de reposición de lámparas y balastos. Los arranques excesivos acortan mucho su vida útil. ▪ La energía consumida reactiva es alta, por lo que hay que tenerlo en cuenta en cableado y protecciones. ▪ En los arranques se necesita un tiempo significativo hasta que las lámparas son eficaces. ▪ No aporta capacidad residual de desinfección.
<p>EFICACIA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪  Existe un consenso generalizado en la aplicación de una desinfección mixta (luz UV + hipoclorito sódico) para garantizar una desinfección de alto espectro. 		

FOTO

ESQUEMA



Propiedad/Autor: CEDEX



Propiedad/Autor: CEDEX

EN QUÉ CONSISTE	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>En la desalinización de las aguas mediante la transferencia de iones a través de membranas con permeabilidad selectiva, como resultado de la aplicación de una corriente continua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema resistente ante cambios de calidad y cantidad del influente. ▪ Es una tecnología robusta. ▪ Es menos exigente en cuanto a pretratamientos que la ósmosis inversa. Se recomienda una turbidez < 6 UNT, aunque se puede llegar a 12 UNT. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No desinfecta el agua tratada. ▪ Altos contenidos de fosfatos imposibilitan el funcionamiento de esta tecnología. ▪ En caso de determinados contaminantes químicos o el abuso de coagulantes en base férrica se requiere la reposición de gran cantidad de membranas. ▪ Requiere limpiezas manuales de membranas y espaciadores. ▪ Si la salinidad del agua producto es alta necesitaría varias etapas de EDR, ya que el corte por etapa es aproximadamente del 50%.
<p>EFICACIA</p>		
<p>Por su propia naturaleza no reduce sólidos en suspensión, turbidez ni patógenos, por lo que la calidad del efluente de salida, en cuanto a estos parámetros dependerá del resto de técnicas que compongan la línea de tratamiento.</p>		

DESALACIÓN

ELECTRODIÁLISIS REVERSIBLE

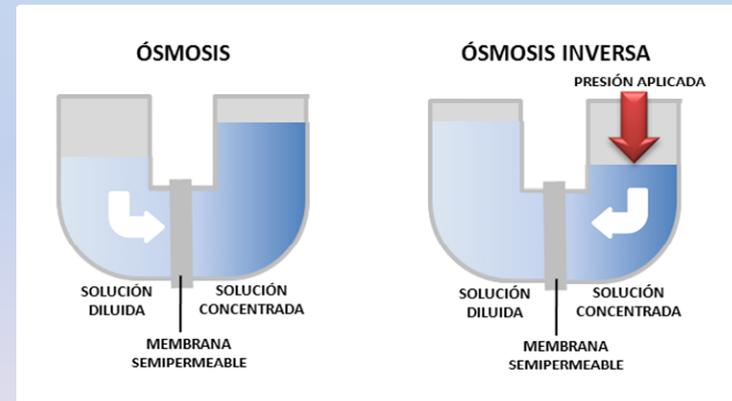
ÓSMOSIS INVERSA

FOTO



Propiedad/Autor: CEDEX

ESQUEMA



Propiedad/Autor: MAGRAMA

EN QUÉ CONSISTE

En la filtración a presión de las aguas a través de membranas con tamaños de poro de $0,001 \mu\text{m}$, que retiene prácticamente todas las sales disueltas y los solutos de bajo peso molecular, así como bacterias y cualquier partícula mayor a dicho tamaño de poro.

EFICACIA

- Elimina sólidos, sales y desinfecta.

VENTAJAS

-  **Efluente de salida de excelente calidad, totalmente desinfectado, de muy baja conductividad y ausencia de sólidos.**

INCONVENIENTES

- Necesidad de pretratamientos más rigurosos que otros tipos de desalación, que deben evitar el paso de partículas mayores de 10 micras.
- La presencia de hierro y aluminio puede ser problemática por lo que se debe vigilar su dosificación en las fases previas del tratamiento.
- Altos contenidos en fosfatos imposibilitan la aplicación de esta tecnología.
- Funcionamiento deficiente si el caudal es discontinuo.
- Consumo energético elevado.

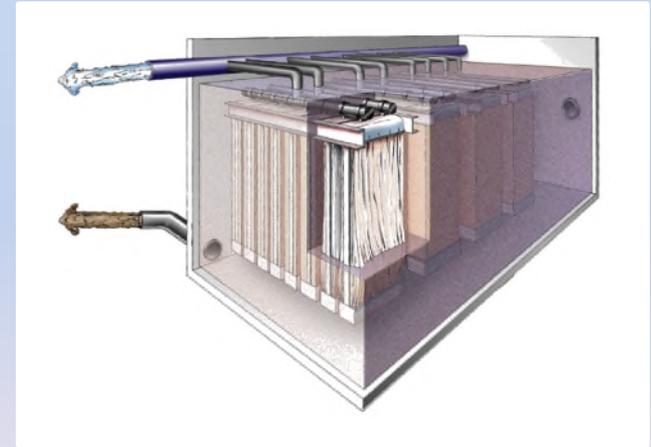
**BIORREACTOR
DE
MEMBRANAS**

FOTO



Propiedad/Autor: ESAMUR

ESQUEMA



Propiedad/Autor: ESAMUR

EN QUÉ CONSISTE

En un sistema híbrido de depuración y regeneración, cuyo efluente tiene calidad de agua regenerada.

EFICACIA

- Reduce sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y desinfecta.

VENTAJAS

- **Baja superficie de implantación.** 
- Proceso muy estable.
- Buena tolerancia a puntas de concentración.
- Excelente rendimiento de depuración y muy buen sistema de desinfección.

INCONVENIENTES

- Es un sistema todo-nada, un fallo por rotura o colapso de las membranas obliga al vertido de agua bruta hasta su reparación, si no hay capacidad sobrante.
- Necesidad de un pretratamiento más estricto que los sistemas convencionales.
- Elevada dependencia de la automatización y manejo y ajuste algo más complejo que un tratamiento convencional de fangos activados.
- Consumo energético superior que los tratamientos convencionales con terciario.



**BUENAS PRÁCTICAS EN LA EXPLOTACIÓN
DE UNA ESTACIÓN REGENERADORA**

A photograph of a water treatment facility with large blue pipes and tanks, serving as a background for the title.

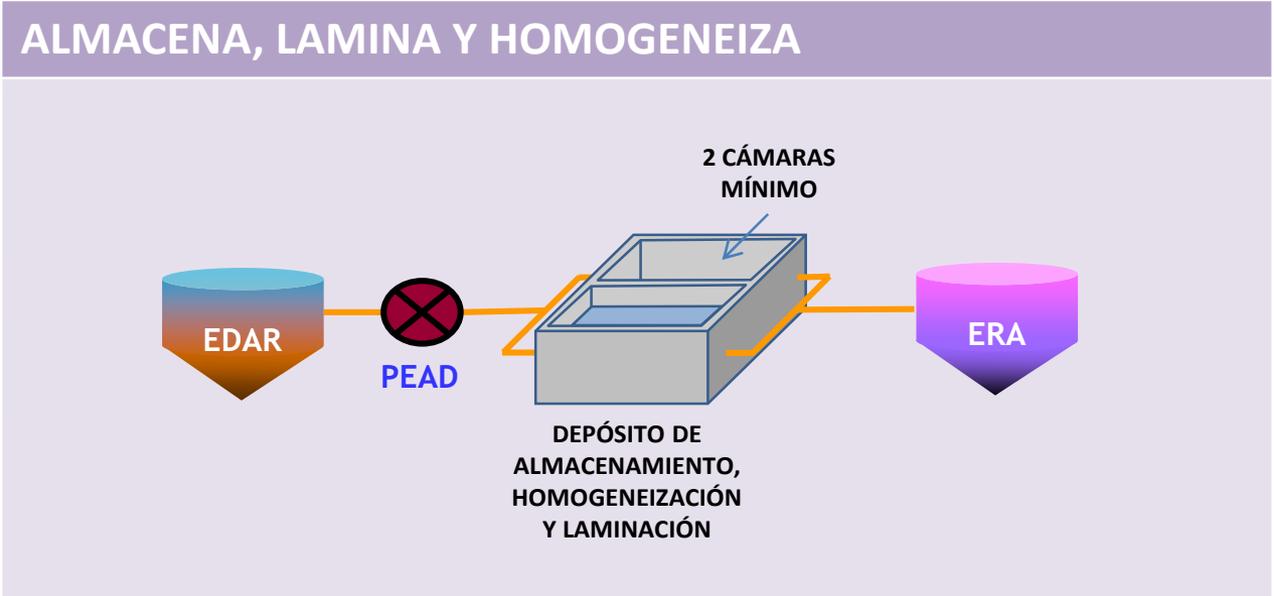
ÍNDICE

- **Depósito previo a la Estación Regeneradora de Aguas**
- **Medición en continuo**
- **Puntos de medición en continuo**
- **Otros indicadores de la desinfección**

DEPÓSITO PREVIO:



Es necesaria un agua depurada de características homogéneas para optimizar el tratamiento de regeneración



OBJETIVO

- **Laminar** las variaciones de caudal del efluente depurado.
- **Homogeneizar** las variaciones de calidad del efluente depurado.

RECOMENDACIONES

La división del tanque en dos cámaras como mínimo, permite llevar a cabo las labores de mantenimiento con comodidad.

VENTAJAS

- La laminación del caudal permite dimensionar **estaciones de regeneración más pequeñas**.
- La homogeneización de la calidad permite **augmentar la eficacia** del tratamiento de regeneración y su control.
- Permite trabajar en **horarios más adecuados** desde el punto de vista energético.

INCONVENIENTES

- Requieren espacio para su instalación.
- Requiere **limpiezas periódicas frecuentes**.
- En los tanques abiertos es frecuente la **proliferación de microalgas**. Esto puede solucionarse con dispositivos de ultrasonidos, lonas correderas u otro cerramiento móvil.
- En los tanques cerrados, las limpiezas son más dificultosas.

MEDICIÓN EN CONTINUO



Permite prevenir, en tiempo real, el deterioro de la calidad del agua regenerada. Suelen ser equipos robustos, fiables, eficaces y no excesivamente caros.



Propiedad/Autor: INFRAECO

Estos mecanismos de control pueden mandar señales de cierre automático de válvulas o hacer saltar una alarma, en el caso de detectar una anomalía en el agua regenerada.

Por eso, es la práctica más eficaz y la más respaldada por los gestores.

Los parámetros clave para su medición son: turbidez, cloro residual y transmitancia a 254 nm.

TURBIDEZ

Este parámetro refleja el contenido de materias coloidales (minerales u orgánicas), donde suelen alojarse los microorganismos. Una turbidez excesiva puede proteger a los microorganismos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro.

Es también muy útil la instalación de un **turbidímetro** a la entrada de la estación regeneradora de agua porque permite impedir que el agua residual depurada con valores inadecuados pueda entrar en el tratamiento de regeneración y ponga en riesgo los criterios de suministro del agua regenerada.

CLORO – SONDA REDOX

El cloro residual asegura el **mantenimiento de un nivel de desinfección** adecuado en:

- La salida de la Estación Regeneradora de Aguas.
- Las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas.
- El punto de entrega al usuario.

Se pueden emplear mediciones indirectas como el **potencial REDOX**.

TRANSMITANCIA A 254 nm

La transmitancia a una longitud de onda de 254 nm es una medida física relacionada con la absorción de la luz UV y, por tanto, de la **eficacia de la desinfección** mediante esta técnica.

Permite diseñar adecuadamente los sistemas de desinfección mediante luz UV y adaptar la dosificación de las lámparas en función de la variabilidad de la transmitancia de las aguas a tratar y de su caudal.

CARBONO ORGÁNICO TOTAL

Es un **indicador de la eficacia del tratamiento** porque permite conocer la cantidad de materia orgánica presente en el agua.

Está relacionado con la Demanda Bioquímica de Oxígeno medida a los 5 días (DBO_5) pudiéndose establecer correlaciones entre ambos parámetros específicos para cada planta de tratamiento.

PUNTOS DE MEDICIÓN EN CONTINUO



PEAD: Punto de Entrega del Agua Depurada

PEAR: Punto de Entrega del Agua Regenerada



Un **Indicador microbiológico** es un microorganismo cuya presencia y abundancia permiten determinar la existencia de un patógeno. Proporciona de modo indirecto información sobre los parámetros de control en los procesos de desinfección.

Además de la ***E. coli*** como indicador habitual, existen otros indicadores de la desinfección, por ejemplo, Colifagos y *Clostridium perfringes*.

Además, se aconseja ampliar el parámetro de Nematodos intestinales a Helmintos parásitos.

CLOSTRIDIUM PERFRINGES

Son bacterias esporuladas más resistentes a condiciones adversas que los coliformes fecales, pues resisten la luz UV y la cloración. También son resistentes a condiciones extremas de pH y temperatura.

Son indicadoras del proceso de desinfección y su presencia refleja la existencia de contaminación fecal intermitente.

Además, pueden utilizarse como índice de virus entéricos y protozoos en aguas tratadas.

Por otro lado, ofrece la máxima protección frente a los ooquistes infectivos de *Cryptosporidium spp.* y los enterovirus.

COLIFAGOS

Son indicadores de contaminación bacteriana ya que los bacteriófagos son virus que requieren de las bacterias para replicarse.

Además, la determinación de los colifagos es sencilla, rápida (menos de 24 horas) y de bajo coste.

HELMINTOS PARÁSITOS

Son gusanos parásitos que causan una gran variedad de enfermedades infecciosas.

El método Bailinger permite identificar todos los organismos helmintos presentes en la muestra, entre los que se encuentran los nematodos.

Con el fin de amortizar el esfuerzo analítico, y para un mejor conocimiento de la muestra, es aconsejable identificar todos los helmintos visualizados.



Madrid, 2014

ÁREA TEMÁTICA. CONTAMINANTES EMERGENTES

Este documento pertenece a una serie de publicaciones que componen la Plataforma de Conocimiento y Divulgación de la Reutilización de Aguas en España. Esta Plataforma tiene como objeto divulgar los conocimientos científico-técnicos así como las experiencias y buenas prácticas aprendidas en el campo de la reutilización de aguas.

Ha sido elaborado a partir de fuentes documentales existentes, tanto en España como en el ámbito internacional, que se pueden consultar, junto con el presente documento, en la página web del MAGRAMA.

Asimismo, y dado que el sector de la reutilización de las aguas está en continuo cambio y evolución, este documento está abierto a comentarios y observaciones que pueden enviar a Bzn-sgpagr.

Autoras: Rocío Fernández Rodríguez, Ester Ortega Busutil (Dirección General del Agua)
y María Teresa del Pozo Ramos (Infraestructura y Ecología, S.L.).

Coordinadora: Alejandra Puig Infante (Dirección General del Agua)

AGRADECIMIENTOS

a Pedro Simón (ESAMUR)

Juan José Salas (CENTA)

Emilio Nicolás (CSIC)

y Raquel Iglesias (CEDEX)

por sus inestimables aportaciones que han enriquecido, tanto la forma como el contenido de los documentos finales.



ÍNDICE



- **¿Qué es un contaminante emergente?**
- **¿Qué tipos de contaminantes emergentes hay?**
- **¿Dónde se encuentran?**
- **¿En qué cantidad?**
- **¿Cuál es su riesgo en las aguas regeneradas?**
- **Modelos de exposición al agua regenerada**
- **Número de años de exposición al agua regenerada necesaria para igualar...**
- **¿Cómo se pueden eliminar?**



¿QUÉ ES UN CONTAMINANTE EMERGENTE?



- Los «**contaminantes emergentes**» o «**contaminantes de preocupación emergente**» son contaminantes que aún no están regulados, o han sido regulados recientemente, pero que están generando una creciente preocupación por sus posibles consecuencias en el medioambiente y en la salud humana.
- No son necesariamente nuevos contaminantes, pero su presencia o concentración están siendo ahora identificadas gracias a la aparición de **técnicas analíticas más sensibles**.
- La lista de contaminantes emergentes incluye, según su uso, fármacos, productos de higiene personal, productos para el hogar y productos industriales, entre otros.
- La fuente contaminante puede ser difusa (agricultura, ganadería) o puntual (industrias, zonas urbanas).
- Sus **efectos** sobre la salud humana aún **están en estudio**, pero las investigaciones realizadas hasta el momento en organismos acuáticos y mamíferos revelan toxicidad aguda y crónica, disrupción endocrina y cáncer.
- Por este motivo, la Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo ha establecido la elaboración de una **lista de observación** de un máximo de 10 sustancias compuesta, inicialmente, por Diclofenac, 17-beta-estradiol y 17-alpha-ethinylestradiol. El objetivo es recabar datos de seguimiento a nivel de la Unión Europea que sirvan de base a futuros ejercicios de asignación de prioridad y para completar, entre otros, datos de análisis, revisiones y programas de seguimiento.

Dicha lista de observación deberá estar elaborada a más tardar el 14 de septiembre de 2014 y el periodo de seguimiento deberá comenzar a más tardar el 14 de septiembre de 2015.



¿QUÉ TIPOS DE CONTAMINANTES EMERGENTES HAY?



- Los contaminantes emergentes más frecuentes se encuentran en las siguientes categorías:

MEDICAMENTOS DE USO HUMANO Y VETERINARIO

DROGAS

PRODUCTOS COSMÉTICOS Y CUIDADO PERSONAL (PCCP)

BIOCIDAS

TENSOACTIVOS

ADITIVOS INDUSTRIALES

OTROS CONTAMINANTES INDUSTRIALES

¿QUÉ TIPOS DE CONTAMINANTES EMERGENTES HAY?

MEDICAMENTOS DE USO HUMANO Y VETERINARIO



¿Dónde están?

Analgésicos, antibióticos, anticonceptivos, antiinflamatorios, antidepresivos

¿Cuáles son?

Diclofenac Ibuprofeno
17-beta-estradiol
17-alpha-ethinylestradiol
Amoxicilina Lorazepam

DROGAS



¿Dónde están?

Drogas de abuso

¿Cuáles son?

Cocaína
Heroína
Morfina

PRODUCTOS COSMÉTICOS Y CUIDADO PERSONAL



¿Dónde están?

Jabones, geles, champús, pastas dentífricas, cremas solares, desodorantes

¿Cuáles son?

Parabenos
Almizcles (musk)
Benzofenona
Triclosán
Permetrina

BIOCIDAS



¿Dónde están?

Pesticidas, antisépticos, conservantes, subproductos de la desinfección

¿Cuáles son?

Formaldehído
Carbaril
Glifosato Propacina
Metamitron Pendimetalina

¿QUÉ TIPOS DE CONTAMINANTES EMERGENTES HAY?



Surfactantes

Detergentes para lavar la ropa, lavavajillas, productos para eliminar el polvo de superficies

¿Cuáles son?

Alquilfenol etoxilados
Sulfonatos bencénicos

TENSOACTIVOS

Sustancias perfluoroalquiladas

Revestimientos antimanchas, productos de papel aptos para el contacto con alimentos, espumas extintoras

¿Cuáles son?

Sulfonatos de perfluorooctano (PFOS)
Ácido perfluorooctanoico (PFOA)

ADITIVOS INDUSTRIALES

¿Dónde están?

Muebles, plásticos, pinturas, aparatos electrónicos, botellas de agua



¿Cuáles son?

Retardantes de llama
(Polibromodifeniléteres, Tetrabromodisfenol A)
Plasticantes
(Bisfenol A, Ftalatos)

OTROS CONTAMINANTES INDUSTRIALES

¿Dónde están?

Aislantes, disolventes, desincrustantes



¿Cuáles son?

Epiclorhidrina
Benzotriazoles

¿DÓNDE SE ENCUENTRAN?

¿DÓNDE SE HAN ENCONTRADO?

Los contaminantes emergentes han sido detectados en aguas, suelos, sedimentos, aire y animales.

¿EN QUÉ TIPO DE AGUAS SE HAN ENCONTRADO?

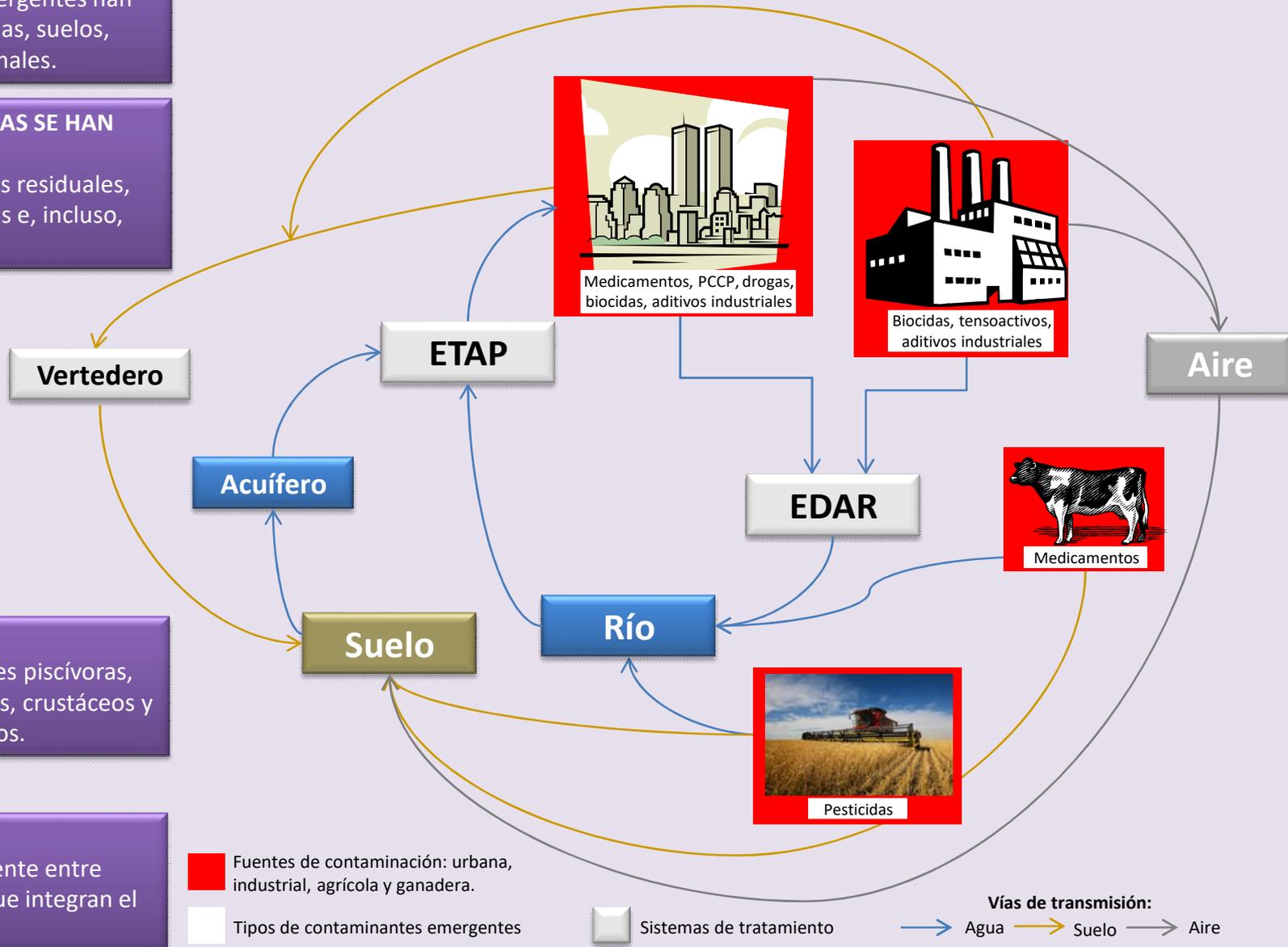
En ríos, acuíferos, aguas residuales, depuradas, regeneradas e, incluso, potabilizadas.

¿Y DÓNDE MÁS?

En tejidos de peces, aves piscívoras, carne de caza, moluscos, crustáceos y acumulados en pescados.

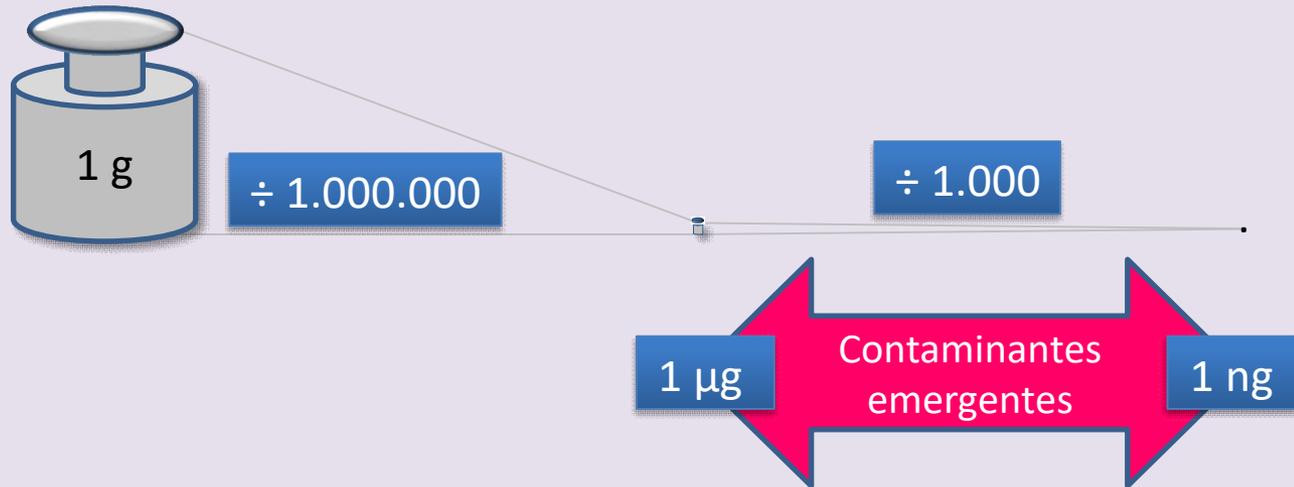
¿POR QUÉ?

Por la interacción existente entre todos los elementos que integran el medio.

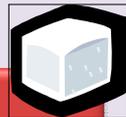


¿EN QUÉ CANTIDAD?

Las concentraciones detectadas en el agua son a niveles de ng/L - $\mu\text{g/L}$.



Por ejemplo,
1 microgramo en 1 litro ($\mu\text{g/L}$)
es, aproximadamente,
1 terrón de azúcar disuelto en
una **piscina olímpica**



Propiedad/Autor de la imagen: MAGRAMA



¿CUÁL ES SU RIESGO EN LAS AGUAS REGENERADAS?



- Los científicos reconocen que una exposición excesiva a compuestos químicos puede comportar riesgos para la salud. No obstante, el uso controlado de compuestos químicos puede mejorar nuestra calidad de vida y la salud.
- De ahí la necesidad de establecer niveles de exposición «seguros» y «aceptables» para los compuestos con que entramos en contacto de forma cotidiana.

Agua regenerada: ¿Qué seguridad ofrece?
Una Publicación de la WaterReuse Research Foundation

Los Riesgos del Agua Regenerada en Perspectiva

A medida que el agua pasa a ser un recurso más escaso y valioso, son más numerosas las poblaciones que hacen uso de agua regenerada para atender sus crecientes demandas de agua y sus limitadas fuentes de abastecimiento. Uno de los obstáculos para conseguir la aceptación pública de los proyectos de agua regenerada es la percepción sobre los riesgos que ésta comporta para la salud de la persona.

Entre los riesgos percibidos figuran las consecuencias derivadas de la presencia de concentraciones traza de Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFCA) en el agua regenerada. No obstante, los resultados de un reciente estudio indican que, dependiendo del compuesto químico concreto y de las condiciones de exposición al mismo, podría ser necesaria una exposición al agua regenerada no posible durante un periodo de este tipo, como es el caso de millones de años, antes de que se pudiera alcanzar una exposición a los PFCA equivalente a la registrada durante un solo día a través de nuestras actividades cotidianas.

Un individuo agrícola en un campo regado con agua regenerada.

Por ejemplo, el estudio concluye que un cultivador agrícola habría de trabajar durante 16,000 años en un campo regado con agua regenerada antes de que alcanzara una exposición equivalente a una dosis individual de 17-beta estradiol (terapia hormonal sustitutiva). Un niño podría jugar en un césped regado con agua regenerada durante 110 millones de años antes de que quedara expuesto a una dosis equivalente a una aplicación de suplemento de mercurio (DEET). (Para resultados adicionales, véase "¿Cuál es el riesgo?" en la página 3).

Para mejorar el proceso de comunicación de los riesgos relacionados para la salud derivados de los usos insostenibles autorizados del agua regenerada, el mismo artículo y el resto de

judicaría, la WaterReuse Research Foundation y otras unidades participantes promovieron un estudio de evaluación del riesgo asociado con los PFCA comúnmente presentes en un agua regenerada.

De los centenares de PFCA que pueden encontrarse en un agua regenerada y el medio ambiente, un grupo de científicos seleccionó 10 de ellos para su inclusión en el estudio. Los compuestos seleccionados incluyen diversos PFCA, como analgésicos de venta con receta médica y de venta libre (sin receta médica), productos de uso doméstico y aditivos alimentarios. Algunos tienen efectos adversos debidos a sus riesgos para la salud; otros, debido a que son fácilmente reconocibles, todos ellos son representativos de los PFCA presentes en un agua regenerada.

Para llevar a cabo esta evaluación, los investigadores evaluaron cuatro circunstancias típicas en las que las personas pueden quedar expuestas al agua regenerada utilizada para el riego agrícola y de jardinería:

- Un niño jugando en un parque o patio de recreo escolar.
- Un agricultor trabajando en el campo.
- Un jardinero cuidando césped o arbustos.
- Un golfista jugando en los greens.

A cada una de estas circunstancias se le denominó "caso de exposición". Entre cuatro casos todocas tienen todos ellos lugar en ambientes regados con agua regenerada. Proporcionan estimaciones del volumen de agua al que una persona podría quedar expuesta durante un periodo de tiempo determinado.

En cada caso, los investigadores utilizaron una estimación elevada, obligando a que el sujeto estuviera regularmente en contacto con mucha más agua de la que sería usual en casos reales. Esta sobrevaloración se hizo de forma intencionada, para obtener un mayor margen de seguridad en los estudios de evaluación de riesgo.

La utilización de concentraciones conocidas de los 10 PFCA considerados permitió a los investigadores calcular los riesgos potenciales para la salud. Los investigadores compararon también la exposición a los PFCA contenidos

¿Qué es Agua Regenerada y Por Qué la Utilizamos?

Toda el agua de la Tierra es agua reciclada, que se renueva a través de los ciclos naturales. No obstante, la más usual es que, cuando actualizamos la expresión "agua regenerada" queramos decir agua residual que ha sido tratada desde nuestros viviendas o comercios a través de una tubería hasta una estación depuradora, donde ha sido tratada hasta un nivel de calidad apropiado al uso previsto o al método de vertido. A partir de ahí, el agua regenerada es enviada directamente por un sistema de distribución específica para su utilización en riego o refrigeración industrial.

Numeras poblaciones utilizan agua regenerada para riego de parques y zonas de ocio.

El agua puede ser sometida a diversos niveles de tratamiento, incluyendo los tratamientos primarios, secundarios y terciarios. El agua regenerada que se utiliza para el riego de jardinería es agua tratada a nivel terciario, incluyendo una desinfección.

El uso de un agua tan valiosa como la de nuestros parques para riego asegura considerablemente la demanda de agua y evita sus crecientes gastos sobre nuestros habitantes consumidores de agua, particularmente durante las estaciones secas.

Además de sus aplicaciones para riego, esta agua intencionalmente tratada para la autorización del gobierno federal y de diversos estados para su aplicación en otros usos, entre los que figura la lucha contra incendios, los procesos industriales y el suministro para sistemas de inodoro. El agua que no se

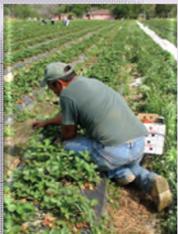
- La WaterReuse Foundation y otras entidades han promovido un [estudio sobre la evaluación del riesgo asociado con los Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal](#) con riesgo de estar presentes en un agua regenerada.
- Dicho estudio concluye que podría ser necesaria una exposición al agua regenerada durante un periodo de **entre miles de años hasta millones de años**, antes de que se pudiera alcanzar una exposición equivalente a la registrada durante un solo día a través de nuestras actividades cotidianas.

MODELOS DE EXPOSICIÓN AL AGUA REGENERADA



Escolar

- El escolar pesa 15 kg y juega en la hierba de un recreo, durante el riego con agua regenerada o inmediatamente después, 1 vez a la semana a lo largo de 6 meses al año.
- El escolar juega durante 1 hora cada día, de modo que sus manos, brazos y piernas permanecen mojadas con agua regenerada durante esa hora.
- El escolar ingiere incidentalmente 10 mL de agua regenerada durante cada sesión.
- La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.



Agricultor

- El agricultor es un adulto de 70 kg que trabaja en campos regados con agua regenerada.
- Los campos son regados 3 días a la semana durante 6 meses al año.
- El trabajador está expuesto al agua regenerada durante 8 horas al día y se supone que un 10% de su cabeza, manos y brazos permanecen mojados con agua regenerada en todo momento.
- La ingestión incidental de agua regenerada es de 4 mL por hora.
- La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.



Golfista

- El golfista es un adulto de 70 kg que juega en un campo regado con agua regenerada.
- El golfista juega 2 veces a la semana, 4 horas cada día.
- El 10% de sus manos, brazos y piernas permanecen mojadas con agua regenerada todo el tiempo.
- Durante el juego, el golfista ingiere 1 mL de agua regenerada por hora a través del contacto y la limpieza de las bolas de golf.
- La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.



Jardinero

- El jardinero es un adulto de 70 kg que trabaja en jardines regados con agua regenerada.
- El jardinero trabaja 250 días al año, 8 horas al día.
- El 10% de su cabeza, manos y brazos permanecen mojados en todo momento.
- La ingestión incidental de agua regenerada es de 4 mL por hora.
- La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

NÚMERO DE AÑOS DE EXPOSICIÓN AL AGUA REGENERADA NECESARIA PARA IGUALAR...

...1 dosis de ibuprofeno



... 1 dosis de 17-beta estradiol



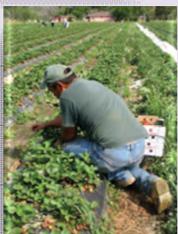
...1 dosis diaria de PFOS



...1 dosis diaria de Bisfenol A



Escolar



Agricultor



Golfista



Jardinero





¿CÓMO SE PUEDEN ELIMINAR?



Los tratamientos convencionales de las estaciones depuradoras eliminan de forma incompleta este tipo de contaminantes, por eso las posibles alternativas de eliminación son:

ELIMINACIÓN EN ORIGEN

Una gran parte de los fármacos ingeridos son excretados en la orina sin alterar y van a parar a las aguas residuales. Racionalizando el consumo de fármacos, reduciendo o, incluso, eliminando algunos de ellos se evitaría la presencia de estos contaminantes en las aguas residuales y, por tanto, su potencial toxicidad.

TRATAMIENTOS AVANZADOS DE ELIMINACIÓN

Cuando los contaminantes llegan a las depuradoras los tratamientos de eliminación aplicables, después de un tratamiento secundario y un tratamiento físico-químico con decantación más una filtración, son:

•Ozonización

Una gran parte de contaminantes emergentes presentan una elevada reactividad frente al ozono de modo que su eliminación puede llevarse a cabo mediante ozonización simple.

•Procesos Avanzados de Oxidación

Son procesos capaces de generar radicales hidroxilo en suficiente cantidad como para depurar el agua.

•Adsorción en carbón activado.

El carbón activo presenta una elevada capacidad para adsorber fármacos.

•Membranas de ósmosis inversa

El tamaño de poro de la membrana, entre 0,0005 y 0,0020 μm , permite separar físicamente los contaminantes emergentes del agua.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Madrid, 2014

ÁREA TEMÁTICA. CASOS PRÁCTICOS

ESTE PARQUE SE RIEGA
CON AGUA REGENERADA

NO POTABLE



Este documento pertenece a una serie de publicaciones que componen la Plataforma de Conocimiento y Divulgación de la Reutilización de Aguas en España. Esta Plataforma tiene como objeto divulgar los conocimientos científico-técnicos así como las experiencias y buenas prácticas aprendidas en el campo de la reutilización de aguas.

Ha sido elaborado a partir de fuentes documentales existentes, tanto en España como en el ámbito internacional, que se pueden consultar, junto con el presente documento, en la página web del MAGRAMA.

Asimismo, y dado que el sector de la reutilización de las aguas está en continuo cambio y evolución, este documento está abierto a comentarios y observaciones que pueden enviar a Bzn-sgpagr.

Autoras: Rocío Fernández Rodríguez, Ester Ortega Busutil (Dirección General del Agua)
y María Teresa del Pozo Ramos (Infraestructura y Ecología, S.L.).

Coordinadora: Alejandra Puig Infante (Dirección General del Agua)

AGRADECIMIENTOS

a Pedro Simón (ESAMUR)

Juan José Salas (CENTA)

y Emilio Nicolás (CSIC)

por sus inestimables aportaciones que han enriquecido, tanto la forma como el contenido de los documentos finales.

ÍNDICE

- **Casos emblemáticos en España**
 - Mapa Llave
 - Caso nº 1: Uso urbano «La M-40 del agua de Madrid»
 - Caso nº 2: Uso agrícola «Riego del Pla de Sant Jordi de Palma de Mallorca»
 - Caso nº 3: Uso industrial «La reutilización industrial del Camp de Tarragona»
 - Caso nº 4: Uso recreativo «Riego de los campos de golf de la Costa del Sol»
 - Caso nº 5: Uso ambiental «Los humedales construidos de Empuriabrava»
- **Experiencias españolas de reutilización en el mundo**
- **Modelos de gestión de los sistemas de reutilización en España**

CASOS EMBLEMÁTICOS EN ESPAÑA

ESTE PARQUE SE RIEGA
CON AGUA REGENERADA

NO POTABLE



MAPA LLAVE



EXPERIENCIAS ESPAÑOLAS DE REUTILIZACIÓN EN EL MUNDO

ESTE PARQUE SE RIEGA
CON AGUA REGENERADA

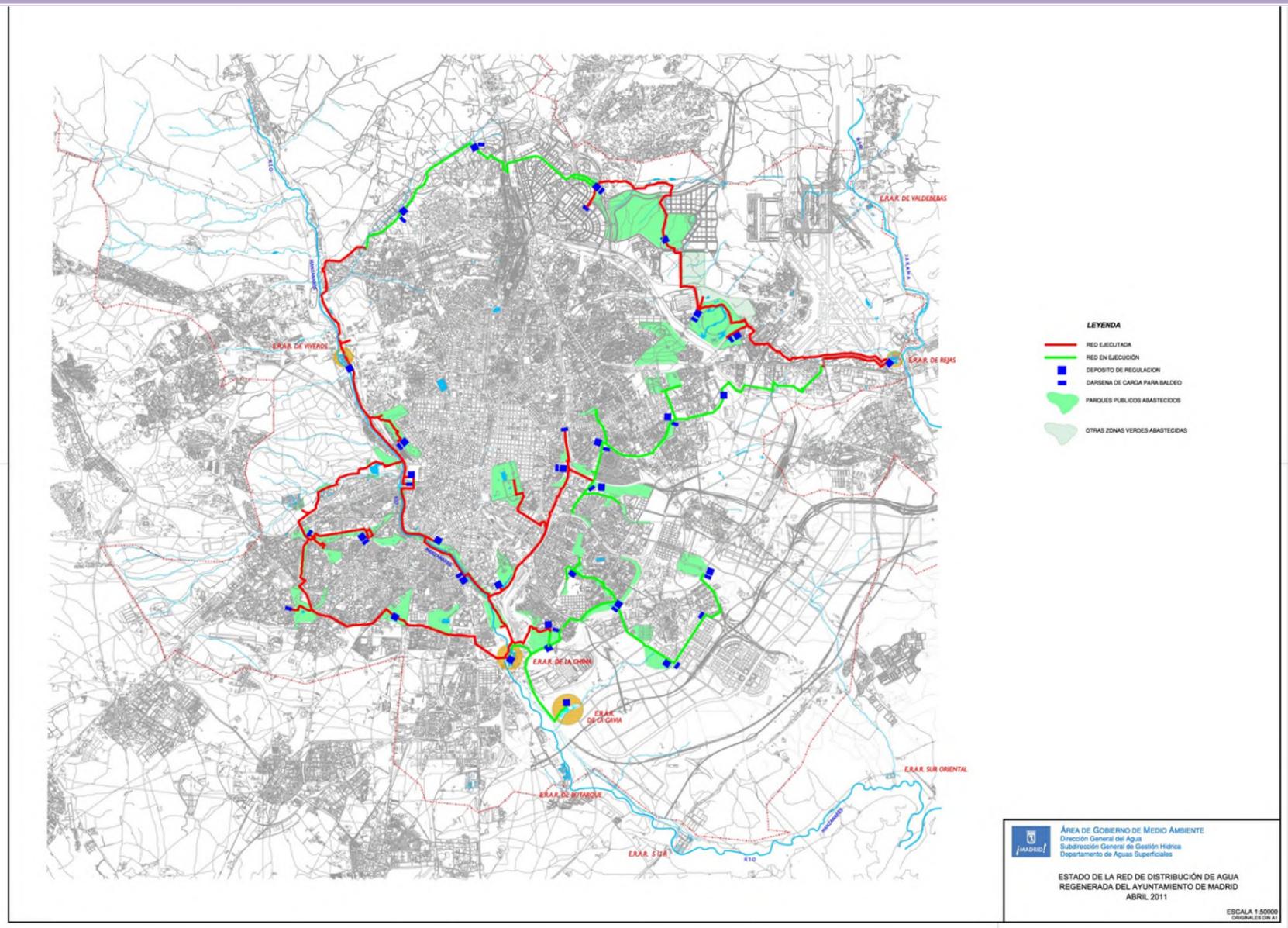
NO POTABLE



CASO Nº 1	LA M-40 DEL AGUA DE MADRID	TIPO DE USO	URBANO Y RECREATIVO
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	TAJO	COMUNIDAD AUTÓNOMA	MADRID

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



Supone el aprovechamiento de agua procedente de las estaciones depuradoras del sistema de saneamiento de la ciudad de Madrid, mediante la construcción de un gran anillo de circunvalación de aproximadamente 180 km de infraestructuras subterráneas que admite la reversibilidad del flujo hidráulico.

Este gran anillo cuenta con la construcción de una serie de infraestructuras, depósitos y dársenas, con los correspondientes equipos de bombeo para hidrantes y carga de camiones.

El destino del agua regenerada es el riego de zonas verdes, baldeo de viales, limpieza de alcantarillado y estanques de tormentas, así como otros usos autorizados (riego de campos de golf, viveros, etc.).

La red general se estructura en otras redes parciales, que a su vez disponen de ramales secundarios para obtener una mejor distribución:

- Red Centro
- Red Norte Este Rejas
- Red Sur Este Rejas
- Red Interconexión Gavia
- Red Interconexión Norte Oeste-Norte Este
- Ampliaciones futuras

A su vez, cada red parcial tiene asignada una estación regeneradora de aguas residuales de abastecimiento en cabecera y están equipadas en los distintos puntos de suministro con estaciones de control que monitorizan en continuo parámetros de calidad y variables hidráulicas que permiten una completa supervisión de todos los puntos de suministro. Las dársenas son depósitos completamente enterrados o semienterrados donde se acumula el agua procedente de las estaciones depuradoras a través de las diferentes redes.

El agua almacenada se transfiere a diferentes puntos de toma o hidrantes situados en aceras o zonas verdes, utilizándose el recurso para riego, baldeo de viales públicos u otros usos.

PRINCIPALES DATOS

- Ahorro previsto de agua potable: **22,7** hm³/año ≡ **Consumo anual de 300.000 habitantes**
- Longitud de la red en servicio: 85,7 km
- Parques regados: 28
- Depósitos: 22
- Dársenas de baldeo: 16
- Volumen empleado en baldeo (m³/año): 2.226.537,00 (Datos a fecha de agosto de 2014)



Propiedad/Autor de las imágenes: Ayuntamiento de Madrid

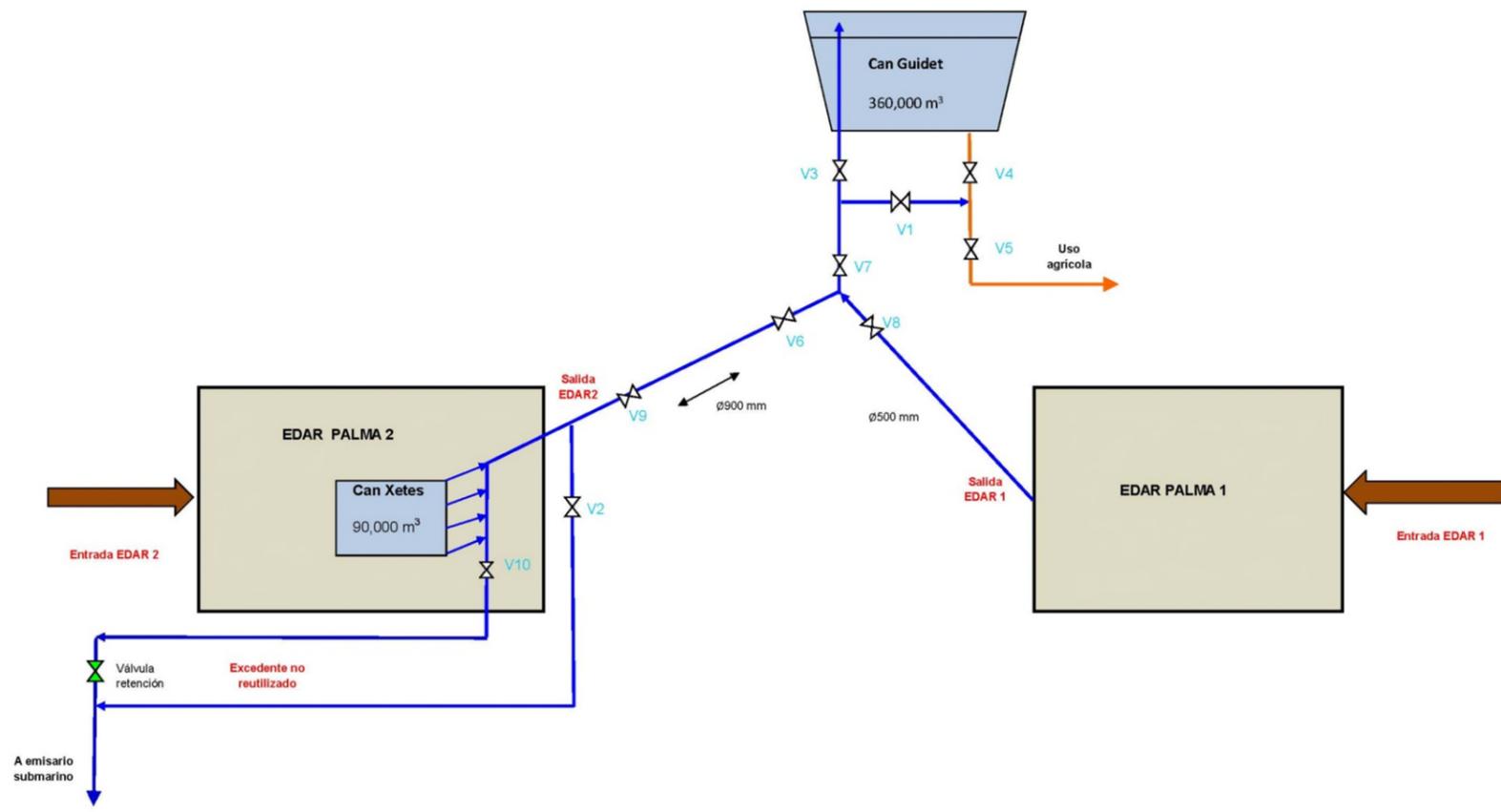
CASO Nº 2	RIEGO DEL PLA DE SANT JORDI DE PALMA DE MALLORCA	TIPO DE USO	AGRÍCOLA
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	ISLAS BALEARES	COMUNIDAD AUTÓNOMA	ISLAS BALEARES

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



ESQUEMA DE REUTILIZACIÓN AGRÍCOLA DE AGUAS DEPURADAS



Alrededor de la balsa de Can Guidet existe un terreno perimetral en el cual han ido creciendo de forma natural diferentes especies de hierbas ornamentales, plantas aromáticas y arbustos. Esta flora sirve de asentamiento, en muchos casos estacional y en otros definitivo, de multitud de aves de diferentes especies que han creado un auténtico ecosistema endémico apreciado e incluso catalogado por los ornitólogos de la Comunidad.

La comunidad de regantes, situada en el término municipal de Palma, se fundó a principios de los años 70 con la finalidad de aprovechar las aguas depuradas de la primera depuradora de Palma.

La gran demanda de agua, tanto para el abastecimiento del consumo humano como para el riego de cultivos, hizo que el agua extraída de los pozos del Pla aumentara su salinidad y, por lo tanto, no fuera apta para el uso en los cultivos que en ese momento se realizaban.

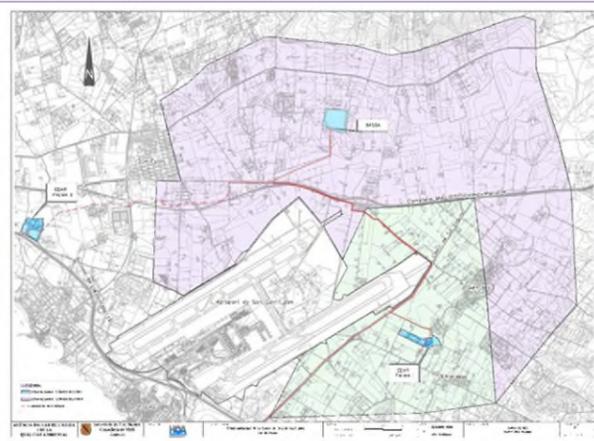
Por este motivo se optó por el cambio hacia cultivos que fueran adecuados a las características del agua: principalmente forraje. Sin embargo, la salinidad del agua fue en aumento, lo que hacía imposible el cultivo, y motivó que, cuando se construyó la primera depuradora en los años 70, los agricultores y el Estado llegaran a un acuerdo plasmado en el RD 1234/74 en el que se declaraba Zona de Interés Nacional toda la superficie regable con aguas depuradas del Pla de Sant Jordi, sector 1.

Al construirse una nueva depuradora se amplió la zona de regadío con un nuevo sector de riego, el sector 2. Todo esto queda reflejado en el RD2084/77 por el que se aprueba el plan general de transformación de la zona.

En el sector 1 se dotaba de agua depurada a 215 hectáreas de riego, mientras que en el sector 2 a 1.200 hectáreas.

En el año 2000 se firmó un convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Palma y la Consejería de Agricultura y Pesca, que implica las obras de mejora y ampliación de la red de riego del sector 1 y la construcción de una nueva depuradora, por la que se habilitaba una balsa de almacenamiento de 364.000 m³ cerca de los barrios de Son Ferriol y S'Hostalots, denominada balsa de Can Guidet, con el fin de servir de abastecimiento de agua regenerada a la Comunidad de Regantes del Pla de Sant Jordi.

El agua depurada en ambas depuradoras se pone a disposición de los regantes, excepto la que se utiliza para el riego urbano de jardines, baldeo de calles y abastecimiento de hidrantes usados por los bomberos. La balsa se llena mediante una tubería de impulsión que proviene de las dos depuradoras EDAR Palma 1 y EDAR Palma 2.



PRINCIPALES DATOS

- Actualmente la superficie de riego es de 1.500 hectáreas, habiéndose consumido en el año 2013 unos **14,3 hm³** de agua.

Propiedad/Autor de las imágenes: EMAYA

CASO Nº 3	LA REUTILIZACIÓN INDUSTRIAL DEL CAMP DE TARRAGONA	TIPO DE USO	INDUSTRIAL
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CATALUÑA

MAPA GENERAL

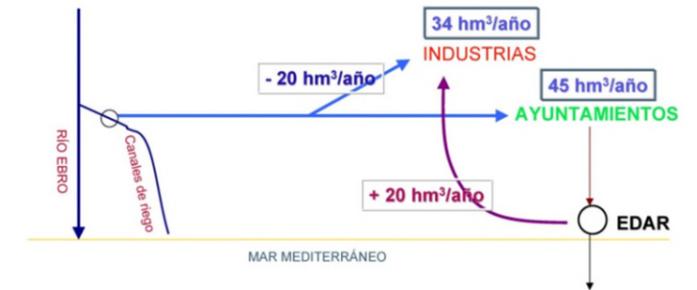
¿EN QUÉ CONSISTE?

El objetivo es liberar 20 hm³/año de agua potable, que ahora está siendo usada en procesos industriales, sustituyéndola por agua regenerada.

Usos en el Camp de Tarragona



Esquema general de la sustitución



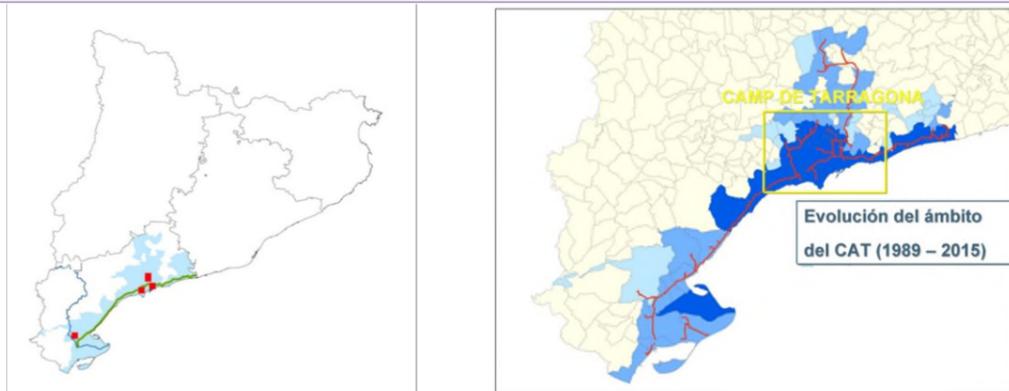
El proyecto se desarrolla por fases, tal y como se muestra a continuación:



Las ventajas para la industria son que dispone de agua de menor salinidad a un precio similar, el agua regenerada está libre de competencia y conflictividad, y se trata de una actuación sostenible y emblemática.

PRINCIPALES DATOS

- El tratamiento de regeneración adoptado ha sido una **ósmosis inversa de doble paso**, para reducir los niveles de amonio, turbidez y salinidad a los exigidos tanto por la normativa como por los requerimientos industriales.
- Precio del agua regenerada: **0,50 €/m³**.
- Avance a junio de 2014: el volumen de agua regenerada usada para usos industriales es de 1,2 hm³/año y tiene una conductividad entre 10 y 20 µS/cm.



Propiedad/Autor de las imágenes: AGENCIA CATALANA DEL AGUA

CASO Nº 4	IRIEGO DE LOS CAMPOS DE GOLF DE LA COSTA DEL SOL	TIPO DE USO	RECREATIVO
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS	COMUNIDAD AUTÓNOMA	ANDALUCÍA

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



En el año 1990, se comienza a regar el campo de golf de Montemayor con agua procedente de la E.D.A.R. de Guadalmansa en Estepona. Como quiera que la implantación de nuevos campos era imparable, en el año 1993 comienzan a regarse dos nuevos campos, La Cala Resort, y en el 1995 otros dos, La Duquesa y Torrequebrada.

Pero es en el año 1995, cuando la Costa del Sol Occidental de Málaga, sufre una gran sequía, poniéndose en peligro la gran industria de la zona como es el juego del Golf. Solamente en la zona de influencia de la Depuradora de Estepona-San Pedro, estaban afectados 12 campos.

ACOSOL, S.A. junto con la Confederación Hidrográfica del Sur y la Asociación de Campos de Golf, creada para tal fin, pusieron en marcha la iniciativa de crear un Sistema Terciario en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Estepona y el sistema de distribución de dicha agua, para su aprovechamiento en los riegos de dichos campos.

Desde entonces, el número de campos que se han ido integrando al sistema de reutilización ha sido continuo, llegando a 21 en año 2000, 23 en el 2004, 29 en el 2005 y 34 en 2006.

Actualmente existen 6 sistemas de reutilización desde sus respectivas depuradoras:

EDAR	Nº CAMPOS DE GOLF	VOLUMEN REUTILIZADO (m3/día)
Arroyo de la Miel	1	3 000
Fuengirola	5	15 000
La Cala	2	3 500
La Víbora	2	5 000
Guadalmansa	20	30 000
Manilva	4	10 000
TOTAL	34	66 500

Además, existen 21 campos de golf más que serán integrados en el futuro en la red de reutilización.

PRINCIPALES DATOS

- Volumen futuro de reutilización estimado: **24 hm³/año** ≡ **Consumo anual de 270.000 habitantes.**
- En 2008, se regaron 34 campos de golf con **5,3 hm³/año** de agua regenerada (el **10% del volumen de agua depurada**).
- 21 nuevos campos de golf se integrarán en el futuro a la red de reutilización.



Propiedad/Autor de las imágenes: ACOSOL, S.A.

CASO Nº 5	LOS HUMEDALES CONSTRUIDOS DE EMPURIABRAVA	TIPO DE USO	AMBIENTAL	
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CATALUÑA	¿EN QUÉ CONSISTE?
MAPA GENERAL				
 <p>El sistema de humedales construidos de Empuriabrava cuenta con tres celdas situadas en paralelo de 160 m x 50 m (8.000 m²) cada una, con una profundidad media de 0,5 m, seguidas de una laguna somera de 45.000 m² de superficie y de 0,2 m de profundidad media.</p> <p>Las tres celdas tienen una forma alargada, pensada para favorecer la circulación del agua por medio de un flujo en pistón y en ellas el agua atraviesa tanto zonas cubiertas de macrófitos (básicamente <i>Phragmites australis</i> y <i>Typha latifolia</i>) como zonas de lámina libre en las que penetra fácilmente la luz del sol.</p> <p>El agua de salida de las tres celdas es recogida en un único registro y de allí es conducida hasta el canal perimetral situado alrededor de la pequeña isla situada en el centro de la laguna, desde donde rebosa hasta el vertedero de salida del sistema situado en uno de los extremos de la laguna (Romero & Sala, 2001; Sala et al., 2004).</p> <p>Las celdas del sistema de humedales construidos son, a su vez, un hábitat para distintos tipos de aves, como el ánade azulón (<i>Anas platyrhynchos</i>), la cerreta común (<i>Anas crecca</i>), la focha común (<i>Fulica atra</i>) o el zampullín común (<i>Tachybaptus ruficollis</i>), entre muchos otros, mientras que la laguna somera, llamada Estany Europa, se ha mostrado como un hábitat adecuado para distintas especies de limícolas, entre las que destacan la cigüeñuela común (<i>Himantopus himantopus</i>), el flamenco común (<i>Phoenicopterus ruber</i>) o las distintas especies de archibebes (<i>Tringa spp.</i>). Tampoco es raro ver ejemplares de aguilucho lagunero (<i>Circus aeruginosus</i>) sobrevolar la zona. En cuanto a vegetación, aparte de los macrófitos ya mencionados, es de destacar la colonización espontánea que en los últimos años se ha producido por parte de especies de hidrófitos como <i>Zannichelia palustris</i> y <i>Najas minor</i>, que forman bellas praderas sumergidas tanto en el fondo de las celdas de tratamiento como de la laguna somera.</p>				<p>En los últimos 10 años, en la Costa Brava se han puesto en funcionamiento distintos proyectos de mejora ambiental en los que la reutilización del agua y/o la mejora de la gestión de los recursos han jugado un papel preponderante.</p> <p>De todos ellos, seguramente el más emblemático es el de los humedales construidos de Empuriabrava, una gran urbanización asentada sobre antiguas marismas y perteneciente al municipio de Castelló d'Empúries.</p> <p>Allí se lleva a cabo un tratamiento adicional del agua depurada (efluente secundario nitrificado y desnitrificado) en la EDAR de dicho núcleo urbano mediante unos humedales construidos de una superficie total de 7 ha, que no sólo terminan de reducir el contenido de nutrientes del agua, sino que además son una zona de interés ornitológico por sí mismos.</p>  <p>Una vez tratada, el agua es aprovechada para otros usos ambientales en el ámbito del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, como por ejemplo la alimentación de la laguna de El Cortalet o para el riego de prados húmedos, un ambiente de alto interés ecológico y en fuerte regresión en la zona debido a la transformación del hábitat.</p>
 				<p>PRINCIPALES DATOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • En 2005 este sistema trató unos 903.000 m³, correspondientes a un 82% del total tratado por la EDAR de Empuriabrava. • Según los balances disponibles, se estima que eliminó unos 7.000 kg de nitrógeno inorgánico (un 73% de las entradas al sistema) y casi 2.300 kg de fósforo soluble, (un 69% de las entradas) (Consorci de la Costa Brava, 2006).
Propiedad/Autor de las imágenes: Consorci de la Costa Brava				

EXPERIENCIAS EN EL MUNDO

EDAR de Quinta do Lago y EDAR da Ponta, reutilizan sus aguas para riego de campos de golf (Portugal)

Reutilización de aguas regeneradas para el procesado de vegetales frescos y ensaladas (UK)

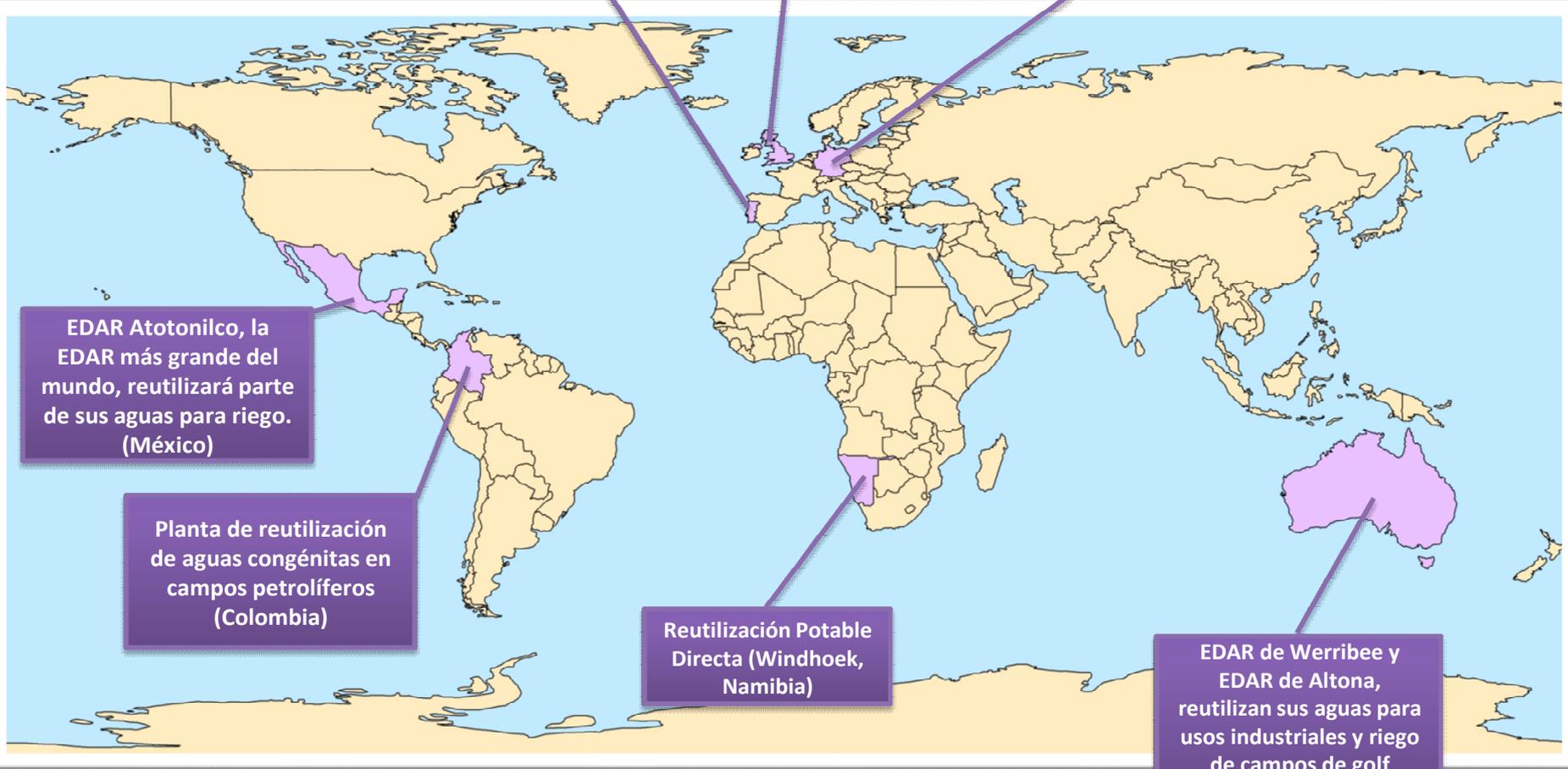
Recarga de acuíferos por infiltración con aguas regeneradas (Alemania)

EDAR Atotonilco, la EDAR más grande del mundo, reutilizará parte de sus aguas para riego. (México)

Planta de reutilización de aguas congénitas en campos petrolíferos (Colombia)

Reutilización Potable Directa (Windhoek, Namibia)

EDAR de Werribee y EDAR de Altona, reutilizan sus aguas para usos industriales y riego de campos de golf (Australia)



MODELOS DE GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS EN ESPAÑA

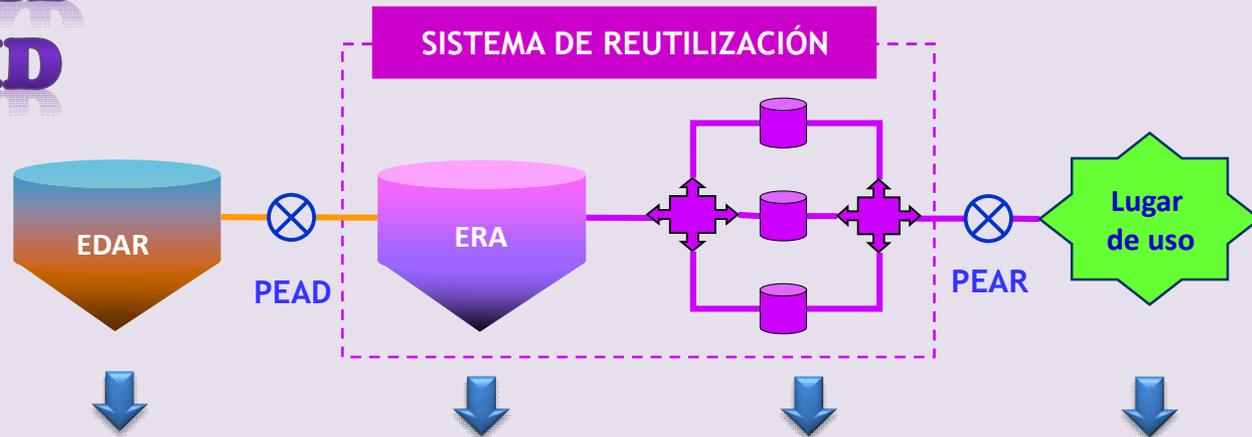
ESTE PARQUE SE RIEGA
CON AGUA REGENERADA

NO POTABLE



MODELOS DE GESTIÓN

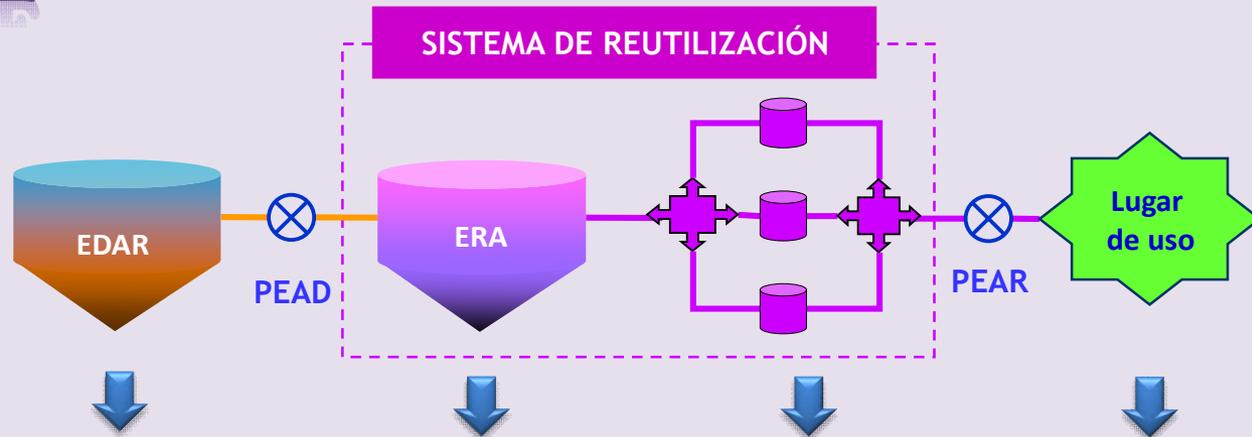
COMUNIDAD DE MADRID



NOMBRE	EDAR CUENCA MEDIA ALTA DEL ARROYO CULEBRO	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	HOLMEN PAPER
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	CANAL DE ISABEL II		
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	CANAL DE ISABEL II		
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: CANAL DE ISABEL II		Autorización de reutilización: CANAL DE ISABEL II
RECUPERACIÓN DE COSTES	Tarifas del Canal de Isabel II		

MODELOS DE GESTIÓN

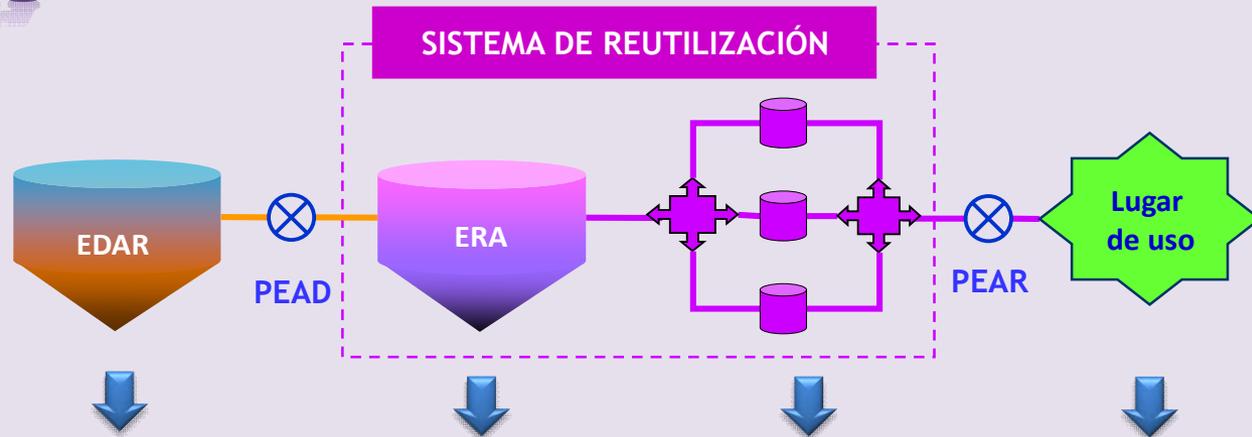
CIUDAD DE MADRID



NOMBRE	EDAR REJAS	ERA REJAS	RED NORTE-ESTE REJAS	CAMPO DE GOL EL OLIVAR DE LA HINOJOSA
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	AYUNTAMIENTO DE MADRID			
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	CANAL DE ISABEL II (Encomienda de gestión)		AYTO. MADRID	
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: AYTO. MADRID			Autorización de reutilización: AYTO. MADRID
RECUPERACIÓN DE COSTES	Precio público por la prestación del servicio de suministro de agua regenerada			

MODELOS DE GESTIÓN

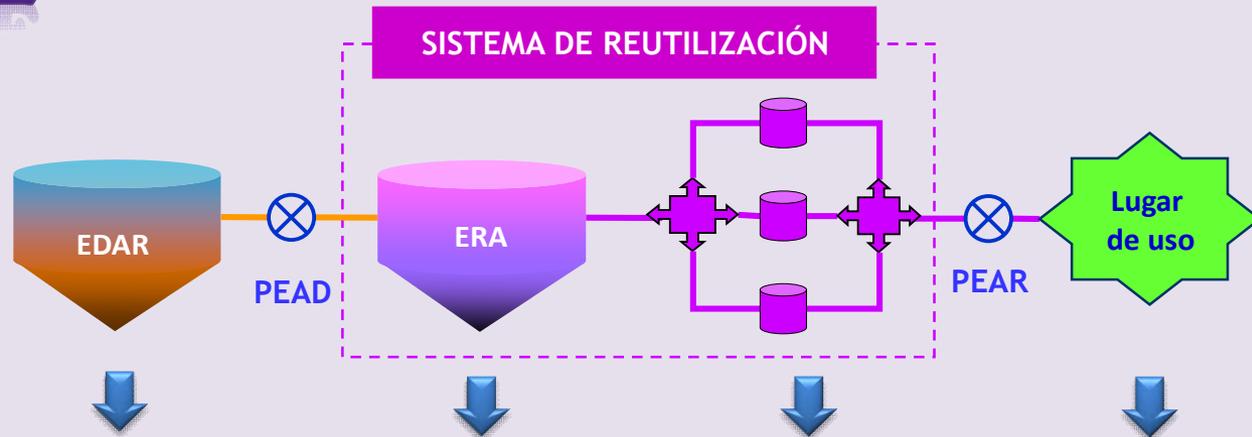
CATALUÑA



NOMBRE				DIFERENTES USOS
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	AYUNTAMIENTO	ACA/OPERADOR ÚNICO		
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	OPERADOR ÚNICO			
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: AYUNTAMIENTO			Concesión de reutilización: OPERADOR ÚNICO
RECUPERACIÓN DE COSTES	Tarifas fijadas por la ACA a propuesta del operador			

MODELOS DE GESTIÓN

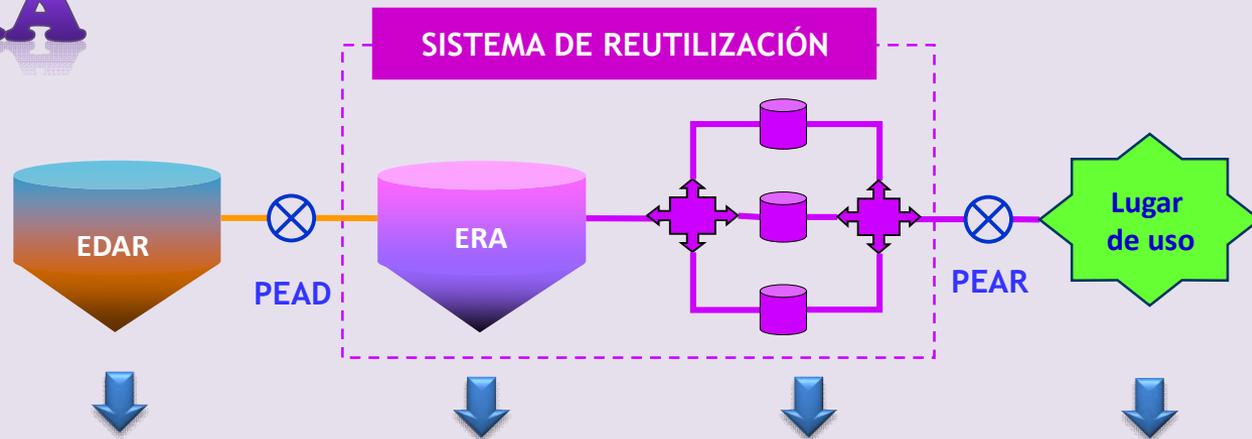
REGIÓN DE MURCIA



NOMBRE	MULA		SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	SOCIEDAD CIVIL VIRGEN DEL ROSARIO (riego agrícola)
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	AYUNTAMIENTO DE MULA			
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	ESAMUR (Gestiona las estaciones, pero no es gestor de agua regenerada)			
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: AYTO. MULA			Concesión de reutilización: SOCIEDAD CIVIL VIRGEN DEL ROSARIO
RECUPERACIÓN DE COSTES	CANON DE SANEAMIENTO			

MODELOS DE GESTIÓN

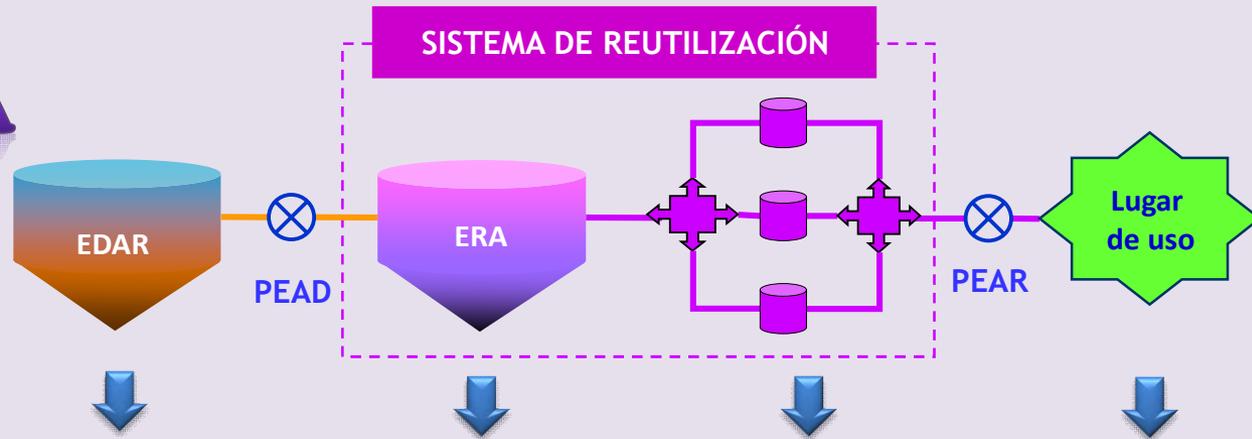
VITORIA



NOMBRE	EDAR CRISPIJANA	PLANTA DE TRATAMIENTO Terciario de la Comunidad de Regantes de Arrato	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA Comunidad de Regantes de Arrato	REGADÍOS DE ARRATO
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	AYTO. VITORIA	COMUNIDAD DE REGANTES DE ARRATO		
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	AMVISA	COMUNIDAD DE REGANTES DE ARRATO (TYTSA)		
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: AMVISA			Concesión de aprovechamiento de aguas: COMUNIDAD DE REGANTES DE ARRATO
RECUPERACIÓN DE COSTES	Tasas del Ayuntamiento	Autofinanciación		

MODELOS DE GESTIÓN

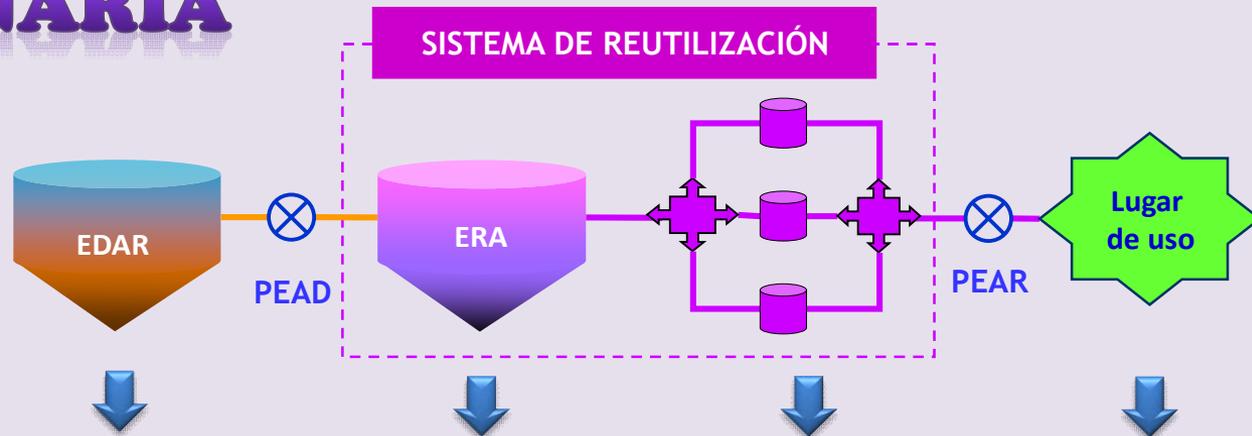
PALMA DE MALLORCA



NOMBRE	PALMA II	TRATAMIENTO TERCARIO DE PALMA II	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	SERVICIOS URBANOS DE PALMA Y CAMPOS DE GOLF
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	EMAYA			
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	EMAYA (Gestiona las estaciones, pero no es gestor de agua regenerada)			
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: EMAYA			Autorización de reutilización: EMAYA (urbano) Concesiones de reutilización: WHITE BALEARES, S.L. Y PROALARÓ, S.L. (golf)
RECUPERACIÓN DE COSTES	CANON DE SANEAMIENTO			

MODELOS DE GESTIÓN

GRAN CANARIA

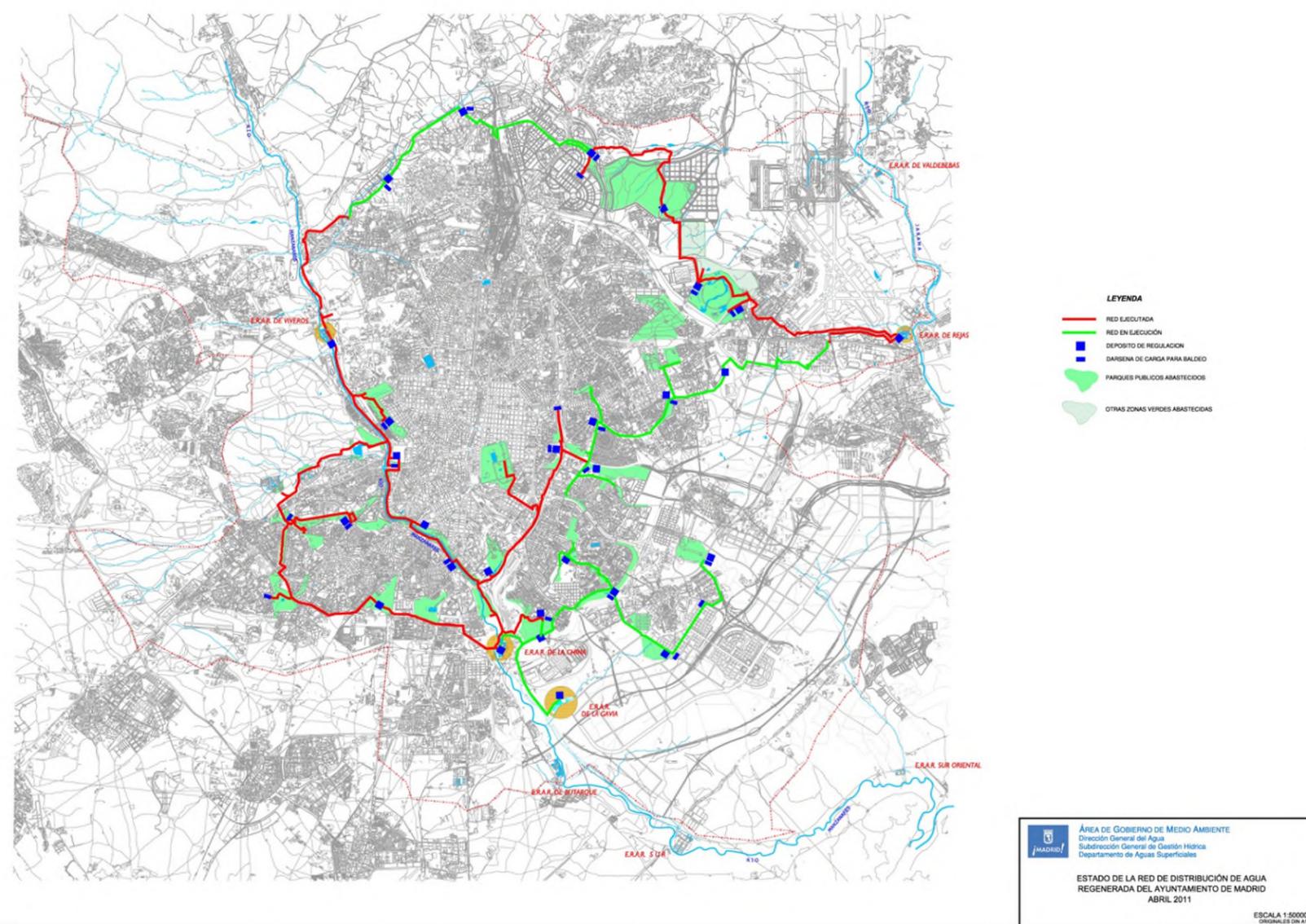


NOMBRE	BARRANCO SECO	BARRANCO SECO (OI) BARRANCO SECO (EDR)	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	RIEGO AGRÍCOLA
TITULARIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	AYUNTAMIENTO DE LAS PALMAS	CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE GRAN CANARIA		
GESTIÓN Y MANTENIMIENTO	ELMASA	CANARAGUA	CONSEJO INSULAR DE AGUAS	
AUTORIZACIONES Y CONCESIONES	Autorización de vertido: ELMASA			Concesión de reutilización: CONSEJO INSULAR (En estudio, Plan hidrológico insular)
RECUPERACIÓN DE COSTES	Canon municipal	Precio público de agua reutilizada		

CASO Nº 1	LA M-40 DEL AGUA DE MADRID	TIPO DE USO	URBANO Y RECREATIVO
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	TAJO	COMUNIDAD AUTÓNOMA	MADRID

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



Supone el aprovechamiento de agua procedente de las estaciones depuradoras del sistema de saneamiento de la ciudad de Madrid, mediante la construcción de un gran anillo de circunvalación de aproximadamente 180 km de infraestructuras subterráneas que admite la reversibilidad del flujo hidráulico.

Este gran anillo cuenta con la construcción de una serie de infraestructuras, depósitos y dársenas, con los correspondientes equipos de bombeo para hidrantes y carga de camiones.

El destino del agua regenerada es el riego de zonas verdes, baldeo de viales, limpieza de alcantarillado y estanques de tormentas, así como otros usos autorizados (riego de campos de golf, viveros, etc.).

La red general se estructura en otras redes parciales, que a su vez disponen de ramales secundarios para obtener una mejor distribución:

- Red Centro
- Red Norte Este Rejas
- Red Sur Este Rejas
- Red Interconexión Gavia
- Red Interconexión Norte Oeste-Norte Este
- Ampliaciones futuras

A su vez, cada red parcial tiene asignada una estación regeneradora de aguas residuales de abastecimiento en cabecera y están equipadas en los distintos puntos de suministro con estaciones de control que monitorizan en continuo parámetros de calidad y variables hidráulicas que permiten una completa supervisión de todos los puntos de suministro. Las dársenas son depósitos completamente enterrados o semienterrados donde se acumula el agua procedente de las estaciones depuradoras a través de las diferentes redes.

El agua almacenada se transfiere a diferentes puntos de toma o hidrantes situados en aceras o zonas verdes, utilizándose el recurso para riego, baldeo de viales públicos u otros usos.

PRINCIPALES DATOS

- Ahorro previsto de agua potable: **22,7** hm³/año ≡ **Consumo anual de 300.000 habitantes**
- Longitud de la red en servicio: 85,7 km
- Parques regados: 28
- Depósitos: 22
- Dársenas de baldeo: 16
- Volumen empleado en baldeo (m³/año): 2.226.537,00 (Datos a fecha de agosto de 2014)



Propiedad/Autor de las imágenes: Ayuntamiento de Madrid

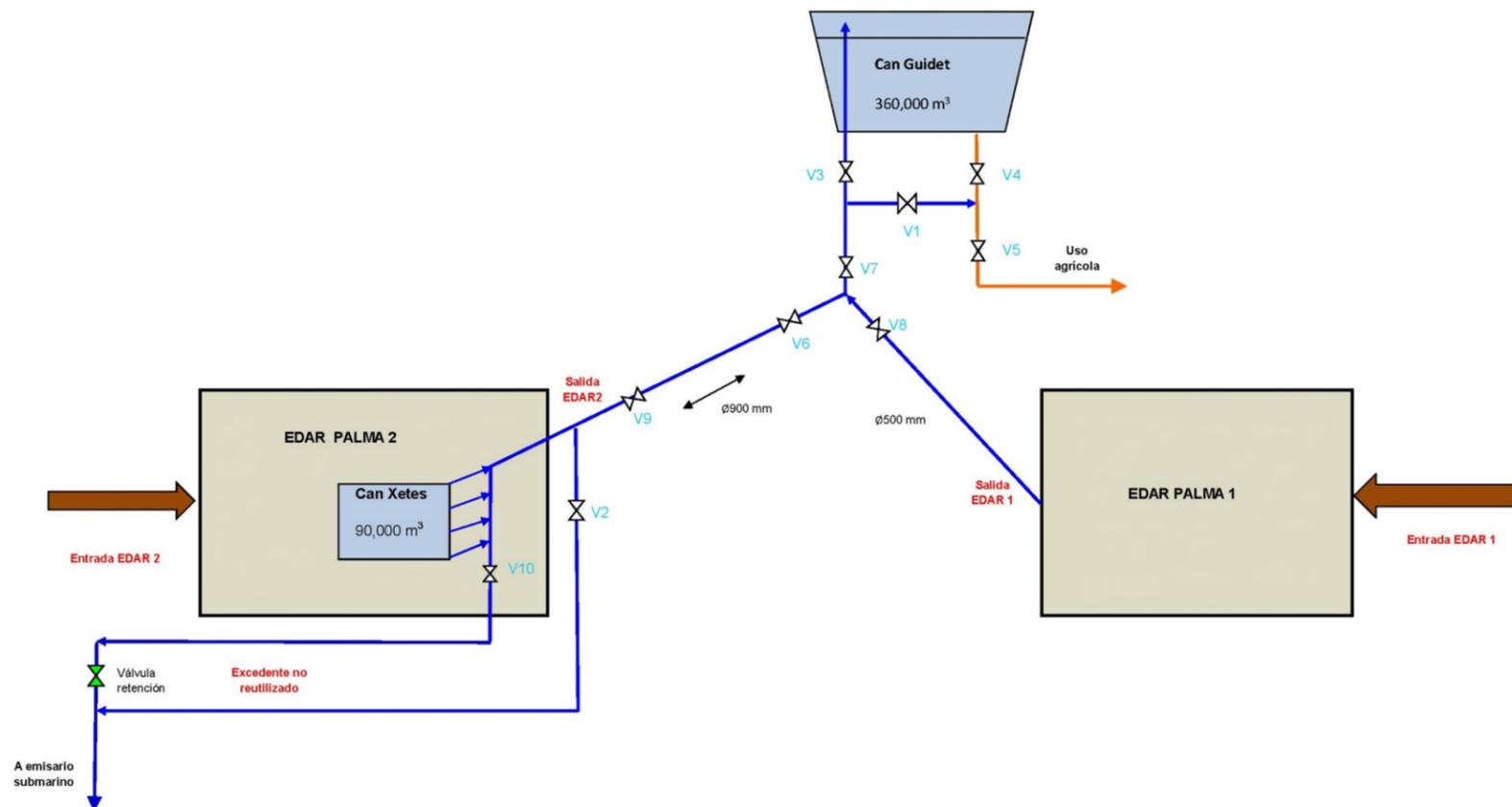
CASO Nº 2	RIEGO DEL PLA DE SANT JORDI DE PALMA DE MALLORCA	TIPO DE USO	AGRÍCOLA
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	ISLAS BALEARES	COMUNIDAD AUTÓNOMA	ISLAS BALEARES

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



ESQUEMA DE REUTILIZACIÓN AGRÍCOLA DE AGUAS DEPURADAS



Alrededor de la balsa de Can Guidet existe un terreno perimetral en el cual han ido creciendo de forma natural diferentes especies de hierbas ornamentales, plantas aromáticas y arbustos. Esta flora sirve de asentamiento, en muchos casos estacional y en otros definitivo, de multitud de aves de diferentes especies que han creado un auténtico ecosistema endémico apreciado e incluso catalogado por los ornitólogos de la Comunidad.

La comunidad de regantes, situada en el término municipal de Palma, se fundó a principios de los años 70 con la finalidad de aprovechar las aguas depuradas de la primera depuradora de Palma.

La gran demanda de agua, tanto para el abastecimiento del consumo humano como para el riego de cultivos, hizo que el agua extraída de los pozos del Pla aumentara su salinidad y, por lo tanto, no fuera apta para el uso en los cultivos que en ese momento se realizaban.

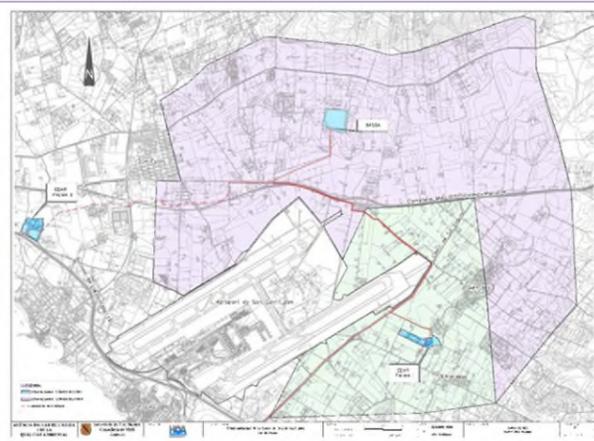
Por este motivo se optó por el cambio hacia cultivos que fueran adecuados a las características del agua: principalmente forraje. Sin embargo, la salinidad del agua fue en aumento, lo que hacía imposible el cultivo, y motivó que, cuando se construyó la primera depuradora en los años 70, los agricultores y el Estado llegaran a un acuerdo plasmado en el RD 1234/74 en el que se declaraba Zona de Interés Nacional toda la superficie regable con aguas depuradas del Pla de Sant Jordi, sector 1.

Al construirse una nueva depuradora se amplió la zona de regadío con un nuevo sector de riego, el sector 2. Todo esto queda reflejado en el RD2084/77 por el que se aprueba el plan general de transformación de la zona.

En el sector 1 se dotaba de agua depurada a 215 hectáreas de riego, mientras que en el sector 2 a 1.200 hectáreas.

En el año 2000 se firmó un convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Palma y la Consejería de Agricultura y Pesca, que implica las obras de mejora y ampliación de la red de riego del sector 1 y la construcción de una nueva depuradora, por la que se habilitaba una balsa de almacenamiento de 364.000 m³ cerca de los barrios de Son Ferriol y S'Hostalots, denominada balsa de Can Guidet, con el fin de servir de abastecimiento de agua regenerada a la Comunidad de Regantes del Pla de Sant Jordi.

El agua depurada en ambas depuradoras se pone a disposición de los regantes, excepto la que se utiliza para el riego urbano de jardines, baldeo de calles y abastecimiento de hidrantes usados por los bomberos. La balsa se llena mediante una tubería de impulsión que proviene de las dos depuradoras EDAR Palma 1 y EDAR Palma 2.



PRINCIPALES DATOS

- Actualmente la superficie de riego es de 1.500 hectáreas, habiéndose consumido en el año 2013 unos **14,3 hm³** de agua.

Propiedad/Autor de las imágenes: EMAYA

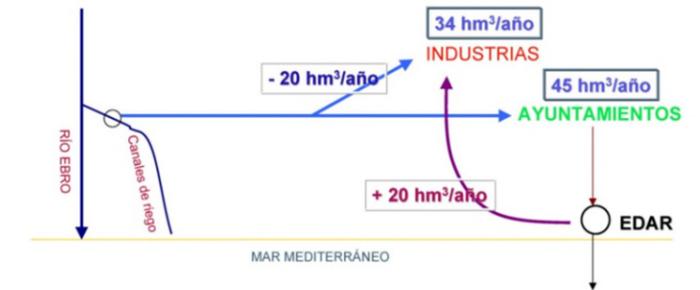
CASO Nº 3	LA REUTILIZACIÓN INDUSTRIAL DEL CAMP DE TARRAGONA	TIPO DE USO	INDUSTRIAL
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CATALUÑA

MAPA GENERAL

¿EN QUÉ CONSISTE?

El objetivo es liberar 20 hm³/año de agua potable, que ahora está siendo usada en procesos industriales, sustituyéndola por agua regenerada.

Esquema general de la sustitución



El proyecto se desarrolla por fases, tal y como se muestra a continuación:

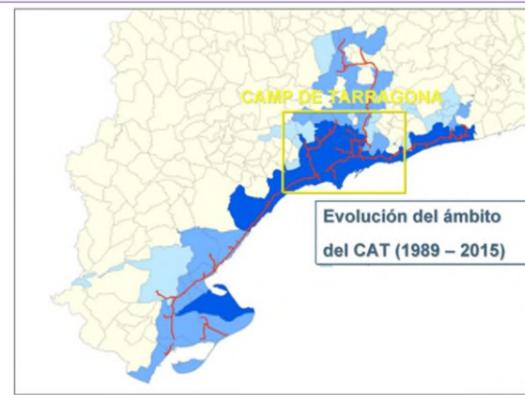


Las ventajas para la industria son que dispone de agua de menor salinidad a un precio similar, el agua regenerada está libre de competencia y conflictividad, y se trata de una actuación sostenible y emblemática.

PRINCIPALES DATOS

- El tratamiento de regeneración adoptado ha sido una **ósmosis inversa de doble paso**, para reducir los niveles de amonio, turbidez y salinidad a los exigidos tanto por la normativa como por los requerimientos industriales.
- Precio del agua regenerada: **0,50 €/m³**.
- Avance a junio de 2014: el volumen de agua regenerada usada para usos industriales es de 1,2 hm³/año y tiene una conductividad entre 10 y 20 µS/cm.

Usos en el Camp de Tarragona



Propiedad/Autor de las imágenes: AGENCIA CATALANA DEL AGUA

CASO Nº 4	RIEGO DE LOS CAMPOS DE GOLF DE LA COSTA DEL SOL	TIPO DE USO	RECREATIVO
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS	COMUNIDAD AUTÓNOMA	ANDALUCÍA

¿EN QUÉ CONSISTE?

MAPA GENERAL



En el año 1990, se comienza a regar el campo de golf de Montemayor con agua procedente de la E.D.A.R. de Guadalmansa en Estepona.

Como quiera que la implantación de nuevos campos era imparable, en el año 1993 comienzan a regarse dos nuevos campos, La Cala Resort, y en el 1995 otros dos, La Duquesa y Torrequebrada.

Pero es en el año 1995, cuando la Costa del Sol Occidental de Málaga, sufre una gran sequía, poniéndose en peligro la gran industria de la zona como es el juego del Golf. Solamente en la zona de influencia de la Depuradora de Estepona-San Pedro, estaban afectados 12 campos.

ACOSOL, S.A. junto con la Confederación Hidrográfica del Sur y la Asociación de Campos de Golf, creada para tal fin, pusieron en marcha la iniciativa de crear un Sistema Terciario en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Estepona y el sistema de distribución de dicha agua, para su aprovechamiento en los riegos de dichos campos.

Desde entonces, el número de campos que se han ido integrando al sistema de reutilización ha sido continuo, llegando a 21 en año 2000, 23 en el 2004, 29 en el 2005 y 34 en 2006.

Actualmente existen 6 sistemas de reutilización desde sus respectivas depuradoras:

EDAR	Nº CAMPOS DE GOLF	VOLUMEN REUTILIZADO (m3/día)
Arroyo de la Miel	1	3 000
Fuengirola	5	15 000
La Cala	2	3 500
La Víbora	2	5 000
Guadalmansa	20	30 000
Manilva	4	10 000
TOTAL	34	66 500

Además, existen 21 campos de golf más que serán integrados en el futuro en la red de reutilización.

PRINCIPALES DATOS

- Volumen futuro de reutilización estimado: **24 hm³/año** ≡ **Consumo anual de 270.000 habitantes.**
- En 2008, se regaron 34 campos de golf con **5,3 hm³/año** de agua regenerada (el **10% del volumen de agua depurada**).
- 21 nuevos campos de golf se integrarán en el futuro a la red de reutilización.



Propiedad/Autor de las imágenes: ACOSOL, S.A.

CASO Nº 5	LOS HUMEDALES CONSTRUIDOS DE EMPURIABRAVA	TIPO DE USO	AMBIENTAL	
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	COMUNIDAD AUTÓNOMA	CATALUÑA	¿EN QUÉ CONSISTE?
MAPA GENERAL				
 <p>El sistema de humedales construidos de Empuriabrava cuenta con tres celdas situadas en paralelo de 160 m x 50 m (8.000 m²) cada una, con una profundidad media de 0,5 m, seguidas de una laguna somera de 45.000 m² de superficie y de 0,2 m de profundidad media.</p> <p>Las tres celdas tienen una forma alargada, pensada para favorecer la circulación del agua por medio de un flujo en pistón y en ellas el agua atraviesa tanto zonas cubiertas de macrófitos (básicamente <i>Phragmites australis</i> y <i>Typha latifolia</i>) como zonas de lámina libre en las que penetra fácilmente la luz del sol.</p> <p>El agua de salida de las tres celdas es recogida en un único registro y de allí es conducida hasta el canal perimetral situado alrededor de la pequeña isla situada en el centro de la laguna, desde donde rebosa hasta el vertedero de salida del sistema situado en uno de los extremos de la laguna (Romero & Sala, 2001; Sala et al., 2004).</p> <p>Las celdas del sistema de humedales construidos son, a su vez, un hábitat para distintos tipos de aves, como el ánade azulón (<i>Anas platyrhynchos</i>), la cercaeta común (<i>Anas crecca</i>), la focha común (<i>Fulica atra</i>) o el zampullín común (<i>Tachybaptus ruficollis</i>), entre muchos otros, mientras que la laguna somera, llamada Estany Europa, se ha mostrado como un hábitat adecuado para distintas especies de limícolas, entre las que destacan la cigüeñuela común (<i>Himantopus himantopus</i>), el flamenco común (<i>Phoenicopterus ruber</i>) o las distintas especies de archibebe (<i>Tringa spp.</i>). Tampoco es raro ver ejemplares de aguilucho lagunero (<i>Circus aeruginosus</i>) sobrevolar la zona. En cuanto a vegetación, aparte de los macrófitos ya mencionados, es de destacar la colonización espontánea que en los últimos años se ha producido por parte de especies de hidrófitos como <i>Zannichelia palustris</i> y <i>Najas minor</i>, que forman bellas praderas sumergidas tanto en el fondo de las celdas de tratamiento como de la laguna somera.</p>				<p>En los últimos 10 años, en la Costa Brava se han puesto en funcionamiento distintos proyectos de mejora ambiental en los que la reutilización del agua y/o la mejora de la gestión de los recursos han jugado un papel preponderante.</p> <p>De todos ellos, seguramente el más emblemático es el de los humedales construidos de Empuriabrava, una gran urbanización asentada sobre antiguas marismas y perteneciente al municipio de Castelló d'Empúries.</p> <p>Allí se lleva a cabo un tratamiento adicional del agua depurada (efluente secundario nitrificado y desnitrificado) en la EDAR de dicho núcleo urbano mediante unos humedales construidos de una superficie total de 7 ha, que no sólo terminan de reducir el contenido de nutrientes del agua, sino que además son una zona de interés ornitológico por sí mismos.</p>  <p>Una vez tratada, el agua es aprovechada para otros usos ambientales en el ámbito del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, como por ejemplo la alimentación de la laguna de El Cortalet o para el riego de prados húmedos, un ambiente de alto interés ecológico y en fuerte regresión en la zona debido a la transformación del hábitat.</p>
 				<p>PRINCIPALES DATOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • En 2005 este sistema trató unos 903.000 m³, correspondientes a un 82% del total tratado por la EDAR de Empuriabrava. • Según los balances disponibles, se estima que eliminó unos 7.000 kg de nitrógeno inorgánico (un 73% de las entradas al sistema) y casi 2.300 kg de fósforo soluble, (un 69% de las entradas) (Consorti de la Costa Brava, 2006).
Propiedad/Autor de las imágenes: Consorcio de la Costa Brava				

A scenic view of a park lake with a fountain, trees, and buildings in the background, framed by tree branches. The text "BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN" is overlaid in the center.

BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN

Propiedad/Autor de la imagen: Mónica Fernández

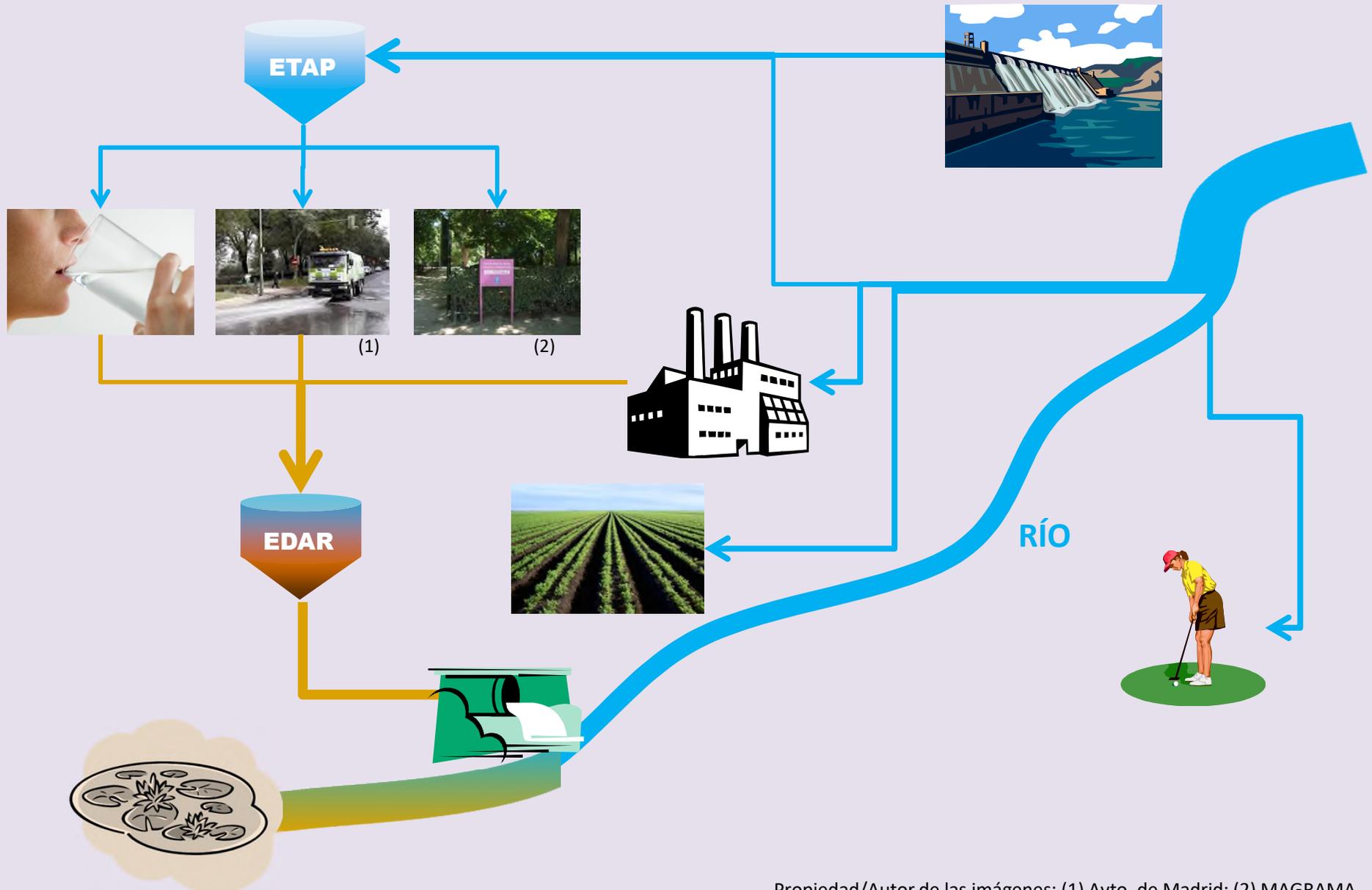
AGUA REGENERADA: FUENTE ORDINARIA DE RECURSO

La reutilización de las aguas regeneradas como **fuentes ordinarias de recursos** supone racionalizar la gestión y planificación hidrológica optimizando el consumo del agua tanto en cantidad como en calidad.

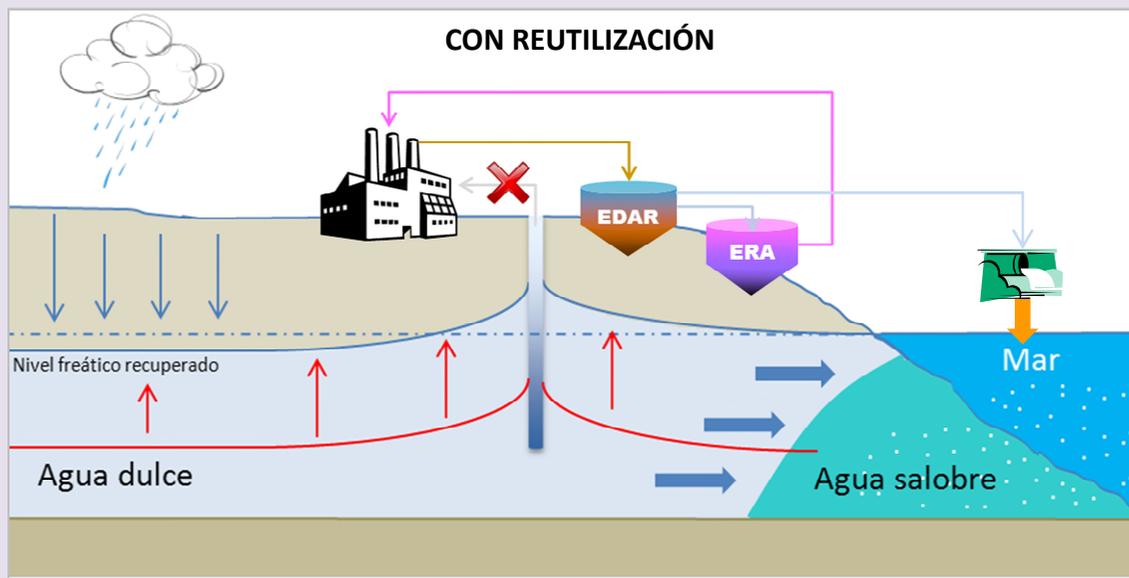
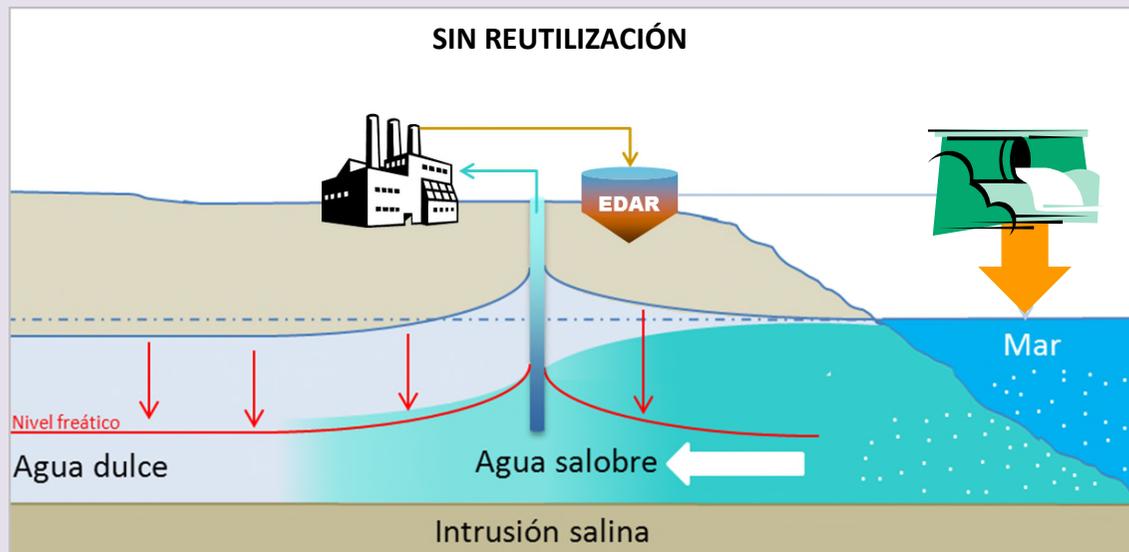
Sus principales **beneficios** son:

1. Reducir los vertidos de aguas residuales
2. Reducir la extracción de aguas superficiales y subterráneas permitiendo la recuperación natural de las masas de agua
3. Optimizar el tratamiento del agua en función del uso destinado
4. Reservar el agua de mejor calidad para usos más exigentes como el consumo humano
5. Alcanzar el buen estado de las aguas promulgado por la Directiva Marco del Agua
6. Reducir la intrusión marina
7. Garantizar el suministro de agua para usos que no requieren calidad de agua potable
8. Aumentar la eficiencia en la gestión del agua

ESQUEMA SIN REUTILIZACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES



ESQUEMA SIN Y CON REUTILIZACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS



- La extracción de aguas subterráneas en zonas costeras puede provocar el descenso del nivel piezométrico de los acuíferos y favorecer la intrusión de agua marina.
- El vertido de ARU afecta a la masa receptora.
- La reutilización de aguas regeneradas puede evitar la extracción de aguas subterráneas, dejando que el nivel piezométrico del acuífero se recupere con aportes naturales y retroceda la intrusión marina.
- Disminuye el vertido de ARU.

A scenic view of a park lake with a fountain, trees, and buildings in the background, framed by maple leaves. The text "EJEMPLOS PARTICULARES" is overlaid in the center.

EJEMPLOS PARTICULARES

Propiedad/Autor de la imagen: Mónica Fernández

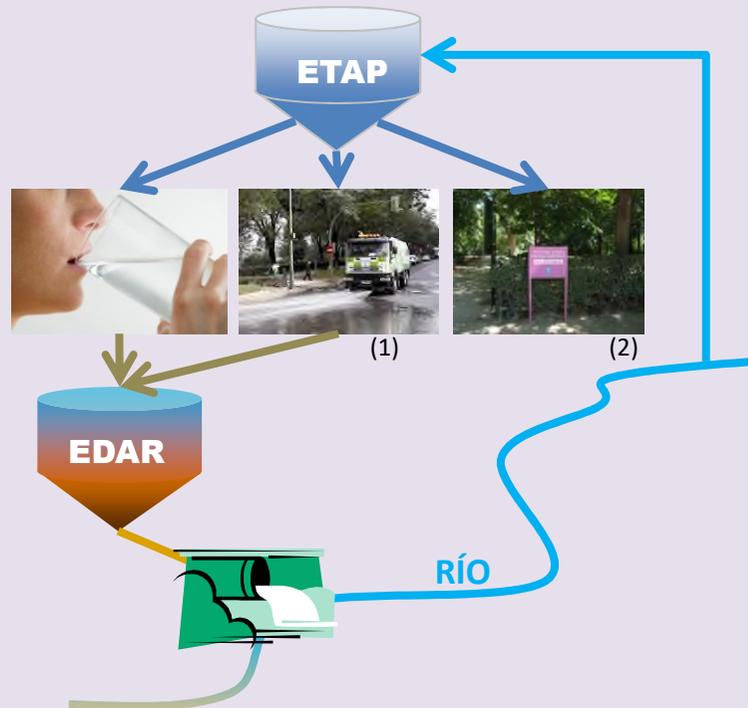


ÍNDICE

- **Ejemplo 1: Sustitución de agua potable por agua regenerada para uso urbano**
- **Ejemplo 2: Sustitución de aguas superficiales por aguas regeneradas para uso agrícola**
- **Ejemplo 3: Sustitución de agua potable por agua regenerada para uso industrial en zona costera**
- **Ejemplo 4: Sustitución de aguas subterráneas por aguas regeneradas para riego de campos de golf**
- **Ejemplo 5: Reutilización de agua regenerada para recarga de acuíferos y retroceso de la intrusión marina**

EJEMPLO 1: SUSTITUCIÓN DE AGUA POTABLE POR AGUA REGENERADA PARA USO URBANO

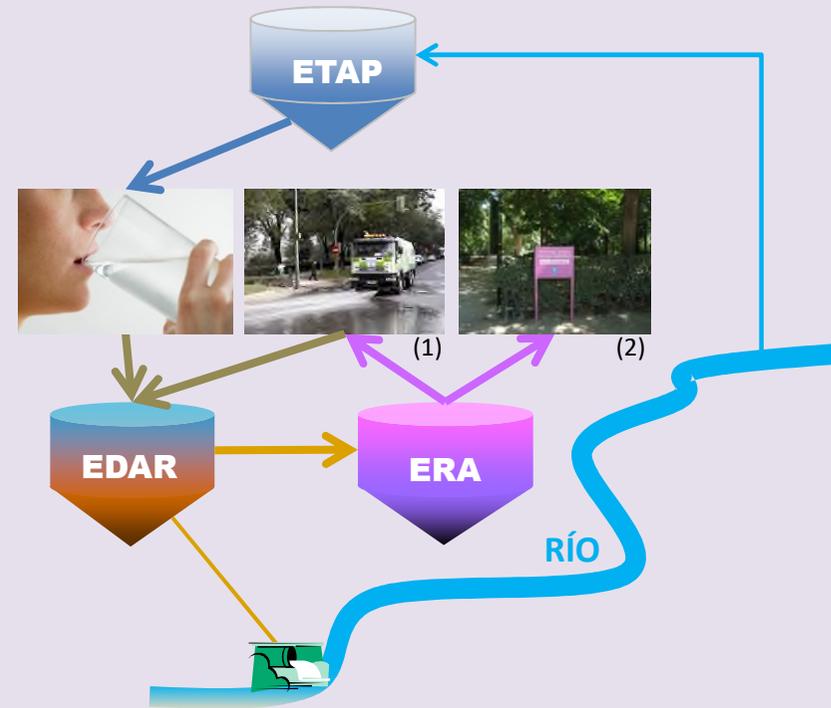
SIN REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS DIRECTOS

- Se reduce la extracción de agua del río
- Se reduce el vertido de aguas residuales depuradas
- Aumenta el caudal de agua natural del río
- Mejora la calidad del agua del río
- Se garantiza el suministro de agua potable para consumo humano
- Se garantiza el suministro de agua regenerada para otros usos urbanos

CON REUTILIZACIÓN

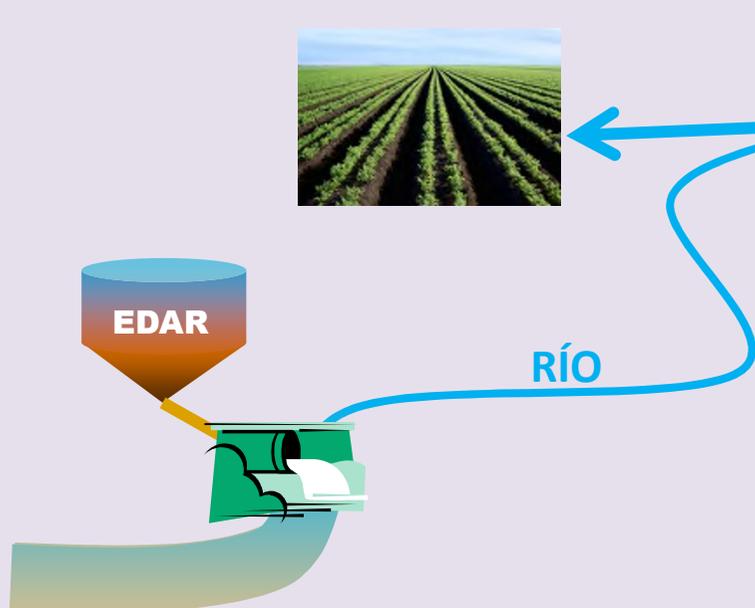


BENEFICIOS INDIRECTOS O INTANGIBLES

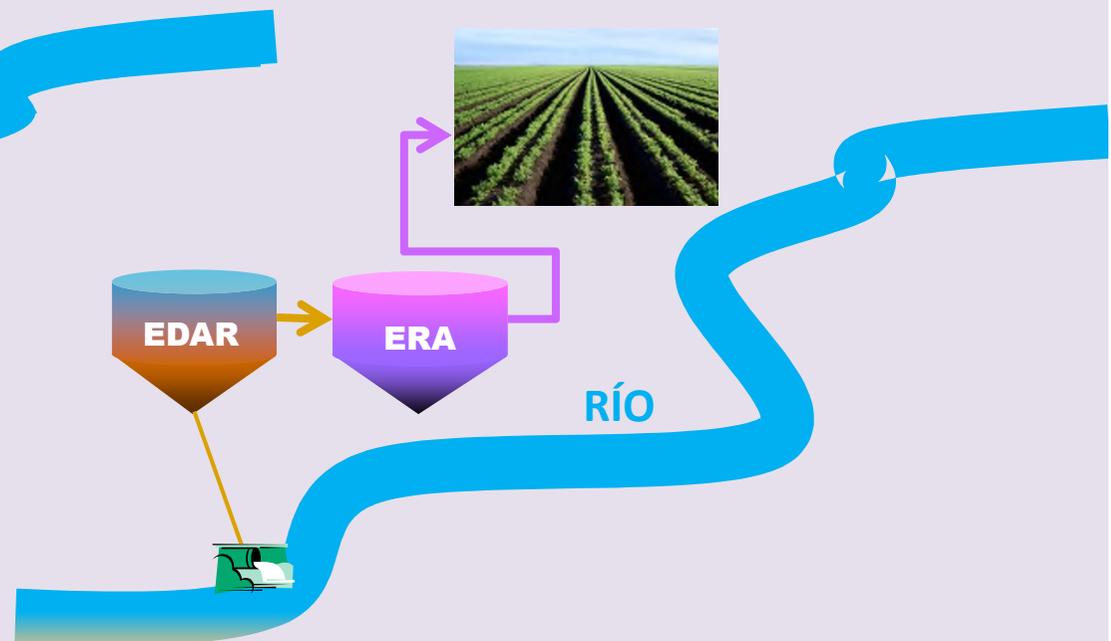
- Se fomenta la restauración del río
- Se recuperan áreas deportivas, lúdicas o de turismo ecológico
- Se optimizan los tratamientos del agua según el uso
- Se evitan otras obras para aumentar la garantía de suministro de agua potable como presas, trasvases o desaladoras

EJEMPLO 2: SUSTITUCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES POR AGUAS REGENERADAS PARA USO AGRÍCOLA

SIN REUTILIZACIÓN



CON REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS DIRECTOS

- Se reduce la extracción de agua del río
- Se reduce el vertido de aguas residuales depuradas
- Aumenta el caudal de agua natural del río
- Mejora la calidad del agua del río
- Se garantiza el suministro para el regadío
- Se reduce el uso de abonos y fertilizantes.

BENEFICIOS INDIRECTOS O INTANGIBLES

- Se fomenta la restauración del río
- En época de sequía, se evitan pérdidas de producción por falta de garantía de suministro
- Se evitan otras obras para garantizar el suministro al regadío

EJEMPLO 3: SUSTITUCIÓN DE AGUA POTABLE POR AGUA REGENERADA PARA USO INDUSTRIAL EN ZONA COSTERA

SIN REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS DIRECTOS

- Se reducen los vertidos al mar
- Mejora la calidad de las aguas costeras
- Se garantiza el suministro para consumo humano
- Se garantiza el suministro para la industria en época de sequía
- Aumenta la disponibilidad de recursos hídricos

CON REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS INDIRECTOS O INTANGIBLES

- En época de sequía, se evitan pérdidas económicas por falta de garantía de suministro
- Se evitan otras obras para garantizar el suministro de agua a la industria

EJEMPLO 4: SUSTITUCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR AGUAS REGENERADAS PARA RIEGO DE CAMPOS DE GOLF

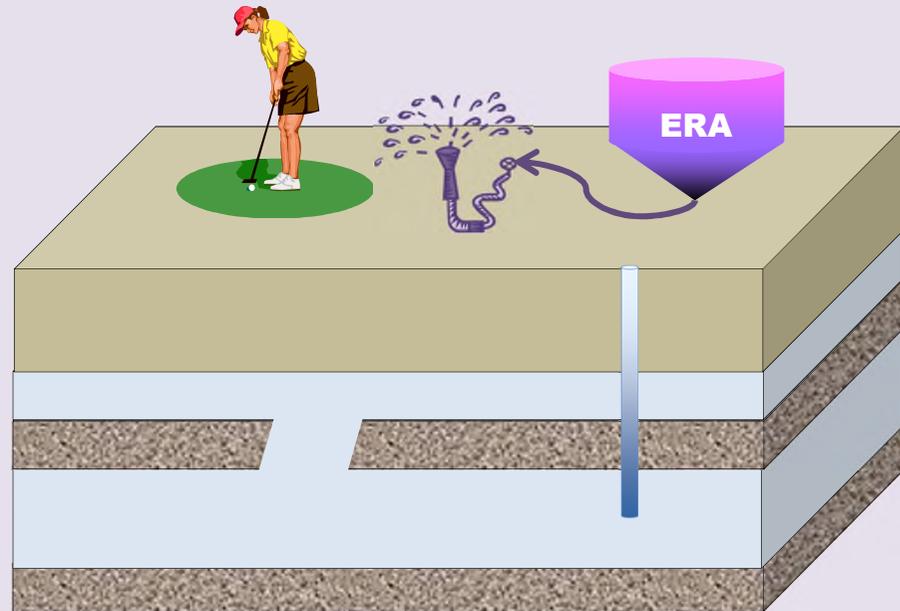
SIN REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS DIRECTOS

- Se reduce la extracción de agua subterránea
- Se recuperan los niveles piezométricos del acuífero
- Se garantiza el suministro para el riego
- Se garantiza el suministro para otros usos dependientes del acuífero

CON REUTILIZACIÓN

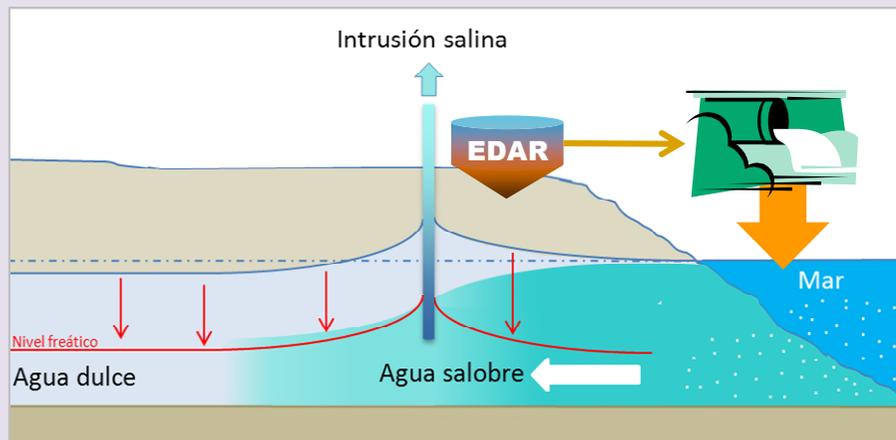


BENEFICIOS INDIRECTOS O INTANGIBLES

- Se recuperan los ecosistemas asociados al acuífero, como ríos y humedales
- Se evitan bombeos cada vez más profundos y costosos
- En épocas de sequía, se evitan pérdidas económicas por falta de garantía de suministro
- Se evitan otras obras para garantizar el suministro de agua al campo de golf

EJEMPLO 5: REUTILIZACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RECARGA DE ACUÍFEROS Y RETROCESO DE LA INTRUSIÓN MARINA

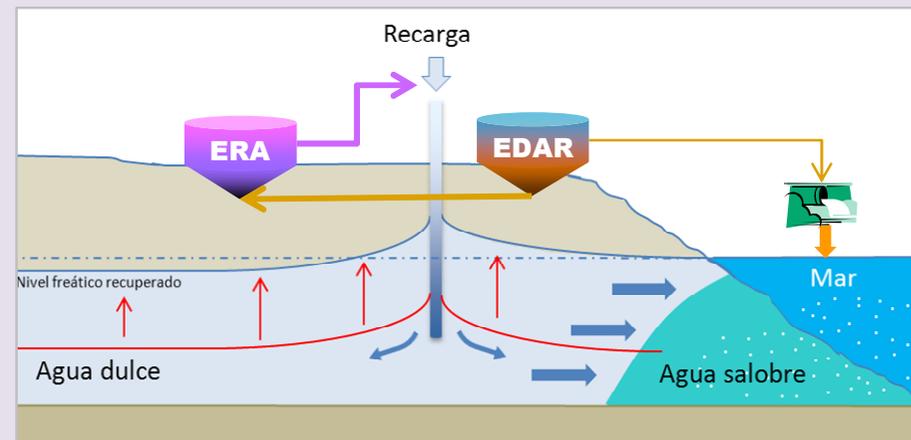
SIN REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS DIRECTOS

- Se reduce la extracción de agua subterránea
- Se recuperan los niveles piezométricos del acuífero
- Hay un retroceso de la intrusión marina
- Se reducen los vertidos al mar

CON REUTILIZACIÓN



BENEFICIOS INDIRECTOS O INTANGIBLES

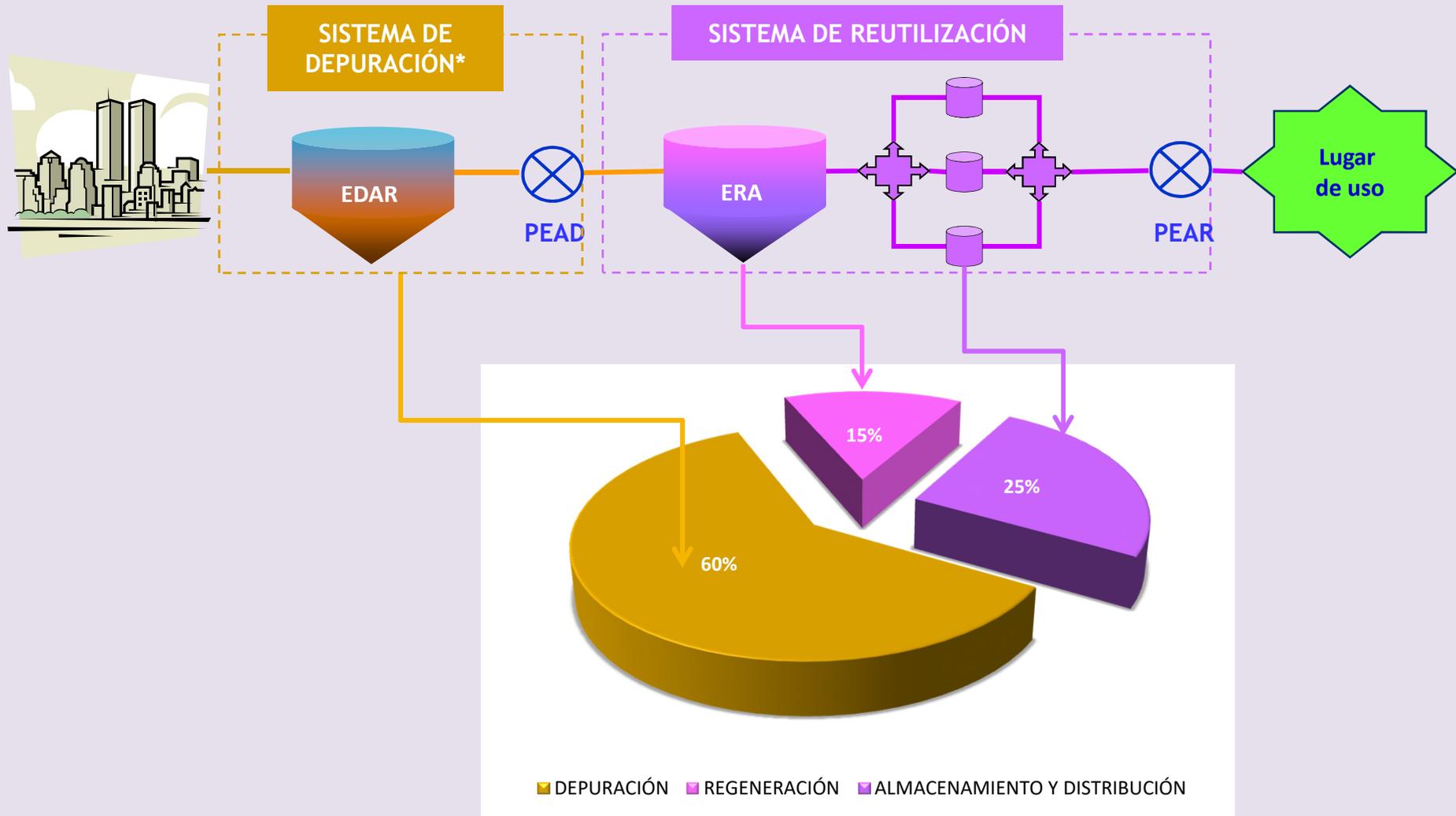
- Se evitan bombes cada vez más profundos y costosos
- En época de sequía, se evitan pérdidas económicas por falta de garantía de suministro

A scenic view of a park lake with a fountain, trees, and buildings in the background. The image is framed by tree branches in the foreground. The text is centered in the middle of the image.

INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA REUTILIZACIÓN

Propiedad/Autor de la imagen: Mónica Fernández

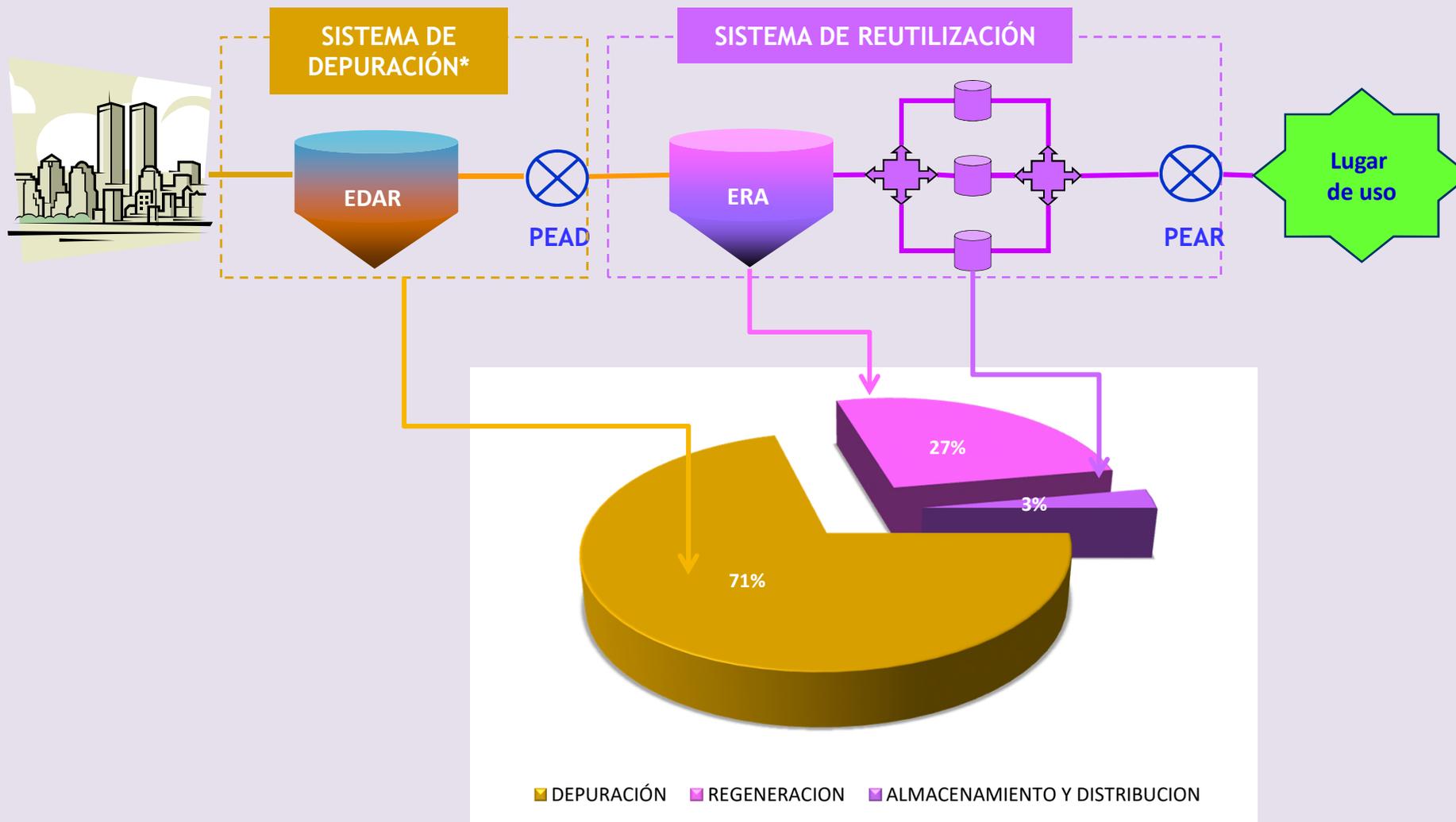
INVERSIÓN DE LOS SISTEMAS DE DEPURACIÓN Y REUTILIZACIÓN



Fuente: Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015 y Plan Nacional de Reutilización de Aguas 2021

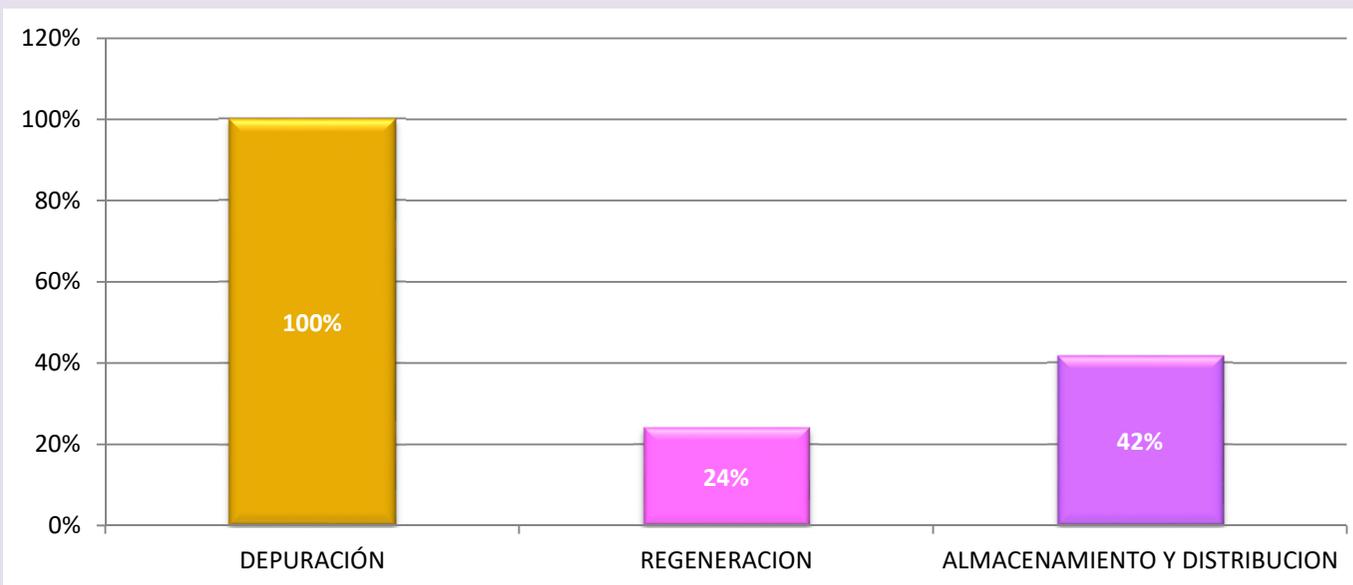
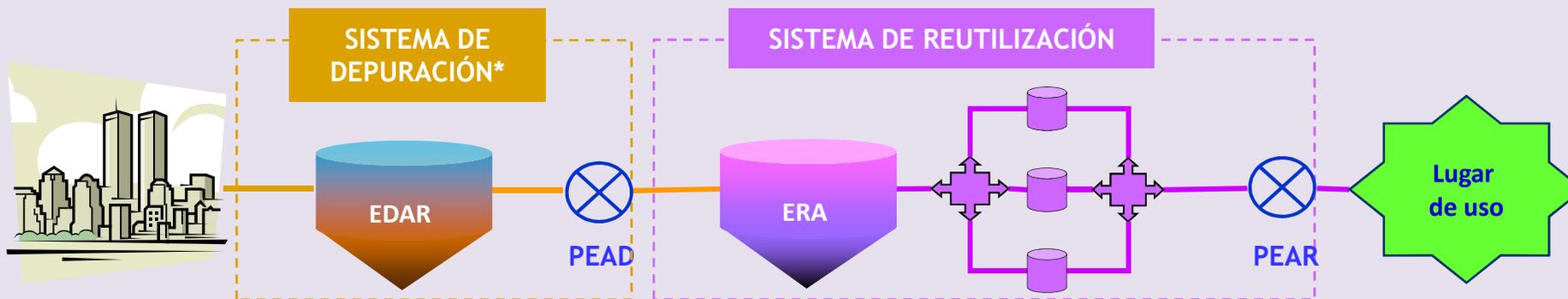
*Incluye la red general de colectores de aguas residuales

MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DEPURACIÓN Y REUTILIZACIÓN



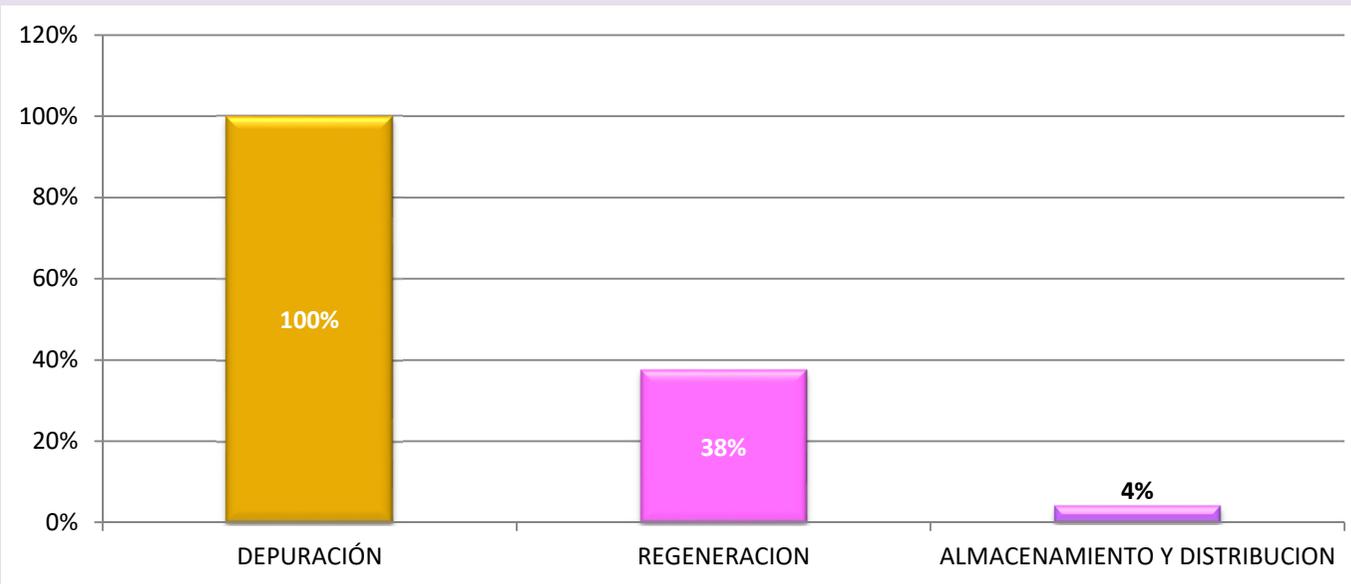
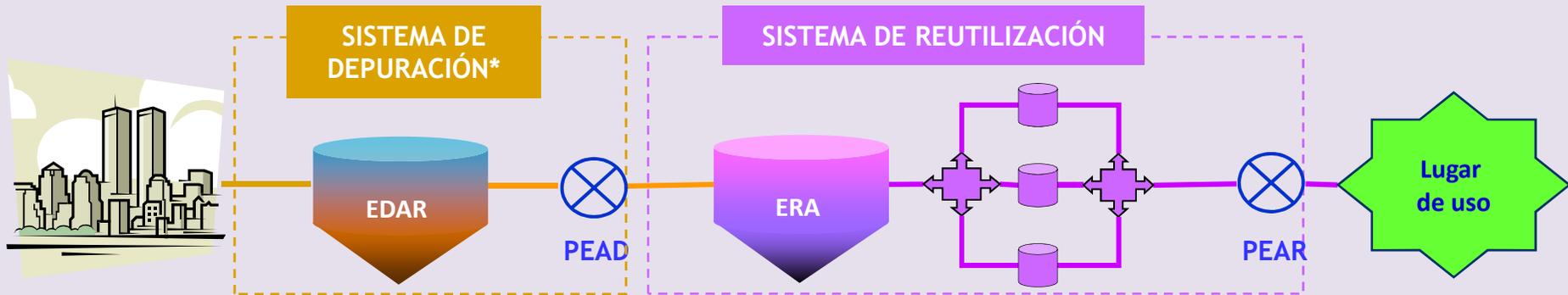
Fuente: Guía de Medidas del CEDEX y Plan Nacional de Reutilización de Aguas 2021

INVERSIÓN DE LA REUTILIZACIÓN RESPECTO DE LA DEPURACIÓN



*Incluye la red general de colectores de aguas residuales

EXPLOTACIÓN DE LA REUTILIZACIÓN RESPECTO DE LA DEPURACIÓN



Fuente: Guía de Medidas del CEDEX y Plan Nacional de Reutilización de Aguas 2021

ANEXO II

Métodos de análisis

Grado Bril: EN 12143 (1999), IFU n.º 8.
Acidez total: EN 12147 (1999), IFU n.º 3.
IFU n.º 57.
Glucosa: EN 1140 (1994), IFU n.º 55, EN 12630 (1999), IFU n.º 67.
Sacarosa: EN 12146 (1994), IFU n.º 56, EN 12630 (1999), IFU n.º 67.
Acido cítrico: EN 1137 (1994), IFU n.º 22.
Acido D-isocitrico: EN 1139 (1994), IFU n.º 54.
Densidad relativa 20/20: EN 1131 (1994), IFU n.º 1, IFU n.º 1A.
Índice de forma: EN 1132 (1994), IFU 30.
Cenizas: EN 1135 (1994), IFU n.º 9.
Fósforo: EN 1136 (1994), IFU n.º 50.
Potasio: EN 1138 (1994), IFU n.º 53.
Sorbitor: EN 12630 (1999), IFU n.º 67, IFU n.º 62.
Acido D-malico: EN 12138 (1997), IFU n.º 64.
Acido L-malico: EN 1138, IFU n.º 21.
Acido ascórbico: EN 14130, Vitamina C (ácido ascórbico) + Ácido dehidroascórbico), IFU 17A.
Parámetros isotópicos:
δ¹⁸O agua: EN V 12141 (1997).
(D₁₈O) Etanol 24-NMR: ADAC 205.17 (1999).
δ¹³C azúcar: EN V 12140 (1997).
δ¹³C etanol: J. ADAC Vol 79, n.º 1 (1996).
δ¹³C pulpa: EN V 12070 (2001).
δ¹³C ácidos: Anal. Chim. Acta 299 (1994).

Este real decreto se inscribe, además, en el mandato que el artículo 19.2 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, impone a las autoridades sanitarias de participar en la elaboración y redacción de la legislación sobre aguas, por lo que en su articulado prevé su intervención en aquellos aspectos de la reutilización de aguas no contemplados en las especificaciones técnicas y que podrían suponer un riesgo para la salud de los ciudadanos. Con el real decreto se cumple también con el objetivo general previsto en la mencionada Ley General de Sanidad y con la necesaria participación de las Administraciones competentes en este ámbito mediante la vigilancia sanitaria, la promoción y la mejora de los sistemas que permitan alcanzar parámetros de calidad de aguas compatibles con la salud de la población.

Se define el concepto de reutilización y se introduce la denominación de aguas regeneradas, más acorde con las posibilidades de reutilización que la norma establece y ampliamente admitida en la doctrina técnica y jurídica. Se determinan los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas, los procedimientos para obtener la concesión exigida en la ley así como disposiciones relativas a los usos admitidos y exigencias de calidad precisas en cada caso.

Finalmente, debe destacarse la incorporación de dos anexos; el anexo I recoge los criterios de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos. Estos criterios tendrán la consideración de mínimos obligatorios exigibles. Por su parte el anexo II contiene el modelo normalizado de solicitud que deben presentar quienes deseen obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas depuradas.

Este real decreto deroga, con carácter general, cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo en el dispuesto y, en particular, los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

En el procedimiento de elaboración de esta norma se ha consultado a las comunidades autónomas, a las entidades locales y al Consejo Nacional del Agua.

Debe significarse que aunque el Tribunal Constitucional ha ocupado de regulación mediante normas reglamentarias las condiciones básicas en una determinada materia, también ha señalado que esta excepción no es absoluta, pudiendo regularse reglamentariamente algunas materias que por su carácter técnico o coyuntural, como es el caso, hacen imposible una determinación ex lege de sus requisitos básicos.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente, de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Sanidad y Consumo, con el acuerdo de los Ministros de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 7 de diciembre de 2007.

DISPONGO:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto.

Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la reutilización de las aguas depuradas, de acuerdo con el artículo 19.2 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/08/pdfs/A50639-50661.pdf> (ESPAÑOL)

<http://www.asersagua.es/publicaciones/SpanishRegulationsforWaterReuseEN.pdf> (INGLÉS)

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

2007

RESUMEN

La aprobación del *Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas* ha supuesto un hito en el marco normativo de la reutilización de aguas en España.

Desde su entrada en vigor, ha impulsado el desarrollo de la reutilización del agua en España ya que permite integrar la reutilización de agua de la planificación de los recursos hídricos, garantizando una adecuada protección de la salud humana y del medio ambiente.

Las novedades de este Real Decreto son:

- Define el concepto de reutilización
- Introduce la denominación de aguas regeneradas
- Define 5 categorías de usos admitidos: urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales
- Prohíbe la reutilización de aguas para el consumo humano, excepto en el caso de situaciones catastróficas o de emergencia, en las que mediante controles y garantías que fijen las autoridades sanitarias, puede autorizarse con carácter transitorio por el organismo de cuenca.
- Establece el régimen de responsabilidades
- Determina los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas
- Establece los procedimientos para obtener la concesión o autorización
- Recoge los criterios mínimos obligatorios exigibles a las aguas regeneradas para su utilización según diferentes usos
- Define las frecuencias mínimas de muestreo y análisis de cada parámetro
- Establece los criterios de conformidad de la calidad de las aguas regeneradas a las exigencias de este real decreto
- Deroga los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico

Este Real Decreto trata de aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos, permitiendo disponer del agua residual depurada, como recurso alternativo en determinados sectores y lograr así, un incremento en el uso de agua regenerada en los próximos años.

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

21092 REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

La Ley 1/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, contiene una modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, en la que se ha dado nueva redacción al artículo 19.2 y el Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos. El titular de la concesión o autorización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento.

Se mantiene, sin modificación, el apartado 2 del artículo 109, en el que se recoge la obligación de obtener concesión administrativa que quedará sustituida por una autorización cuando resulte el aprovechamiento de las aguas depuradas sea el titular de la autorización de vertido que dio lugar a la depuración de dichas aguas.

Se completa la modificación del artículo 109 con la supresión de los apartados 3, 4 y 5 del precepto. Este profundo cambio legislativo exige adaptar los artículos del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 31 de abril, dedicados a la reutilización.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto

Artículo 2. Definiciones

Artículo 3. Régimen jurídico de la reutilización

CAPÍTULO II. Condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas

Artículo 4. Usos admitidos para las aguas regeneradas

Artículo 5. Criterios de calidad

CAPÍTULO III. Contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas

Artículo 6. Características de los contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas

CAPÍTULO IV. Procedimiento para la reutilización de aguas depuradas

Artículo 7. La reutilización de aguas a través de iniciativas o planes de las Administraciones Públicas

Artículo 8. Procedimiento para obtener la concesión de reutilización

Artículo 9. Procedimiento para obtener la autorización de reutilización

Artículo 10. Procedimiento para quien no es concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido

Artículo 11. Disposiciones comunes a la concesión y autorización de reutilización de aguas

Disposición transitoria primera. Régimen transitorio de las reutilizaciones directas de aguas depuradas con concesión o autorización administrativa vigente

Disposición transitoria segunda. Régimen transitorio de los expedientes de reutilización directa de aguas depuradas, iniciados y no resueltos a la entrada en vigor de este real decreto

Disposición derogatoria única. Derogación normativa

Disposición final primera. Carácter básico

Disposición final segunda. Desarrollo, aplicación y adaptación del real decreto

Disposición final tercera. Entrada en vigor

ANEXO I.A: CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN USOS

ANEXO I.B: FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE CADA PARÁMETRO

ANEXO I.C: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

ANEXO II: SOLICITUD PARA OBTENER LA CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL RD 1620/2007, POR EL QUE SE ESTABLECE EL RÉGIMEN JURÍDICO DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEPURADAS.

http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/GUIA_RD_1620_2007_tcm7-178027.pdf

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

2010

RESUMEN

El 7 de diciembre de 2007 se aprueba en Consejo de Ministros el Real Decreto 1620/2007 por el que se regula el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas .

La complejidad y relevancia de la norma hacen necesario un esfuerzo desde todas las administraciones y sectores implicados para conocer e interpretar correctamente la misma.

Por eso, el objetivo de esta guía es orientar y proponer procedimientos y criterios para la aplicación del RD de reutilización a los distintos agentes involucrados, facilitando el trabajo de comprensión e interpretación del mismo. Su fin último es garantizar los niveles de calidad y el buen uso de las aguas regeneradas exigidos por dicho RD.

A lo largo de la guía se define el sistema de responsabilidades, se exponen los aspectos clave del RD de reutilización, se analizan las relaciones con otras normas europeas y nacionales, se contestan una serie de preguntas frecuentes, se presentan algunas prescripciones técnicas básicas para un sistema de reutilización y se indican diferentes normas de uso del agua regenerada que, junto a un glosario de terminología relativa a la reutilización de aguas regeneradas, facilitan la aplicación del RD de reutilización.

Además se propone el establecimiento de sistemas automáticos de control en continuo de los procesos de regeneración, porque permiten prevenir en tiempo real el deterioro de la calidad del agua regenerada.

Los parámetros a medir podrían ser la turbidez, que figura como obligatorio en el RD, o bien indicadores de calidad que proporcionan de modo indirecto información sobre los parámetros de control, o bien de la eficacia de la desinfección como el carbono orgánico total, el cloro residual o la transmitancia.

También se señalan algunos indicadores de la desinfección recomendados por distintos gestores de aguas regeneradas como los Colifagos y *Clostridium perfringes*.

Para la elaboración de esta guía se han tenido en cuenta las experiencias existentes en España, la opinión de gestores de aguas regeneradas de reconocida experiencia y pretende recoger las buenas prácticas de reutilización de las aguas regeneradas.

Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objetivo de la guía
- 1.2. Necesidad de la reutilización de las aguas
- 1.3. Marco legislativo
- 1.4. Terminología

2. APLICACIÓN DEL REAL DECRETO DE REUTILIZACIÓN

- 2.1. Aspectos clave del Real Decreto
- 2.2. Procedimiento para obtener el permiso de reutilización de aguas
- 2.3. Cuestiones más frecuentes sobre la aplicación del Real Decreto

3. CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

- 3.1. Programa de control de la calidad del agua regenerada
- 3.2. Mantenimiento de la calidad de las aguas regeneradas
- 3.3. Evaluación de la calidad de las aguas regeneradas
- 3.4. Distribución de responsabilidades en la calidad y en la inspección

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN

- 4.1. Prescripciones técnicas para el tratamiento de regeneración
- 4.2. Prescripciones técnicas para la red de transporte
- 4.3. Mantenimiento y control de las instalaciones

5. NORMAS DE USO DEL AGUA REGENERADA

- 5.1. Normas para la seguridad del público
- 5.2. Normas de seguridad para trabajadores y usuarios

ANEXO 1: Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

ANEXO 2: Relación del Real Decreto con la normativa vigente

ANEXO 3: Ordenanzas municipales relativas a la reutilización de aguas regeneradas

ANEXO 4: Modelo de ordenanza municipal relativa a la reutilización de aguas regeneradas

ANEXO 6: Fuentes de información

WHO GUIDELINES FOR THE SAFE USE OF WASTEWATER, EXCRETA AND GREYWATER.

http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html

AUTOR/ES

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

AÑO DE EDICIÓN

2006

RESUMEN

Las presentes recomendaciones son la tercera edición de las anteriores publicaciones de la OMS: *Reuse of effluents: Methods of wastewater treatment and public health safeguards* (1973) y *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture* (1989).

Era necesario actualizar dichas publicaciones para tener en cuenta las pruebas científicas en relación con los patógenos, los químicos u otros factores, incluyendo cambios en las características de las poblaciones, cambios en las prácticas sanitarias, mejores métodos de evaluación del riesgo, problemas de equidad social y prácticas socioculturales. Había una particular necesidad en revisar tanto la evaluación del riesgo como los datos epidemiológicos.

Estas recomendaciones han sido divididas en 4 volúmenes:

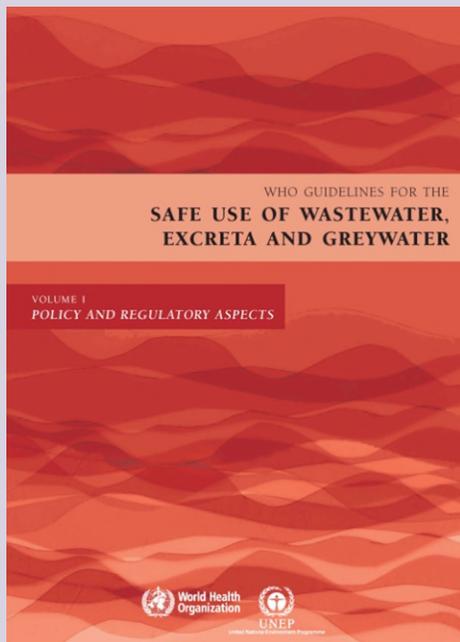
- Volumen 1: Aspectos políticos y normativos
- Volumen 2: Uso de aguas residuales en la agricultura
- Volumen 3: Uso de aguas residuales y excretas en la acuicultura
- Volumen 4: Uso de excretas y aguas grises en la agricultura

Todas ellas están basadas en el consenso científico y en el mejor conocimiento disponible, y fueron desarrolladas con una amplia participación.

Las recomendaciones están orientadas a proteger la salud de los agricultores y sus familias, las comunidades locales y los consumidores finales. Esto significa que han sido adaptadas para tener en cuenta consideraciones nacionales socioculturales, económicas y medioambientales.

El volumen 1 se centra en los aspectos políticos y normativos, y en los acuerdos institucionales. Pretende ofrecer una visión global de los riesgos y los beneficios del uso de las aguas residuales, excretas y aguas grises en la agricultura y acuicultura, sin entrar en un detalle técnico. También presenta una visión general del alcance de las distintas opciones para proteger la salud pública.

En la tabla 2.4 (página 26) y tabla 2.5 (página 27), ambas del volumen 1, recomienda los valores máximos admisibles de huevos de helmintos y *E. coli*, respectivamente, según los usos.



ÍNDICE

Volume 1: Policy and regulatory aspects

1. Policy aspects
2. Regulation
3. Executive summary of volume 2
4. Executive summary of volume 3
5. Executive summary of volume 4
- Index of Volumes 1-4
- References
- Annex I: Glossary of terms used in Guidelines

Volume 2: Wastewater use in agriculture

1. Introduction
2. The Stockholm Framework
3. Assessment of health risk
4. Health-based targets
5. Health protection measures
6. Monitoring and system assessment
7. Sociocultural aspects
8. Environmental aspects
9. Economic and financial considerations
10. Policy aspects
11. Planning and implementation
- References
- Annex 1: Good irrigation practice
- Annex 2: Summary of impacts of heavy metals and trace elements associated with wastewater irrigation
- Annex 3: Health impact assessment
- Annex 4: Glossary of terms used in the Guidelines

Volume 3: Wastewater and excreta use in aquaculture

Idem volume 2

Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture

Idem volume 2

EPA/625/R-04/108
September 2004

Guidelines for Water Reuse

U.S. Environmental Protection Agency

Municipal Support Division
Office of Wastewater Management
Office of Water
Washington, DC

Technology Transfer and Support Division
National Risk Management Research Laboratory
Office of Research and Development
Cincinnati, OH

U.S. Agency for International Development
Washington, DC

GUIDELINES FOR WATER REUSE.

<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/30006MKD.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE DE ESTADOS UNIDOS (EPA)

2004

RESUMEN

El objetivo principal de estas recomendaciones es presentar y resumir las recomendaciones para la reutilización del agua, para el beneficio de los servicios públicos y las agencias regulatorias, particularmente en los Estados Unidos. En el momento de la publicación 25 estados tenían normativas relacionadas con la reutilización.

Las recomendaciones contemplan la regeneración del agua para la reutilización urbana no potable, industrial y agrícola, así como el aumento del suministro de agua potable a través de la reutilización indirecta. La reutilización directa para uso potable también se contempla, pero muy brevemente ya que no se practica en los Estados Unidos.

No suponen ninguna clase de regulación, solamente pretenden informar y no impone requisitos legales obligatorios en la EPA, gobiernos tribales, locales o estatales, u organismos públicos.

En aquellos estados donde no existan criterios de calidad o están siendo revisadas, estas recomendaciones pueden ayudar a desarrollar programas de reutilización y regulaciones apropiadas.

También serán útiles para ingenieros consultores y todos aquellos relacionados con la evaluación, planeamiento, diseño, operación o gestión de plantas de regeneración y reutilización de aguas.

Además, se incluye un extenso capítulo sobre reutilización internacional para informar y analizar aspectos relevantes de la reutilización en otros países donde la reutilización está siendo planificada, desarrollada e implementada.

En la tabla 4.13 (página 167 y siguientes) se establecen los criterios de calidad recomendados según los usos para los siguientes parámetros: pH, DBO, turbidez, coliformes fecales, cloro residual, sólidos en suspensión, carbono orgánico total y haluros orgánicos totales.

ÍNDICE

1. INTRODUCTION

2. TYPES OF REUSE APPLICATIONS

- 2.1. Urban reuse
- 2.2. Industrial reuse
- 2.3. Agricultural reuse
- 2.4. Environmental and recreational reuse
- 2.5. Groundwater recharge
- 2.6. Augmentation of potable supplies
- 2.7. Case studies
- 2.8. References

3. TECHNICAL ISSUES IN PLANNING WATER REUSE SYSTEMS

- 3.1. Planning approach
- 3.2. Potential uses of reclaimed water
- 3.3. Sources of reclaimed water
- 3.4. Treatment requirements for water reuse
- 3.5. Seasonal storage requirements
- 3.6. Supplemental water reuse system facilities
- 3.7. Environmental impacts
- 3.8. Case studies
- 3.9. References

4. WATER REUSE REGULATIONS AND GUIDELINES IN THE U.S.

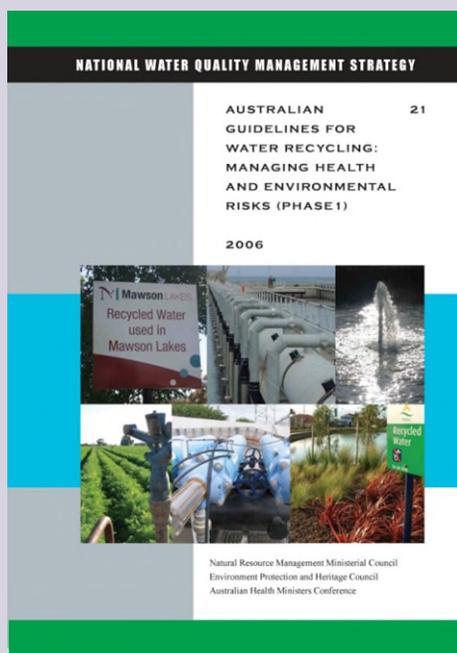
- 4.1. Inventory of Existing State Regulations and Guidelines
- 4.2. Suggested Guidelines for Water Reuse
- 4.3. Pathogens and Emerging Pollutants of Concern (EPOC)
- 4.4. Pilot testing
- 4.5. References

5. LEGAL AND INSTITUTIONAL ISSUES

6. FUNDING WATER REUSE SYSTEMS

7. PUBLIC INVOLVEMENT PROGRAMS

8. WATER REUSE OUTSIDE THE U.S.



Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks.

<http://www.environment.gov.au/node/24961>

AUTOR/ES

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE DE AUSTRALIA (AUS EPA)

AÑO DE EDICIÓN

2006

RESUMEN

Estas recomendaciones se centran en usos tales como la agricultura, sistemas antiincendios, usos urbanos, residenciales y comerciales, e industriales.

La publicación de estas recomendaciones se debe al aumento de la presión sobre las fuentes naturales de agua en muchas ciudades y áreas regionales de Australia, debido a la sequía generalizada y el desplazamiento de la población a grandes ciudades cerca de la capital.

Estas recomendaciones consideran la gestión de los riesgos para la salud humana y la salud ambiental, y se centran en dos situaciones específicas – agua regenerada procedente de plantas de tratamiento de aguas residuales y aguas grises. El enfoque es identificar los riesgos para la salud más importantes y las medidas preventivas necesarias para reducir esos riesgos a un nivel aceptablemente bajo.

La procedencia de las aguas regeneradas tales como las aguas residuales y las aguas grises pueden contener un amplio espectro de agentes que posee riesgo para la salud humana, lo que incluye microorganismos patógenos y químicos. Las amenazas microbiológicas incluye bacterias, virus, protozoos y, con una menor extensión, los helmintos. Las amenazas químicas incluye químicos orgánicos e inorgánicos, pesticidas, disruptores endocrinos potenciales, fármacos y subproductos de la desinfección.

Como la identificación de todos los microorganismos que podrían estar presentes en el agua regenerada es impracticable, las recomendaciones especifica el uso de patógenos de referencia en su lugar- *Campylobacter* para bacterias, rotavirus y adenovirus para virus, y *Cryptosporidium parvum* para protozoos y helmintos.

En la tabla 3.8 (página 103 y siguientes) se establecen los criterios de calidad recomendados según los usos para los siguientes parámetros: turbidez, E. coli, DBO, sólidos en suspensión, cloro residual. También señala las reducciones en unidades logarítmicas de los siguientes patógenos: *Cryptosporidium*, rotavirus y *Campylobacter*.

ÍNDICE

1. Introduction

2. Framework for management of recycled water quality and use

3. Managing health risks in recycled water

3.1. General principles

3.2. Risk assessment

3.3. Calculation of health-based performance targets

3.4. Preventive measures to achieve performance targets

3.5. Treated sewage

3.6. Treated sewage as a source of recycled water for use with livestock

3.7. Greywater

3.8. Monitoring in recycled water treatment and use

4. Managing environmental risks in recycled water

5. Monitoring

6. Consultation and communication

Appendix 1 Case studies

Appendix 2 Calculation of microbial health-based performance targets

Appendix 3 Preventive measures

Appendix 4 Detailed risk assessment for key environmental hazards

Appendix 5 Reference tables for environmental risk assessment

Appendix 6 Nutrient transport and buffer strips

Appendix 7 Communication case studies

Glossary

References

Index

California Health Laws Related to Recycled Water

"The Purple Book"

**Excerpts from the Health and Safety Code, Water Code,
and Titles 22 and 17 of the California Code of Regulations**

Last Update: June 2001

The document is meant to be an aid to staff of the Drinking Water Program within the Department of Health Services Division of Drinking Water and Environmental Management. It should not be relied upon by the regulated community as the State of California's representation of the law, since the published codes are the only official representations of the law.

Published codes are available on the Internet at <http://www.leginfo.ca.gov/> (statutes) and <http://ccr.oal.ca.gov/> (regulations). They are also available at law libraries – call your County Bar Association for the nearest location.

Every effort has been made to assure the accuracy of this compilation. Readers who find and error or who are aware of an omission should contact Jeff Stone of DHS' Recycled Water Unit at jstone1@dhs.ca.gov.

ÍNDICE

**DIVISION 4. ENVIRONMENTAL HEALTH
CHAPTER 1. INTRODUCTION**

ARTICLE 1. Definitions

**CHAPTER 2. REGULATIONS FOR THE
IMPLEMENTATION OF THE CALIFORNIA
ENVIRONMENTAL QUALITY ACT**ARTICLE 1. General Requirements and
Categorical Exemptions**CHAPTER 3. WATER RECYCLING CRITERIA**

ARTICLE 1 Definitions

ARTICLE 2. Sources of Recycled Water

ARTICLE 3. Uses of Recycled Water

ARTICLE 4. Use Area Requirements

ARTICLE 5. Dual Plumbed Recycled Water
Systems

ARTICLE 6. Sampling and analysis

ARTICLE 7. Engineering Report and Operational
Requirements

ARTICLE 8. General Requirement of Design

ARTICLE 9. Reliability Requirements for Primary
EffluentARTICLE 10. Reliability Requirements for Full
Treatment

Title 22, Division 4, Chapter 3, section 60301 of the California Code of Regulations (CCR), California Health Laws Related to Recycled Water – "The purple Book", 2001: Water Recycling Criteria.
<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Documents/Recharge/Purplebookupdate6-01.PDF>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

ESTADO DE CALIFORNIA (EE.UU.)

2001

RESUMEN

Esta normativa del estado de California, establece una correspondencia entre el uso al que se va a destinar el agua regenerada y el tipo de tratamiento requerido.

Los usos permitidos se clasifican en riego, ya sea agrícola o urbano, almacenamiento, refrigeración y otros usos.

Los tipos de tratamiento, o clases de agua regenerada, de mayor a menor calidad del agua son los siguientes:

1. Efluente de terciario desinfectado (el agua ha sido filtrada, coagulada y desinfectada)
2. Efluente de secundario-2.2 (el agua ha sido oxidada y desinfectada)
3. Efluente de secundario-23 (el agua ha sido oxidada y desinfectada)
4. Efluente de secundario no desinfectado (el agua ha sido oxidada, pero no desinfectada)

El parámetro de calidad exigido en todos los casos, salvo el efluente de secundario no desinfectado, son los coliformes fecales, al que se le añade la turbidez en el caso del efluente terciario desinfectado.

Asimismo, tras la última revisión en junio de 2001, el Título 22 incluye una nueva especificación orientada a asegurar la desinfección vírica. El efluente de terciario será desinfectado de acuerdo con algunos de los siguientes criterios:

1. Un proceso de desinfección con cloro, subsiguiente a la filtración, que garantice un valor de CxT (producto de la concentración total de cloro residual y del tiempo de contacto modal, medidos ambos en un mismo punto) no inferior a 450 mg·minuto/l en todo momento, con un tiempo de contacto modal de al menos 90 minutos, para el caudal punta de diseño de la estación seca.
2. Un proceso de desinfección que, combinado con el de filtración, haya demostrado ser capaz de eliminar un 99,999 % (5 unidades logarítmicas) de los bacteriófagos F+-específicos MS2, o virus de la polio en el agua residual. Alternativamente también pueden utilizarse otros virus que sean al menos tan resistentes a la desinfección como el virus de la polio.

GUIDELINES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

USE OF RECLAIMED WATER

ÍNDICE

1. INTRODUCTION
2. STATUTORY FRAMEWORK
3. ROLES, RESPONSIBILITIES AND RISK
4. RECLAIMED WATER TREATMENT AND QUALITY
5. TREATMENT AND DISTRIBUTION
6. ACCEPTABLE USES AND SITE SPECIFIC CONTROLS
7. SITE SELECTION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
8. MONITORING AND REPORTING
9. ENVIRONMENT IMPROVEMENT PLANS

APPENDIX A – REUSE SCHEME CHECKLIST

APPENDIX B – SPECIFIC MEASURES FOR REUSE SCHEMES THAT USE RECLAIMED WATER GENERATED FROM RESOURCES OTHER THAN SEWAGE TREATMENT PLANTS

APPENDIX C – GOVERNMENT DEPARTMENTS AND AGENCIES

APPENDIX D – KEY ACTS AND REGULATIONS

APPENDIX E – ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PLAN HECKLIST

APPENDIX F – INICIATIVE NUTRIENT UPTAKE RATES FOR SELECTED ROPS

APPENDIX G – SALINITY CLASSES OF IRRIGATION WATERS AND SALT TOLERANT PLANTS

APPENDIX H – SELECTED REFERENCES

Guidelines for Environmental Management: Use of reclaimed water, Publication 464.

<http://www.epa.vic.gov.au/our-work/publications/publication/2003/november/464-2>

AUTOR/ES

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE VICTORIA (AUSTRALIA)

AÑO DE EDICIÓN

2003

RESUMEN

Esta guía es una actualización de las recomendaciones del año 1996 y proporcionan la base para la concesión de licencias en el Estado de Victoria.

Estas recomendaciones se aplican, principalmente, en el uso de agua regenerada procedente de estaciones depuradoras de aguas residuales, incluidas las municipales con aguas residuales domésticas y urbanas, y las procedentes de locales comerciales individuales como hoteles, escuelas, campings, etc.

Estas recomendaciones distinguen 4 categorías (A-D) de mayor a menor exigencia en los criterios de calidad y en su control, y los usos permitidos en cada caso.

En la tabla 1 de la página 20, se pueden observar los criterios de calidad recomendados para cada clase, el tipo de tratamiento y los usos admitidos.

Los parámetros recomendados incluye *E. coli*, turbidez, DBO, sólidos en suspensión, pH, cloro residual y, para la clase A, la más exigente, además, incluye parámetros microbiológicos como los huevos de helmintos, protozoos y virus.

Es de destacar que los valores de los parámetros indicados son las medianas obtenidas en un periodo de 12 meses.

En cuanto a los usos permitidos, se clasifican en urbanos (no potables) y agrícolas.

Además, señala las siguientes medidas preventivas y sistemas de control en la reutilización:

- Los productos que vayan a ser cosechados no deben estar mojados con agua regenerada.
- Los productos caídos no deben ser cosechados.
- Para la clase B, por ejemplo, debe pararse el riego 4 horas antes del uso, secado o ensilado de los pastos; el agua de limpieza no puede utilizarse para la maquinaria de ordeño; y controlar que los cerdos no están expuestos a los pastos o forrajes.
- Planes de mejora medioambiental, y tasas de aplicación controladas para proteger las aguas subterráneas, los suelos y la calidad de las aguas superficiales.
- Restringir el acceso al público durante el riego (clase C).
- Señales de seguridad adecuadas.
- Programas de seguimiento y auditoría, etc.

Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts (J.O.R.F. 31 août 2010)
<http://www.asersagua.es/archivos/19.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES

2010

RESUMEN

La normativa francesa de calidad del agua procede tanto de la transposición de las directivas europeas a la normativa nacional para usos tradicionales (agua potable, aguas de baño) como de las prácticas nacionales emergentes como el uso de las aguas residuales depuradas en un contexto de desarrollo sostenible.

Ya que las normas europeas no incluyen un texto de referencia para el uso de aguas regeneradas para riego, Francia adoptó la Orden de 2 de agosto de 2010 relativa al uso del agua procedente del tratamiento de las aguas residuales urbanas para el riego agrícola y áreas verdes.

Esta orden establece los requisitos técnicos y sanitarios aplicables solamente para el riego de cosechas y áreas verdes con aguas regeneradas.

Su objetivo es proteger la salud pública y animal, el medio ambiente y la seguridad de la producción agrícola.

Además, para cumplir con las normativas generales o específicas de protección de las fuentes de agua, la reutilización debe cumplir las restricciones de uso, distancias mínimas y de terreno, definidas todas ellas en el Anexo II, según el nivel de calidad sanitaria del agua regenerada establecido en el Anexo I, la cual tiene 4 niveles decrecientes de la A a la D. Además, las condiciones de almacenamiento no deben fomentar el desarrollo de vectores o patógenos.

Los parámetros de calidad exigidos son: sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, enterococos fecales, bacteriófagos ARN F-específicos, esporas de bacterias anaerobias sulfitorreductoras y *Escherichia coli*.

El Anexo III establece el contenido de la solicitud de reutilización, que incluye una gran cantidad de información (condiciones actuales de riego, medio receptor de las aguas vertidas por la estación depuradora, detalles de las aguas residuales de entrada a la planta, procesos de tratamiento y equipos, control de la formación y calidad de los lodos, tratamiento adicional adoptado, información sobre el contexto local, parcelas, patrones de cosecha y programación del riego, descripción del suelo, el público expuesto y los procedimientos de información, análisis de riesgo, análisis de los impactos sanitarios y ambientales con medidas compensatorias, etc.).

Finalmente, el Anexo IV establece la frecuencia mínima del control analítico: semanal para el nivel A, quincenal para el nivel B, y mensual para el C y D, para todos los parámetros del Anexo I.

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SPORTS

Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts

NOR : SASP10202A

Le ministre d'État, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, le ministre de la santé et des sports, le ministre de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche et le secrétaire d'État chargé de l'écologie,
 Vu le code de la santé publique, et notamment ses articles L. 1311-1 et L. 1311-2 ;
 Vu le code de l'environnement, et notamment son article R. 211-23 ;
 Vu le code des collectivités territoriales, et notamment ses articles L. 2224-6 et L. 2224-10 ;
 Vu l'arrêté du 3 janvier 1999 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées ;

Vu l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO₅ ;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France en date du 9 janvier 2001 ;
 Vu le rapport de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 1^{er} décembre 2008 ;
 Vu l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail en date du 8 octobre 2009 ;
 Vu l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 19 mai 2010 ;
 Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau en date du 19 novembre 2009.

Arrêtent :

Art. 1^{er} - Champ d'application.
 Le présent arrêté fixe les prescriptions sanitaires et techniques applicables à l'utilisation d'eaux usées traitées à des fins d'irrigation de cultures ou d'espaces verts. Ces prescriptions visent à garantir la protection de la santé publique, de la santé animale et de l'environnement ainsi que la sécurité sanitaire des productions agricoles.

À ce sens du présent arrêté, les eaux usées traitées sont celles issues des stations d'épuration des eaux usées mentionnées au II de l'article L. 2224-6 du code général des collectivités territoriales et celles issues des installations d'assainissement non collectif mentionnées au III de l'article L. 2224-8 du code général des collectivités territoriales, et dont la charge brute de pollution organique est supérieure à 1,2 kg de demande biologique en oxygène par cinq jours (DBO₅) par jour.

À ce sens du présent arrêté, l'irrigation désigne l'apport artificiel en eau pour des cultures ou des espaces verts.

Art. 2 - Définitions.

L'utilisation d'eaux usées traitées aux fins d'irrigation est mise en œuvre selon les règles de l'art, au moyen des systèmes suivants :

a) Irrigation gravitaire : l'eau est fournie aux plantes par remplissage de petits bassins, par planches ou par canaux, par des rigoles, canaux ou raies d'irrigation ;

2. Irrigation localisée :
 a) Souveraine : l'eau est fournie par l'intermédiaire de tuyaux perforés, de goutteurs de microirrigation ou de drains enterrés ;

b) De surface : l'eau est distribuée au moyen de goutteurs ou de rampes perforées au voisinage de la plante ;

ÍNDICE

- Art. 1er. – Champ d'application
- Art. 2. – Définitions
- Art. 3. – Prescriptions techniques
- Art. 4. – Cas de l'irrigation par aspersion d'eaux usées traitées
- Art. 5. – Interdictions
- Art. 6. – Protection des réseaux d'eau potable
- Art. 7. – Dépôt du dossier
- Art. 8. – Arrêté préfectoral
- Art. 9. – Programme d'irrigation
- Art. 10. – Programme de surveillance des eaux usées traitées
- Art. 11. – Programme de surveillance de la qualité des sols
- Art. 12. – Traçabilité
- Art. 13. – Suspension de l'irrigation par des eaux usées traitées
- Art. 14. – Mise en conformité des installations existantes
- Art. 15. – Application

ANNEXE I. NIVEAUX DE QUALITÉ SANITAIRES DES EAUX USÉES TRAITÉES

ANNEXE II. CONTRAINTES D'USAGE, DE DISTANCE ET DE TERRAIN

1. Contraintes d'usage
2. Contraintes de distance
3. Contraintes de terrain

ANNEXE III. DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION

ANNEXE IV. FRÉQUENCES DE SURVEILLANCE DES EAUX USÉES TRAITÉES

N-F11	TÍTULO	
NO DISPONIBLE	Norma Portuguesa sobre Reutilização de Águas. Residuais Urbanas Tratadas na Rega. NP 4434, PQ, Caparica, 2005.	
	AUTOR/ES	AÑO DE EDICIÓN
	INSTITUTO PORTUGUÉS DE CALIDAD	2005
	RESUMEN	
ÍNDICE	<p>La norma portuguesa fue elaborada por la subcomisión técnica SC 3 «Reutilización de aguas residuales» de la Comisión Técnica Portuguesa de Normalización CT 90 «Sistemas de Saneamiento Básico», por mandato del Instituto Portugués de Calidad.</p> <p>Esta norma se aplica exclusivamente a la reutilización de aguas residuales urbanas en el riego de cultivos agrícolas, forestales, ornamentales, viveros, jardines y otros espacios verdes.</p> <p>En lo que se refiere a la calidad de las aguas regeneradas para el riego, la norma adopta los criterios indicados en el Anexo XVI del Decreto-ley nº 236/98, de 1 de agosto, los cuales corresponden, de un modo general, a las normas recomendadas por la FAO.</p>	
NO DISPONIBLE	<p>La calidad microbiológica de las aguas regeneradas utilizadas en el riego es el aspecto cualitativo más importante para la protección de la salud pública y animal.</p>	
	<p>A este respecto, la norma se desvía claramente de los requisitos previstos en el Anexo XVI del Decreto-ley nº 236/98, que establece que el valor máximo requerido para el grupo de coliformes fecales es de 100 UFC/100 ml, recomendando valores variables en función del tipo de cultivo o el método de riego, más o menos restrictivos que el valor constante del Decreto-ley nº 136/98.</p>	
	<p>Este valor es bastante exigente pues requiere que el agua de riego presente mejor calidad microbiológica que las aguas de baño, siendo cierto también que el agua de la mayoría de los ríos no presenta niveles de coliformes fecales inferiores a 100 UFC/100 ml.</p> <p>Los requisitos de calidad microbiológica establecidos en la norma tuvieron en consideración el uso de los cultivos (consumo en fresco, consumo animal, floral, cultivos industriales, campos deportivos, etc.) y el método de riego.</p> <p>Un aspecto innovador de la norma portuguesa en relación con la normativa de otros países consiste en la indicación de procedimientos de control del biosistema agua-suelo-planta, con los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La cuantificación de la cantidad de fertilizante a aplicar anualmente teniendo en cuenta los nutrientes presentes en el agua de riego. ▪ La evaluación del efecto del riego sobre las características químicas del suelo o de las aguas subterráneas. 	

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

(Publicada en Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de enero de 1997)¹

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 50, fracciones VIII y XV, 80, fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 1996, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezaninne planta alta, colonia Tlacopec, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 30 de octubre

¹ Incluye ACLARACIÓN a esta Norma Oficial Mexicana, publicada en el DOF de fecha 30 de abril de 1997.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales

<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=967392>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA

1996

RESUMEN

En México no hay una norma específica para la reutilización de las aguas residuales depuradas, sin embargo, esta práctica ha sido regulada por la normativa para el vertido de aguas residuales.

La Norma NOM-001-ECOL-1996 establece los límites máximos permitidos de contaminantes en los vertidos de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Esta norma establece los valores límites de huevos de helmintos y coliformes fecales cuando las aguas depuradas se utilizan para el riego agrícola.

En esta norma se tienen en cuenta 5 diferentes usos: agua potable, protección ambiental, conservación de humedales, riego agrícola y vertidos de aguas residuales.

Respecto al riego agrícola, el máximo valor aceptable de coliformes fecales y huevos de helmintos fueron tomados de los indicadores de la Guía de la OMS de 1989 y consideraron el tratamiento asequible para eliminar el alto contenido de huevos de helminto en las aguas residuales.

Los máximos valores admisibles para la materia orgánica y los nutrientes verían dependiendo de si la reutilización para riego se lleva a cabo directamente o indirectamente.

Los límites de metales pesados fueron adoptados de los criterios de la EPA de 1992.

El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida en el anexo 1 de esta Norma.

En las tablas 8 y 9 se presentan las frecuencias de muestreo y análisis en el caso de vertidos de tipo municipal o no municipal, respectivamente.

Asimismo, en el Anexo I se explica la técnica para la determinación y cuantificación de huevos de helminto.

ÍNDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Verificación
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma
10. Transitorio
11. Anexo I

«MANUAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN EN PEQUEÑAS POBLACIONES»

Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y TURISMO

AUTOR/ES

Enrique Ortega de Miguel (CEDEX)
Yasmina Ferrer Medina (CEDEX)
Juan José Salas Rodríguez (CENTA)
Carlos Aragón Cruz (CENTA)
Álvaro Real Jiménez (CENTA)

AÑO DE EDICIÓN

2010

RESUMEN

Este Manual pretende ser un instrumento útil para todas aquellas administraciones y entidades, públicas o privadas, relacionadas de alguna manera con la planificación, implantación y explotación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.

Con este propósito, el Manual analiza las condiciones específicas que afectan a la depuración de las pequeñas poblaciones, define criterios para la selección de la solución más apropiada en cada caso concreto y establece recomendaciones de carácter técnico, tanto para redactar los correspondientes proyectos de construcción, como para la explotación y mantenimiento de las instalaciones.

La elaboración de este Manual ha sido un proceso participativo, en el que se ha contado con la contribución técnica de expertos en las distintas materias que se abordan en el mismo. El texto final es fruto del consenso, lo que le aporta universalidad y aplicabilidad.

El Manual se estructura en diez capítulos, comenzando con una breve descripción de las singularidades de las pequeñas poblaciones, la normativa que les afecta en cuanto al saneamiento y depuración y los modelos de gestión aplicables. En el segundo capítulo se detalla la información básica necesaria para la redacción de los proyectos de las estaciones de depuración de poblaciones menores a 2.000 habitantes equivalentes, incluyendo los estudios previos a realizar y las recomendaciones técnicas a considerar en esta etapa.

En un tercer capítulo se recogen las tecnologías de tratamientos seleccionadas para su posterior desarrollo y se detallan los distintos aspectos que se abordan.

Posteriormente, se presentan las tecnologías de depuración aplicables, dedicando dos capítulos a los pretratamientos y a los tratamientos primarios y dos capítulos posteriores a las tecnologías extensivas e intensivas. En estos capítulos se detallan: los fundamentos del proceso, los diagramas de flujo típicos, las características del tratamiento (rendimientos de depuración, rango de aplicación y superficie requerida, entre otros), los costes de implantación y de explotación, las principales ventajas e inconvenientes, los parámetros y métodos de diseño, los criterios constructivos, la puesta en marcha de las instalaciones y las operaciones comunes de mantenimiento y explotación.

Las combinaciones de tratamientos más interesantes, a fin de conseguir avances en el campo de la gestión y de la explotación de los sistemas de depuración, se recogen en un capítulo posterior.

Finalmente, en el Manual se incluyen dos capítulos dedicados a la gestión de los lodos generados en el proceso de depuración y los

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

1. ASPECTOS GENERALES
2. INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE ESTACIONES DEPURADORAS EN PEQUEÑAS POBLACIONES
3. TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN APLICABLES EN PEQUEÑAS POBLACIONES
4. OBRA DE LLEGADA, PRETRATAMIENTO Y MEDIDA DE CAUDAL
5. TRATAMIENTOS PRIMARIOS
6. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS EXTENSIVOS
7. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS INTENSIVOS
8. COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS
9. LA GESTIÓN DEL FANGO EN PEQUEÑAS POBLACIONES
10. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE REGENERACIÓN

Huevos de Nematodo

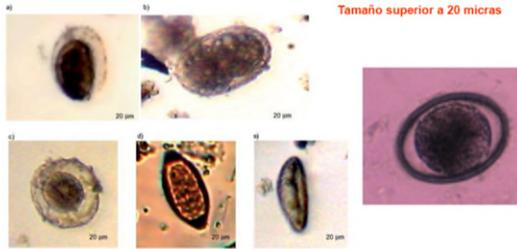


Fig. 3. Huevos de especies de helmintos encontrados en el agua residual: a) *Ascaris* sp., b) *Ascaris* sp., c) *Strongyloides* sp., d) *Trichostrongylus* sp. y e) *Enterobius* sp. (en estado: huevo maduro, 40X). Fuente: L. P. González Ramírez.



Escherichia coli



las dimensiones de este bacilo son **1 micra de ancho por 3 micras de longitud**. La especie específica de agua residual: *E. coli* β -D-glucuronidasa.



«RENDIMIENTOS Y MEJORAS DE LOS TRATAMIENTOS DE REUTILIZACIÓN»

AUTOR/ES

Amador Rancaño, Jefe Dpto. Operación & Mantenimiento Depuración de Acciona Agua

AÑO DE EDICIÓN

2014

RESUMEN

El objetivo del trabajo ha sido analizar el funcionamiento de diferentes sistemas de filtración usados para la reutilización del agua, en cuanto a:

- Rendimientos de eliminación de sólidos y turbidez.
- Eficiencia y tamaño de eliminación de partículas.
- Comparativa entre los diferentes sistemas de filtración.

En la introducción se señala, por ejemplo, el tamaño de:

- Los huevos de Nematodo (superior a 20 micras)
- La *Escherichia coli* (1 micra de ancho por 3 micras de longitud)
- La *Legionella* (de 0,3 a 0,9 micras de ancho por 1,5 a 5 micras de longitud).

Asimismo, se señala el tipo de tratamiento que elimina algunos de los parámetros de control del RD 1620/2007:

- Huevos de Nematodos: algunos procesos de filtración.
- *Escherichia coli*: los procesos de desinfección.
- Sólidos en suspensión y turbidez: coagulación-floculación con decantación y/o filtración.

Las principales conclusiones obtenidas en el estudio son las siguientes:

- Todos los sistemas de filtración estudiados presentan importantes rendimientos de eliminación de partículas de tamaño superior a 25 micras.
- Las diferencias en el comportamiento se producen con partículas inferiores a 10 micras.
- En los filtros de discos de 10 micras y en los de anillas de 20 micras, los porcentajes de eliminación de las partículas inferiores a 10 micras son muy bajos.
- La mayor eficacia de los filtros de arena y de telas frente a los anteriores se conserva hasta tamaños de unas 35 micras.
- Los reactores biológicos de membrana son muchísimo más eficaces que los sistemas convencionales de filtración eliminando partículas.
- En ninguna de las salidas de los sistemas de filtración estudiados se han encontrado huevos de helmintos.

ÍNDICE

- OBJETIVOS

- INTRODUCCIÓN

- PROCESOS DE FILTRACIÓN

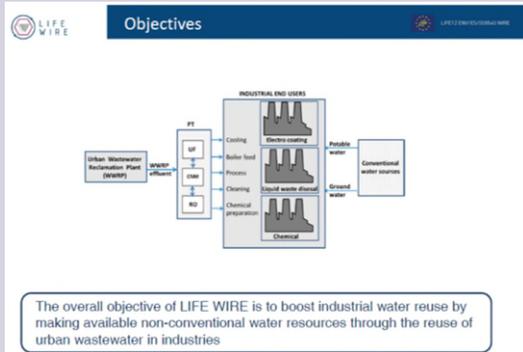
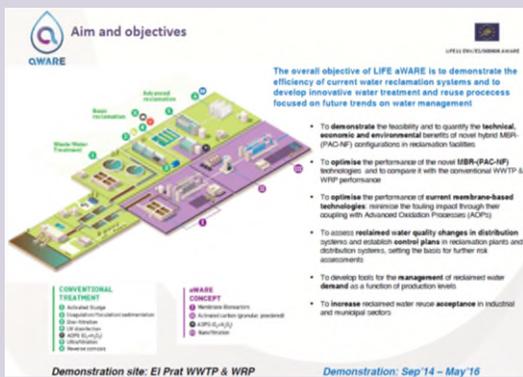
- Tipos de filtración: superficial o en profundidad.
- Tipos de filtración analizados
- Filtro de arena abierto
- Filtro de arena de lavado en continuo
- Filtros de telas
- Filtros de discos
- Filtros de anillas
- Biorreactores

- RESUMEN ENSAYOS

- Comparativa de eliminación de partículas
- Porcentajes de reducción de otros parámetros

- CONCLUSIONES

- Análisis costes de implantación del tratamiento terciario
- Análisis costes de operación del tratamiento terciario



«DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA REUTILIZACIÓN EFICIENTE DE AGUA»

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

Xavier Bernat, CETaqua

2014

RESUMEN

En la actualidad CETaqua está desarrollando 2 Proyectos de I+D+i en reutilización de aguas:

- LIFE+ AWARE: Innovative hybrid MBR-PAC-CNF systems to promote water reuse. www.life-aware.eu
- LIFE+WIRE: Water cycle efficiency improvement by boosting industrial water reuse. www.life-wire.eu

El objetivo principal del proyecto LIFE+AWARE es demostrar la eficiencia de los actuales sistemas de regeneración de agua y desarrollar procesos innovadores de tratamiento y reutilización de aguas dirigido a tendencias futuras en la gestión del agua, además de:

- Demostrar la viabilidad y cuantificar los beneficios técnicos, económicos y medioambientales de las nuevas configuraciones híbridas MBR-PAC-NF (Biorreactor de membranas-carbón activado en polvo-nanofiltración) en estaciones de regeneración de aguas.
- Optimizar el rendimiento del sistema MBR-PAC-NF y compararlo con el rendimiento de un sistema convencional de depuración y regeneración de aguas.
- Optimizar el rendimiento de las actuales tecnologías basadas en membranas: minimizando el ensuciamiento con procesos avanzados de oxidación.
- Evaluar los cambios de calidad del agua regenerada en los sistemas de distribución y establecer planes de control en las estaciones de regeneración y en los sistemas de distribución, estableciendo la base para las evaluaciones de riesgo.
- Desarrollar herramientas para la gestión de la demanda de agua regenerada en función de los niveles de producción.
- Aumentar la aceptación de la reutilización de agua regenerada en sectores industriales y municipales.

El objetivo principal del proyecto LIFE+WIRE es impulsar la reutilización de agua en las industrias aumentando la disponibilidad de recursos de agua no convencionales a través de la reutilización de aguas residuales urbanas, además de:

- Demostrar qué configuraciones entre ultrafiltración, filtración con material de carbón nanoestructurado y ósmosis inversa son viables técnica y económicamente.
- Divulgar los resultados del proyecto y transferir el conocimiento adquirido.

ÍNDICE

I. EL GRUPO AGBAR Y LA INNOVACIÓN

II. CETQUUA

- ¿Quiénes somos?
- Centros CETaqua
- Trabajo en red
- Universo CETaqua
- Áreas
- Líneas de investigación Barcelona
- Líneas de investigación Galicia
- Líneas de investigación Andalucía
- Instalaciones

III. PROYECTOS DE I+D+i EN REUTILIZACIÓN DE AGUAS

- Escasez
- ¿Quiénes somos?
- Algunas soluciones
- Programa I+D+i
- Proyectos I+D+i



«GESTIÓN DEL TRATAMIENTO TERCIARIO DE PINEDO EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO»

http://www.iagua.es/noticias/reutilizacion/14/06/25/enrique-albors-la-gestion-del-tratamiento-terciario-de-la-edar-de-pinedo-51361?utm_source=Suscriptores+iagua&utm_campaign=59438104d6-&utm_medium=email&utm_term=0_8ff5bc1576-59438104d6-304806385

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

Enrique Albors Camps, Gerente UTE AVSA-SAV-DAM PINEDO III

2014

RESUMEN

La presentación comienza con la introducción de las 3 fases que componen la EDAR de Pinedo:

- Pinedo I (1981). Caudal de proyecto: 124 800 m³/día.
- Pinedo II (1994). Caudal de proyecto: 280 000 m³/día.
- Pinedo II-Ampliación (2005). Caudal de proyecto: 200 000 m³/día.

Continúa con la presentación de los colectores de aguas residuales que llegan a la EDAR: Colector Sur, Colector Norte y Colector Oeste.

El caudal de proyecto del tratamiento terciario es de 350 000 m³/día.

La EDAR cuenta, además, con 7+1 bombas de 2 120 m³/h de caudal unitario y 60 kW de potencia unitaria para la evacuación del agua tratada.

La línea de tratamiento de regeneración está compuesta por un tratamiento físico-químico, una decantación lamelar, una filtración de arena por gravedad y una desinfección con luz UV. Cada etapa de tratamiento dispone de un by-pass.

Además, la planta cuenta con sondas para el control de la turbidez, sólidos y fósforo total.

Tanto las sondas como los by-pass permiten optimizar el funcionamiento de las etapas de tratamiento en función de la calidad del agua depurada.

A continuación, se expone el ejemplo del ciclo de la Marjal de la Albufera en el que se puede observar cómo los caudales suministrados desde el tratamiento de regeneración se adecúan al periodo cinegético (de noviembre a mediados de febrero), a la preparación de los campos (de mediados de febrero a finales de abril), al periodo de cultivo del arroz (de finales de abril a primeros de septiembre) y a la recolección (de primeros de septiembre a octubre).

Para terminar, presenta los resultados del estudio de la incidencia de los campos de arroz de la Comunidad de Regantes del Canal de riego del río Turia como agente depurador en el Parque Natural de la Albufera. Así, se destacan los niveles de fósforo total y nitrógeno total en el punto situado más aguas abajo en 4 momentos distintos del año 2013, observando valores menores durante la época de cultivo del arroz.

ÍNDICE

- ETAPAS DE LA EDAR
- COLECTORES DE LA EDAR
- BOMBEO DE AGUA REGENERADA
- OPERACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN
- SONDAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD
- CICLO DE LA MARJAL DE LA ALBUFERA
- CALIDADES DEL AGUA EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE PINEDO 2 EN 2012 Y 2013
- CAUDALES TRATADOS Y DESTINOS – 2013
- BOMBEO DE AGUA REGENERADA: ACEQUIA DEL ORO Y ACEQUÍ DE FAVARA
- ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS CAMPOS DE ARROZ COMO AGENTE DEPURADOR EN EL PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA



«ESTUDIO SOBRE LA FIABILIDAD Y EFICACIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE REGENERACIÓN Y SUS COSTES ASOCIADOS»

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

CEDEX

2009

RESUMEN

Los objetivos del estudio han sido los siguientes:

- Conocer la eficacia real de los distintos tratamientos respecto a los criterios de calidad del Real Decreto 1620/2007: *Escherichia coli*, huevos de nematodos, sólidos en suspensión y turbidez.
- Establecer criterios de selección respecto a las distintas tecnologías de regeneración, en función de:
 - a) la calidad del agua garantizada por cada una de ellas
 - b) la fiabilidad de las distintas tecnologías (respuesta antes las variaciones de caudal y carga, garantía de continuidad de servicio, problemas de funcionamiento y robustez)
 - c) sus costes, tanto de implantación, como de explotación y mantenimiento.
- Obtener los costes de implantación y explotación de las tecnologías más utilizadas.
- Establecer para cada tipo de uso de los establecidos en el R.D. 1620/2007 o para cada conjunto de usos con criterios de calidad similares, el tratamiento o tratamientos de regeneración más adecuados.

Las principales conclusiones del estudio han sido las siguientes:

- Se puede asegurar que en este momento existe un desarrollo tecnológico suficiente como para garantizar un agua regenerada con la calidad requerida para cada tipo de uso.
- Resalta la importancia que tiene el buen funcionamiento de la EDAR en la eficacia y rendimiento de los tratamientos de regeneración, es decir, debe asegurarse un influente secundario que cumpla como mínimo y de forma regular la calidad establecida en la Directiva 91/271/CEE.
- Para trabajar a caudal constante y laminar las variaciones de calidad del efluente depurado, se recomienda la instalación de un tanque de almacenamiento y homogenización a la entrada de la Estación Regeneradora de Aguas. (ERA)
- La línea de tratamiento más extendida en España es la compuesta por un físico-químico con decantación lamelar más una filtración con arena, seguida de una desinfección con luz ultravioleta y un dispositivo para añadir cloro.
- Recomienda 6 líneas de tratamiento de regeneración en función del Valor Máximo Admisibles de *E. coli* exigido en el Real Decreto para cada uso.
- Expone los costes de implantación y explotación de las ERA, aportados por entidades gestoras y explotadoras de las principales comunidades autónomas

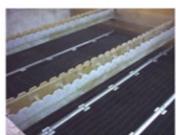
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL ESTUDIO
3. TECNOLOGÍAS Y ESTACIONES DE REGENERACIÓN SELECCIONADAS
4. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS DE REGENERACIÓN
5. ANÁLISIS POR TIPOS DE LÍNEAS DE REGENERACIÓN
6. CONCLUSIONES ESTABLECIDAS POR EL GRUPO TÉCNICO SOBRE TECNOLOGÍAS Y SUS COSTES ASOCIADOS
7. TÉCNICOS QUE HAN INTERVENIDO EN LA REALIZACIÓN DE ESTE ESTUDIO

ANEXO I: FICHAS APORTADAS POR LAS ENTIDADES GESTORAS DE SANEAMIENTO, DEPURACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS SELECCIONADAS

EDAR SANT CARLES DE LA RÀPITA

TRATAMIENTO FÍSICO - QUÍMICO



- Datos
 - Tipo: convencional con lamelas
 - Caudal $_{diario}$: 7.200 m³/día
 - Caudal $_{mg}$: 3.800 m³/día
 - Número de líneas: 1
 - Fangos producidos: 67 m³/día
 - Número etapas de floculación: 1
 - Energía consumida: 362 kWh/día
- Costes de explotación
 - Personal: 0,0080 €/m³
 - Energía: 0,0079 €/m³
 - Reactivos: 0,0068 €/m³
 - Gestión de fangos: 0,0039 €/m³
 - Analítica: 0,0002 €/m³
 - Mantenimiento: 0,0035 €/m³
 - Otros: 0,0021 €/m³



ÍNDICE

- **EDAR Sant Carles de la Ràpita**
 - Tratamiento físico-químico
 - Tratamiento de filtración
 - Tratamiento de desinfección
 - Costes totales de explotación
 - Energía total consumida
- **EDAR El Vendrell**
 - Tratamiento físico-químico
 - Tratamiento de filtración
 - Tratamiento de desinfección
 - Costes totales de explotación
 - Energía total consumida
- **EDAR Vila-seca**
 - Tratamiento físico-químico
 - Tratamiento de filtración
 - Costes totales de explotación
 - Energía total consumida

«TRATAMIENTOS TERCIARIOS»

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

AGENCIA CATALANA DEL AGUA

2008

RESUMEN

La línea de tratamiento de la EDAR Sant Carles de la Ràpita está compuesta por un tratamiento físico-químico con decantación lamelar, filtros de arena de lecho pulsante y una desinfección mediante luz UV en canal. La calidad del efuente a la entrada y a la salida del tratamiento de regeneración es la siguiente:

PARÁMETRO	ENTRADA	SALIDA
Escherichia coli (ufc/100 ml) ¹	3,18 · 10 ⁴	1,84 · 10 ⁴
Huevos de nemátodos (nº de huevos/l)	0	0
SS (mg/l)	15,4	6,4
Turbidez (NTU)	5,1	2,6

¹ En el momento de la toma de muestras la instalación de desinfección no estaba en funcionamiento por avería

El coste total de explotación del tratamiento de regeneración es de 0,0543 €/m³, y el consumo total de energía 0,1546 kWh/m³.

La línea de tratamiento de regeneración de la EDAR El Vendrell está compuesta por un tratamiento físico-químico con decantación lamelar, filtros de arena de lecho pulsante y una desinfección mediante luz UV en canal. La calidad del efuente a la entrada y a la salida del tratamiento de regeneración es la siguiente:

PARÁMETRO	ENTRADA	SALIDA
Escherichia coli (ufc/100 ml)	8,23 · 10 ³	3,75 · 10 ¹
SS (mg/l)	3,3	3,0
Turbidez (NTU)	0,93	1,0

El coste total de explotación del tratamiento de regeneración es de 0,0384 €/m³, y el consumo total de energía 0,0489 kWh/m³ en verano y 0,0809 kWh/m³ en invierno.

La línea de tratamiento de regeneración de la EDAR Vila-Seca está compuesta por un tratamiento físico-químico con decantación lamelar y unos filtros horizontales a presión. La calidad del efuente a la entrada y a la salida del tratamiento de regeneración es la siguiente:

PARÁMETRO	ENTRADA	SALIDA
Coliformes fecales (ufc/100 ml)	2,1 · 10 ⁴	1
Huevos de nemátodos (nº de huevos/l)	0	0
SS (mg/l)	12	6,0
Turbidez (NTU)	1,2	2,3

El coste total de explotación del tratamiento de regeneración es de 0,0977 €/m³, y el consumo total de energía 0,5220 kWh/m³.

«ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN»



AUTOR/ES

EPSAR (Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de Valencia)

AÑO DE EDICIÓN

2008

RESUMEN

La presentación comienza con el volumen anual tratado por EPSAR entre 1993 (269 hm³/año) y 2007 (501 hm³/año).

A continuación presenta la carga tratada expresada en millones de habitantes equivalentes siendo su valor en 2007 igual a 7,21 y la carga máxima semanal en 2007 igual a 13,84.

En la siguiente diapositiva se presentan dos mapas con la evolución del nº de EDAR entre 1993 y 2007, donde se pueden observar las EDAR en servicio en 1993, y las nuevas puestas en servicio o ampliadas entre 1996-2006. En total existen 427 EDAR con tratamiento y 64 sin tratamiento.

El marco territorial de la EPSAR se caracteriza por tener una extensión de 23 295 km², una pluviometría de 450 mm y un turismo que supone el 20% del PIB.

La demanda de agua de la Comunidad Valenciana es de 3 700 hm³/año y tiene unos recursos disponibles de 3 350 hm³/año, lo que supone un déficit de 350 hm³/año.

Los aspectos que influyen en la reutilización de aguas son:

- Disponibilidad de otros recursos
- Grado de calidad
- Distancia y diferencia de cota geométrica
- Capacidad de regulación
- Costes asociados

Los costes de explotación unitarios son:

- Tratamiento secundario: 0,26 €/m³
- Tratamiento terciario: 0,06 €/m³
- Tratamiento avanzado: 0,20 €/m³
- Distribución del agua regenerada: 0,10 €/m³

En cuanto a los retos de la regeneración de aguas están:

- Aceptación por los usuarios
- Calidad del producto
- Marco legal
- Regulación y distribución
- Financiación de la inversión
- Costes de explotación
- Fiabilidad de las instalaciones

En Valencia se reutilizan en total 225 hm³/año (45%) y su objetivo es disponer de 350 hm³/año con calidad de tratamiento terciario.

ÍNDICE

- Volumen anual tratado
- Carga tratada
- Evolución del nº de EDAR
- Marco territorial
- Demanda de agua y recursos disponibles
- Aspectos que influyen en la reutilización de aguas
- Costes de explotación unitarios
- Repercusión de costes
- Retos de la regeneración de aguas residuales
- Mapa de EDAR con reutilización, con tratamiento terciario o con tratamiento terciario futuro
- Usos de las aguas según el RD 1620/2007
- Tratamientos avanzados
- Problemática de la ultrafiltración y la ósmosis inversa
- Costes de la sERA de Benidorm y Rincón de León
- Rendimientos globales del proceso terciario
- Línea de proceso con tratamiento terciario
- Línea de proceso con tratamiento avanzado
- Reutilización en la Marina Baja
- Tratamiento terciario de Alcoi
- Saneamiento de L'Alacantí
- Datos de la actuación

«IMPLANTACIÓN DE TRATAMIENTOS TERCIARIOS EN LA REGIÓN DE MURCIA»



AUTOR/ES

Carlos Lardín, ESAMUR (Entidad de Saneamiento de la Región de Murcia)

AÑO DE EDICIÓN

2008

RESUMEN

La Región de Murcia cuenta con un total de 49 instalaciones con depuración biológica, 30 instalaciones con depuración biológica con tratamiento terciario, 3 plantas de lagunajes y 4 plantas de menor rendimiento o en fase de rehabilitación o construcción, lo que supone un total de 86 instalaciones que tratan un volumen de 102,40 hm³/año.

Las previsiones para el año 2010 es que la Región de Murcia cuente con 79 instalaciones, de las cuales 31 tendrán depuración biológica y las 48 restantes tendrán depuración biológica con tratamiento terciario. El volumen total a tratar previsto es de 101,82 hm³/año.

De las 48 instalaciones con tratamiento terciario previstas para 2010, 24 contarán con filtros de arena abiertos, 6 con filtros de arena cerrados, 3 con filtros de arena con limpieza en continuo, 6 filtros de anillas, 4 Biorreactores de Membrana, 2 discos filtrantes, 1 tela filtrante y 2 están sin determinar.

A continuación presenta los resultados analíticos de varias instalaciones en relación con parámetros físico-químicos, microbiológicos y eliminación de helmintos parásitos.

Después expone las ventajas e inconvenientes del depósito de laminación previo al tratamiento terciario. Entre las ventajas se encuentra la optimización del funcionamiento de las fases posteriores y la posibilidad de dimensionar plantas de menor capacidad. Respecto a los inconvenientes están: el incremento de los costes de implantación, la proliferación de algas en depósitos abiertos y la dificultad de limpieza en los depósitos cerrados.

A continuación expone la conveniencia del decantador lamelar pues elimina huevos de helmintos en decantaciones prolongadas, los fangos generados son extraídos del sistema y se reducen el número de limpieza del sistema de filtración.

Posteriormente realiza una comparativa entre distintos tipos de filtración como la filtración por arena, los filtros de anillas, los discos filtrantes y las telas filtrantes.

También destaca la optimización de la fase de filtración que resulta clave y es determinantes en la eliminación de huevos de helmintos y en la desinfección.

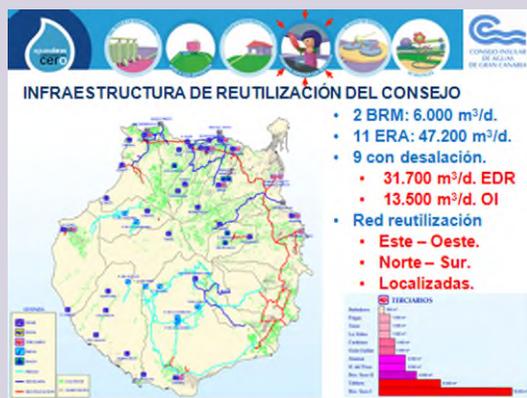
Asimismo, expone los resultados de eliminación de partículas y su tamaño en la cámara de floculación, a la salida del decantador lamelar y a la salida de los filtros de arena. De igual manera, hace para los filtros de anillas, los discos filtrantes, las telas filtrantes y el Biorreactor de Membranas.

Finalmente expone los costes de implantación y explotación de distintas líneas de tratamiento de regeneración.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. RESULTADOS ANALÍTICOS
 - FÍSICO – QUÍMICOS
 - MICROBIOLÓGICOS
 - HELMINTOS
3. ANÁLISIS DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO TERCIARIO
4. ANÁLISIS DE COSTES DEL TRATAMIENTO TERCIARIO
 - COSTES DE IMPLANTACIÓN
 - COSTES DE EXPLOTACIÓN

«ENCUENTRO DE ENTIDADES GESTORAS Y OPERADORAS PARA EL ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE REGENERACIÓN»



AUTOR/ES

José Luis Guerra Marrero y Carmelo Santa Delgado, Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

AÑO DE EDICIÓN

2008

RESUMEN

La infraestructura de reutilización del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria está compuesta por 2 BRM de 6 000 m³/día y 11 ERA de 47 200 m³/día, de las cuales 9 cuentan con desalación: 31 700 m³/día con EDR y 13 500 m³/día con OI.

A continuación se presenta un gráfico con la reutilización en la planificación hidrológica entre 1993 y 2012, y el origen de los recursos, así como su volumen, de las aguas superficiales, subterráneas, desalación y reutilización.

Después presenta los datos de Barranco Seco I en cuanto a su línea de tratamiento, el valor de determinados parámetros a la salida de la planta, los usos del RD 1620/2007 a los que podría suministrar (agrícolas y recreativos), los costes de implantación (372 €/m³) y los costes de explotación (0,4714 €/m³). En cuanto a la fiabilidad del tratamiento destaca los problemas de calidad y continuidad del agua, la facilidad de explotación por estar totalmente automatizada y la limpieza de las membranas del EDAR que aumenta el coste y el tiempo.

Análogamente, se hace con el terciario Barranco Seco II, que podría suministrar a todos los usos del RD 1620/2007 y cuyos costes de implantación y explotación son 173 €/m³ y 0,70 €/m³, respectivamente.

El Terciario de Telde I también puede suministrar a todos los usos del RD 1620/2007 y sus costes de implantación y explotación son 200 €/m³ y 0,6283 €/m³, respectivamente.

Y así sucesivamente con los terciarios de Telde II, Sureste, BRM de Jinámar y Firgas.

Los comentarios finales concluyen que:

- Los siguientes elementos deben ir ligados: buen diseño del sistema (robusto, sobredimensionado, etc.), la capacidad de invertir a través de la experiencia real y un buen operador de planta (quipo de trabajo multidisciplinar).
- Para las calidades más restrictivas del RD 162/2007, se necesitan tecnologías de ultrafiltración y técnicas de desalación por ósmosis inversa.
- La clara concienciación del agua depurada recibida «no es oro todo lo que reluce» e invertir en la propia EDAR.
- En cuanto a los aspectos sobre la operación, los sistemas son automatizados pero dependen de personal.
- Otros aspectos importantes a tener en cuenta son los costes de energía (BRM principalmente si hay desalación) y los precios comparables con desalación de agua de mar.

ÍNDICE

- **INFRAESTRUCTURA DE REUTILIZACIÓN DEL CONSEJO**
- **RELACIÓN DE ESTACIONES DE REGENERACIÓN DE AGUAS**
- **REUTILIZACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA**
- **TERCIARIO BARRANCO SECO I Y II**
 - ERA DE GRAN CANARIA INCLUIDAS EN EL ESTUDIO
 - EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS
 - COSTES DE IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN
 - FIABILIDAD DEL TRATAMIENTO
 - SITUACIÓN DE PARTIDA
 - SITUACIÓN ACTUAL
 - ESQUEMA DE PROCESO
- **TERCIARIO TELDE Y SURESTE**
 - ESQUEMA DE PROCESO
 - EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS
 - COSTES DE IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN
 - FIABILIDAD DEL TRATAMIENTO
- **BRM JINÁMAR Y FIRGAS**
 - ESQUEMA DE PROCESO
 - EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS
 - COSTES DE IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN
 - FIABILIDAD DEL TRATAMIENTO
- **COMENTARIOS**

«EXPLOTACIÓN DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN EN LA COSTA BRAVA, GIRONA»



AUTOR/ES	AÑO DE EDICIÓN
Lluís Sala, Consorci de la Costa Brava	2008

RESUMEN

La presentación comienza con los datos principales y la evolución de los resultados en varias plantas del Consorci de la Costa Brava. No obstante, lo más destacable es lo que se reseña a continuación, entre lo que se encuentra una propuesta para la gestión del suministro de agua regenerada que se apoya, entre otros, en los siguientes aspectos:

- Prioridad de cumplimiento para los parámetros microbiológicos
- La configuración de la desinfección es importante para la seguridad sanitaria: uso combinado de desinfectantes aporta mayor protección que el uso de uno solo de ellos.

A continuación se realiza una valoración de los datos de calidad de manera que expone la necesidad de crear una base de datos con doble valoración: del agua producida y del agua suministrada. La situación ideal es que toda el agua producida cumpla con los criterios de calidad para ser suministrada. Si no es así, hay que diferenciar entre ambas- en proceso de implantación en la Costa Brava. Las sondas en continuo deben servir para que solo sea suministrada una agua que cumpla con los criterios de calidad.

Las conclusiones de la presentación han sido las siguientes:

- La función de los procesos de regeneración es producir agua reutilizable, no sólo añadir tratamiento a la depuración
- Las viejas prácticas del tratamiento de las aguas residuales y su organización técnico-administrativa deben ser revisadas y adecuadas a las nuevas demandas impuestas por la reutilización
- Pasos a seguir
 - Evaluar de forma rigurosa la calidad del efluente secundario, más allá de las medias
 - Verificar si el proceso de regeneración cumple con los requisitos de calidad y con la frecuencia reclamada
 - Evitar posibles incumplimientos con sondas en continuo – protección para usuario pero también para el productor del agua
- En cuanto a regulación y control, necesidad de normas coherentes con RD 140/2003 de suministro aguas de consumo humano
- Los costes directos de explotación de instalaciones grandes generan unos costes relativos competitivos (media Costa Brava, 0,09 €/m3). Es deseable que las instalaciones pequeñas formen parte de unidades de explotación mayores para poder absorber el volumen de trabajo que requiere la explotación, mantenimiento y seguimiento.

ÍNDICE

- EL CONSORCI DE LA COSTA BRAVA
- EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA EN LA COSTA BRAVA (1985-2007)
- USO DEL AGUA REGENERADA EN LA COSTA BRAVA EN 2007
- TIPOS DE PROCESOS DE REGENERACIÓN
- LA EXPLOTACIÓN DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN
- PLANTA DE REGENERACIÓN DE PORT DE LA SELVA
- EVOLUCIÓN RESULTADOS PORT DE LA SELVA
- PLANTA DE REGENERACIÓN DE PALS
- EVOLUCIÓN RESULTADOS PALS
- PLANTA DE REGENERACIÓN DE CASTELL D´ARO
- EVOLUCIÓN RESULTADOS CASTELL-PLATJA D´ARO
- PLANTA DE REGENERACIÓN DE TOSSA DE MAR
- EVOLUCIÓN RESULTADOS TOSSA DE MAR
- PLANTA DE REGENERACIÓN DE BLANES
- EVOLUCIÓN RESULTADOS BLANES
- EL PASO SIGUIENTE: AUMENTO DE LA FIABILIDAD
- CUESTIONES PENDIENTES/NO RESUELTAS
- PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA REGENERADA
- VALORACIÓN DE LOS DATOS DE CALIDAD
- APROXIMACIÓN A LOS COSTES DIRECTOS DE EXPLORACIÓN
- CONCLUSIONES

«LA PLANTA DE REGENERACIÓN DEL BAIX LLOBREGAT»



AUTOR/ES	AÑO DE EDICIÓN
Pedro Aguiló, Jefe de planta Baix Llobregat Martín Gullón, Entidad Metropolitana de Medio Ambiente de Barcelona	2008

RESUMEN

La presentación comienza con los datos generales de la Entidad Metropolitana del Medio Ambiente de Barcelona, seguido de los datos de saneamiento metropolitano en alta, los datos técnicos de sus 7 EDAR, varios datos del año 2007, un mapa con la infraestructura de reutilización de la Entidad, las instalaciones de regeneración y reutilización y sus caudales de diseño, y los caudales tratados y regenerados del 2004 al 2008.

A continuación, pasa a exponer en detalle la planta del Baix Llobregat que cuenta con un tratamiento biológico con eliminación de nutrientes y una planta de regeneración con diferentes calidades en función de los usos.

Las demandas de agua regenerada de la planta del Baix Llobregat son:

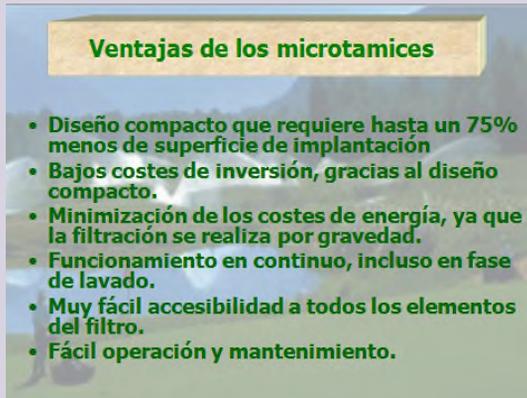
- Mantenimiento de caudales del río Llobregat
- Balsas de recarga de acuífero del Delta Lobregat
- Riego de zonas agrícolas
- Riego de zonas húmedas del Delta del Llobregat
- Uso industrial
- Barrera contra la intrusión salina
- Riego de zonas verdes.

Las conclusiones finales son:

- El caudal máximo de regeneración de la Planta del Baix Llobregat es 320.000 m³/día
- La regeneración realizada hasta la fecha, cumpliendo las calidades del RD1620/2007, son las siguientes:
 - Restablecer caudal al Río Llobregat
 - Riego Agrícola
 - Estabilización de zonas húmedas de interés ecológico
 - Evitar la intrusión de agua de mar en el acuífero del Delta del Llobregat
- Desde su puesta en marcha en Junio de 2007 hasta Noviembre de 2008, se ha regenerado un total de 41 hm³ de agua, de los 145 hm³ tratados por la EDAR, lo que supone un 28 %. Su distribución ha sido:
 - 33,5 hm³ (81%) Restablecer caudal al Río Llobregat
 - 2,4 hm³ (6%) Riego Agrícola
 - 4,8 hm³ (12%) Estabilización de zonas húmedas de interés ecológico
 - 0,4 hm³ (1%) Evitar la intrusión de agua de mar en el acuífero

ÍNDICE

- PRESENTACIÓN DE LA EMA-AMB
- LA REUTILIZACIÓN EN EL AMB
- LA PLANTA DEL BAIX LLOBREGAT
- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS
- DEMANDA Y CALIDAD DEL AGUA REGENERADA
- DECANTACIÓN + MICROFILTRACIÓN + DESINFECCIÓN (DMD)
- DMD + EDR
- DMD + ULTRAFILTRACIÓN + ÓSMOSIS INVERSA
- CONCLUSIONES



«TRATAMIENTOS TERCIARIOS DE LAS EDAR DE GUADALMANSA, ARROYO Y LA VÍBORA»

AUTOR/ES	AÑO DE EDICIÓN
Pedro Muñoz Luque, ACOSOL.	2008

RESUMEN

La presentación comienza con la EDAR de Guadalmanza, enseñando una vista de lado del filtro. A continuación expone los datos mensuales de entrada y salida de los sólidos en suspensión, así como de la turbidez, y sus valores medios anuales de entrada y salida de la planta.

Entre las ventajas de los filtros rápidos se encuentran: versatilidad de funcionamiento, uniformidad y garantía en la calidad del efluente, gran rendimiento en retención de sólidos, facilidad de funcionamiento (automático), muy poco mantenimiento y atención del personal, mínima pérdida de arena y bajo consumo eléctrico.

Entre sus inconvenientes están: para mantener el rendimiento la concentración de sólidos en suspensión del secundario debe ser menor a 35 ppm, es conveniente cloración en continuo para evitar el crecimiento de algas, y tener precaución con el retorno de los lodos.

Los costes de implantación y explotación de esta EDAR son 69,19 €/m³/día y 0,049 €/m³.

La siguiente EDAR presentada es la EDAR Arroyo, con sus datos mensuales de entrada y salida de los sólidos en suspensión, así como de la turbidez, y sus valores medios anuales de entrada y salida de la planta.

Entre las ventajas de los microtamices están: diseño compacto, bajos costes de inversión, minimización de los costes de energía, funcionamiento en continuo, de muy fácil accesibilidad y de fácil operación y mantenimiento.

Entre sus inconvenientes están: la concentración de sólidos en suspensión del secundario no debe superar los 35 ppm para mantener el rendimiento, el número de lavados se incrementa considerablemente en función del caudal, es recomendable instalar equipos de dosificación de reactivos como garantía de calidad.

Los costes de implantación y explotación de esta EDAR son 92,24 €/m³/día y 0,093 €/m³.

A continuación, se presenta la EDAR La Víbora con sus datos mensuales de entrada y salida de los sólidos en suspensión.

Para terminar se presenta un análisis comparativo entre distintas tecnologías en cuanto a la eliminación de DQO, DBO₅, sólidos en suspensión y turbidez.

Finalmente, se presentan un resumen de los costes de explotación e implantación de las EDAR presentadas.

ÍNDICE

- **TRATAMIENTO TERCIARIO EDAR GUADALMANSA**
- VENTAJAS DE LOS FILTROS RÁPIDOS
- INCONVENIENTES DE LOS FILTROS RÁPIDOS
- COSTES DE EXPLOTACIÓN
- COSTES DE IMPLANTACIÓN
- **TRATAMIENTO TERCIARIO EDAR ARROYO**
- VENTAJAS DE LOS MICROTAMICES
- INCONVENIENTES DE LOS MICROTAMICES
- COSTES DE EXPLOTACIÓN
- COSTES DE IMPLANTACIÓN
- **TRATAMIENTO TERCIARIO EDAR LA VÍBORA**
- RESUMEN DE COSTES



«REGENERACIÓN DE AGUAS DEPURADAS EN LA CIUDAD DE MÁLAGA»

AUTOR/ES

M^a CARMEN ASSIEGO DE LARRIVA, Empresa Municipal Aguas de Málaga

AÑO DE EDICIÓN

2008

RESUMEN

La presentación comienza con el mapa de localización de las EDAR de la ciudad de Málaga: Peñón del Cuervo y Guadalhorce.

A continuación, expone los datos técnicos de las EDAR en cuanto a el año de entrada en servicio, el caudal nominal y el tipo de tratamiento.

Posteriormente, señala los tipos de usos regulados por el RD 1620/2007, así como los usos que demandan agua regenerada en Málaga: riego de zonas verdes, riego de campos de golf y refrigeración.

Después presenta la EDAR «Peñón del Cuervo», comenzando con el diagrama de proceso, la vista general, descripción del tratamiento terciario, datos técnicos de cada etapa del tratamiento y la puesta en marcha y su optimización.

Continúa con los resultados de la calidad del agua en función del tratamiento aplicado (con o sin coagulantes), así como la fiabilidad de la tecnología, los problemas encontrados y las soluciones.

Entre las ventajas de la tecnología destaca: flexibilidad frente a los cambios en la calidad del agua regenerada, fiabilidad en el suministro, funcionamiento automático y tratamiento compacto.

Los problemas encontrados han sido: la formación de algas en el decantador lamelar y el arrastre de flóculos en el decantador por turbulencia del agua en la entrada.

En cuanto a las soluciones se plantea el empleo de hipoclorito sódico a la entrada y cubrimiento del decantador, y ajustes en el diseño del decantador (placa deflectora a la entrada del agua).

Las conclusiones de la presentación son las siguientes:

- El tratamiento terciario instalado actualmente en la EDAR “Peñón del Cuervo” produce un total de 2 616 m³/día de agua regenerada destinada al riego de zonas verdes urbanas (punto 1.2.a) y riego de campos de golf (punto 4.1).

- El agua regenerada cumple perfectamente con los criterios de calidad exigidos según el Real Decreto 1620/2007 para los usos 1.2.A Y 4.1.

- La tecnología aplicada consta de tratamiento físico-químico con decantación lamelar y filtración con filtros de puente móvil de limpieza en continuo. La desinfección se lleva a cabo con luz ultravioleta y aplicación de hipoclorito sódico.

ÍNDICE

- **ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MÁLAGA**
- **DATOS TÉCNICOS DE LAS EDAR DE MÁLAGA**
- **NORMATIVA ESPAÑOLA EN MATERIA DE REUTILIZACIÓN**
- **TRATAMIENTO TERCIARIO «PEÑÓN DEL CUERVO»**
 - VISTA GENERAL Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTO TERCIARIO
 - VISTA GENERAL Y DESCRIPCIÓN DE UNA DE LAS LÍNEAS DE TRATAMIENTO TERCIARIO
 - PROCESO DE COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN.
 - PROCESO DE FILTRACIÓN AVANZADA: FILTRO DE PUENTE MÓVIL
 - ULTRAVIOLETA (CANAL)
 - PUESTA EN MARCHA Y OPTIMIZACIÓN
 - RESULTADOS
 - **REGENERACIÓN ACTUAL EN MÁLAGA. CONCLUSIONES**

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish: Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs)

http://water.epa.gov/scitech/cec/upload/cec_ppcp.pdf

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE DE ESTADOS UNIDOS (EPA)

2013

RESUMEN

Los productos farmacéuticos y de cuidado personal son un grupo diverso de sustancias químicas que incluye todas las drogas (prescritas o no) y sustancias no medicinales, tales como fragancias en cremas y jabones y los filtros ultravioletas en cremas solares.

Los resultados obtenidos en estudios realizados durante varios años revelan que muchos productos farmacéuticos y de cuidado personal entran en los sistemas acuáticos porque no son eliminados en los tratamientos de depuración de las aguas residuales y son, por tanto, vertidos en las aguas superficiales o subterráneas.

Nuevos desarrollos en la tecnología ha conducido a mejoras en la detección y cuantificación de estos productos en el agua, los sedimentos y en los tejidos de los peces.

Sin embargo, a pesar de los recientes avances en la investigación de los productos farmacéuticos y de cuidado personal, aún no se conoce completamente la extensión, magnitud y consecuencias de su presencia en el medio acuático.

En 2006, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) inició un estudio piloto para investigar la ocurrencia de estos productos en los tejidos de los peces. Este fue el primer estudio en varias localizaciones distribuidas a lo largo del país, obteniendo datos de concentraciones de almizcles en filetes de peces en concentraciones de partes por millón, además de fármacos como antidepresivos y antihistamínicos, en partes por billón. Los almizcles son fragancias añadidas a los productos de cuidado personal, tales como jabones y cremas.

Debido a los resultados del estudio, la EPA aumentó su esfuerzo en caracterizar este tipo de contaminación en peces, planificando y conduciendo un estudio a escala nacional en peces procedentes de ríos urbanos.

Se han escogido al azar 164 ríos urbanos distribuidos a lo largo de todo el país, en los cuales se analizará la existencia de 6 almizcles y otros productos farmacéuticos y de cuidado personal en los filetes de los peces.

Otros compuestos regulados normativamente (mercurio, selenio, PCB y pesticidas) y PBDE serán analizados, no solo en los 164 ríos urbanos, sino también en otros 378 ríos no urbanos seleccionados. El informe final con los resultados estará disponible en 2014.



United States
Environmental Protection Agency

Office of Water
4308T

EPA-820-F-13-004
September 2013

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish:

Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs)

About PPCPs

Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) are a diverse group of chemicals that include all drugs (both prescription and over-the-counter medications) and non-medical consumer chemicals, such as the fragrances (musks) in lotions and soaps and the ultraviolet filters in sunscreens. PPCPs have only recently received attention as potential environmental pollutants. Results from studies in the past several years provide evidence that many PPCPs enter aquatic systems because they persist through wastewater treatment processes and are subsequently discharged from wastewater treatment plants into surface water or groundwater. New developments in technology have led to improvements in detecting and quantifying PPCPs in water, sediments, and fish tissue. However, despite recent advances in PPCP research, the full extent, magnitude and consequences of their presence in aquatic environments are still largely unknown.

Why Is Studying PPCPs in Fish Important?

PPCPs are persistent in aquatic environments due to their continual release from discharges of treated and untreated wastewater. By the mid-2000s, there were increasing reports of the occurrence of PPCPs in surface waters and sediments, but data on their accumulation in fish tissue were scarce. Available data suggest that effects of these chemicals may be subtle because PPCPs generally occur at low concentrations in the environment, but these subtle effects may accumulate and become significant. Current concerns associated with PPCP contamination include increases in resistance to antibiotics and endocrine system disruption.

How Is EPA Responding?

In 2006, EPA responded to the PPCP data gap by initiating a pilot study to investigate the occurrence of PPCPs in fish tissue. This was the first screening study of PPCPs in fish from a variety of locations distributed across the country. Based on results from the pilot study, EPA expanded its effort to characterize PPCP contamination in U.S. fish by planning and conducting a national-scale study of fish from urban rivers under EPA's National Rivers and Streams Assessment. The urban river study generated data on concentrations of musks in filetes from freshwater fish. Musks are fragrances added to personal care products, such as soaps and lotions. EPA established partnerships to conduct the following studies:

- National Pilot Study of PPCPs in Fish Tissue (2006–2009)
- National Rivers and Streams Assessment (2008–2014)



ÍNDICE

- About PPCPs
- Why is studying PPCPs in Fish Important?
- How is EPA responding?
- National Study Pilot Study of PPCPs in Fish Tissue
- PPCP Fish Pilot Study Design
- PPCP results
- PPCP Fish Tissue Pilot Study Sampling Locations
- Publications
- National Rivers and Streams Assessment
- NRSA Fish Sampling Locations
- Study Design

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish: Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)

http://water.epa.gov/scitech/cec/upload/cec_pbde.pdf

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE ESTADOS UNIDOS (EPA)

2013

RESUMEN

Los polibromodifeniléteres (PBDE), comúnmente referidos como retardantes de llama, son un grupo de compuestos químicos que incluye 209 congéneres en 10 niveles de bromación (mono a deca). Son ampliamente usados como retardantes de llama en productos tales como textiles, espumas de poliuretano y compuestos plásticos en equipos electrónicos.

La producción comercial de los PBDE comenzó en la década de los 70 del siglo XX y los investigadores evidenciaron su presencia en el medio ambiente por primera vez en las década de los 80.

Recientes estudios señalan que los PBDE son transportados mundialmente de modo pasivo a través del aire y, activamente, a través de los recursos hídricos, apareciendo en localizaciones tan remotas como el medio ártico.

En la última década, los PBDE han surgido como contaminantes de preocupación porque están ampliamente distribuidos y son persistentes en el medio ambiente. Un número de estudios realizados en Estados Unidos y Europa desde el año 2000 confirma que los PBDE se acumulan en tejidos de peces y humanos.

En 2003, la EPA identificó la necesidad de profundizar en la caracterización de la contaminación por PBDE en los peces de Estados Unidos y condujo una serie de estudios a escala nacional y regional para evaluar la extensión de dicha contaminación.

El estudio nacional sobre tejidos de peces lacustres demostró que los 3 PBDE más prevalentes son el PDE-47, BDE-99 y BDE-100. Las concentraciones máximas detectadas fueron de 38 a 125 partes por billón en tejidos de peces y en la totalidad del cuerpo respectivamente.

La evaluación nacional de ríos y arroyos ha seleccionado aleatoriamente 542 ríos a lo largo de todo el país para analizar 8 PBDE. Además, serán analizados otros contaminantes regulados normativamente como el mercurio, selenio, PCB y pesticidas. Y en 164 ríos urbanos, de los 542 que forman el total nacional, se analizarán otros contaminantes emergentes como los PFC y los productos farmacéuticos y de cuidado personal. El informe final con los resultados estará disponible en 2014.

El estudio sobre tejidos de peces de los Grandes Lagos, ha seleccionado aleatoriamente 157 emplazamientos cerca de la orilla de los 5 grandes lagos para analizar 52 PBDE. También se analizarán otros contaminantes emergentes como los PFC, el mercurio y los PCB. Es el primer estudio amplio de los ácidos grasos de los peces de los Grandes Lagos. El informe final con los resultados estará disponible en 2014.



United States Environmental Protection Agency Office of Water 4205T EPA-820-F-13-003 September 2013

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish: Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)

About PBDEs

Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), commonly referred to as brominated flame retardants, are a group of chemical compounds that include 209 congeners in ten bromination levels (mono through deca). They are widely used as flame retardants in the manufacture of a number of products, including textiles, polyurethane upholstery foams, and plastic components of electronic equipment. Commercial production of PBDEs began in the 1970s and researchers first reported their presence in the environment in the 1980s. Recent studies indicate that PBDEs are transported worldwide passively by air and actively through water sources, and they can occur in locations as remote as the arctic environment. Monitoring studies to date document their presence in air, water, soil, sediment, and biota (including humans). About 30 congeners are commonly detected in environmental samples.

Why Is Studying PBDEs in Fish Important?

In the past decade, PBDEs have emerged as contaminants of concern because they are widely distributed and persistent in the environment. A number of studies conducted in the U.S. and Europe since 2000 confirm that PBDEs biomagnify in the food chain and accumulate in fish and human tissue. PBDEs have been associated primarily with endocrine disruption and neurodevelopmental toxicity.

How Is EPA Responding?

Most of the early studies of PBDEs in U.S. fish focused on a particular waterbody or on the occurrence of a particular group of PBDE congeners. In 2003, the EPA identified the need for a more comprehensive characterization of PBDE contamination in U.S. fish and conducted a series of national and regional-scale studies to evaluate the extent of PBDE contamination in freshwater fish. The purpose of the studies was to develop national or regional estimates of the median concentrations of PBDEs in fish from various surface waters, including lakes, reservoirs, and rivers. The statistical design of the studies also allowed for estimation of the percentage of lakes and reservoirs or river miles with fish tissue concentrations above a specified human health threshold. EPA established partnerships to conduct the following studies:

- The National Study of Chemical Residues in Lake Fish Tissue (1999–2009)
- National Rivers and Streams Assessment (2008–2014)
- National Coastal Condition Assessment, Great Lakes Human Health Fish Tissue Study (2010–2014)



ÍNDICE

- About PBDEs
- Why is studying PBDEs in Fish Important?
- How is EPA responding?
- The National Study of Chemical Residues in Lake Fish Tissue
- PBDE results
- Fish dampling locations
- Publications
- National River an Streams Assessment
- Study design
- National Coastal Condition Assessment
- Study design

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish: Perfluorinated Compounds (PFCs)

http://water.epa.gov/scitech/cec/upload/cec_pfc.pdf

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE ESTADOS UNIDOS (EPA)

2013

RESUMEN

El ácido perfluorooctanoico (PFOA) y el sulfonato de perfluorooctano (PFOS) son dos de los compuestos perfluorados (PFC) más conocidos.

La estructura química de estos compuestos les confiere propiedades únicas como estabilidad térmica y la habilidad de repeler tanto el agua como el aceite, que los convierte en compuestos muy útiles en una amplia variedad de productos industriales y de consumo como empaquetado para alimentos, utensilios de cocina antiadherentes, ropa resistente al agua, revestimientos antimanchas, lubricantes, pinturas y espumas extintoras.

Desde el año 2000, los PFC han aparecido como contaminantes de preocupación porque están ampliamente distribuidos y son persistentes en el medio ambiente. La mayoría de las personas que viven en países industrializados tienen concentraciones detectables de muchos PFC en su suero sanguíneo.

Concentraciones elevadas de PFOS y PFOA en la sangre humana han sido relacionadas con un número de efectos potenciales sobre la salud como la inmunotoxicidad, disminución del número de espermatozoides, bajo peso al nacer, enfermedades del tiroides y colesterol alto (solo en el caso del PFOA).

Estudios de modelización recientes estima que la contaminación de PFC en la comida puede alcanzar más del 90% de la exposición humana a los PFOS y PFOA, y resultados de otros estudios sugiere que el pescado procedente de aguas contaminadas pueden ser la fuente primaria de exposición a los PFOS.

En consecuencia, la EPA ha planeado y conducido los siguientes estudios para evaluar la extensión de la contaminación de los PFC en los peces.

La evaluación anual de ríos y arroyos ha seleccionado aleatoriamente 164 ríos urbanos a lo largo de todo el país para analizar 13 PFC, así como otros contaminantes emergentes como los almizcles. Adicionalmente, analizarán contaminantes regulados normativamente (mercurio, selenio, PCB y pesticidas) en un total de 542 ríos: 164 urbanos y 378 no urbanos.

El estudio sobre tejidos de peces de los Grandes Lagos ha seleccionado aleatoriamente 157 emplazamientos cerca de la orilla de los 5 grandes lagos para analizar 13 PFC. También se analizarán otros contaminantes emergentes como los PBDE, el mercurio y los PCB. Es el primer estudio amplio de los ácidos grasos de los peces de los Grandes Lagos.

Los informes con los resultados estarán disponibles en 2014.



United States
Environmental Protection Agency

Office of Water
40207

EPA-820-F-13-005
September 2013

Contaminants of Emerging Concern (CECs) in Fish: Perfluorinated Compounds (PFCs)

About PFCs

Perfluorinated compounds (PFCs) are a class of synthetic compounds containing thousands of chemicals formed from carbon chains with fluorine attached to these chains. Perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS) are two of the best known PFCs. The chemical structure of PFCs gives them unique properties, such as thermal stability and the ability to repel both water and oil, that make them useful components in a wide variety of consumer and industrial products, including non-stick cookware, food packaging, waterproof clothing, fabric stain protectors, lubricants, paints, and firefighting foams. Large volumes of PFCs have been produced since the 1950s. Their high production volume led to widespread distribution in the environment, particularly in water where they are most readily transported. EPA initiated a program in 2006 to phase out emissions and use of long-chain perfluorinated chemicals (including PFOA) by the end of 2015 because these chemicals are persistent, bioaccumulative, and toxic.

Why Is Studying PFCs in Fish Important?

Since 2000, PFCs have emerged as contaminants of concern because they are broadly distributed and persistent in the environment. The vast majority of people living in industrialized nations have detectable concentrations of many PFCs in their blood serum. Elevated concentrations of PFOS and PFOA in human blood have been linked to a number of potential health effects, including immunotoxicity, decreased sperm count, low birth weight, thyroid disease, and high cholesterol (PFOA only). PFCs have also been associated with endocrine disruption and cancer in animal studies. Recent modeling studies estimate that PFC contamination in food may account for more than 90% of human exposure to PFOS and PFOA, with results from other studies suggesting that fish from contaminated waters may be the primary source of exposure to PFOS.

How Is EPA Responding?

Based on potential health risks to people exposed to PFOS in fish, the EPA identified the need for a more comprehensive characterization of PFC contamination in U.S. fish. As a result, EPA planned and conducted a national-scale study of urban rivers and a regional-scale study of the Great Lakes to evaluate the extent of PFC contamination in freshwater fish. The purpose of the studies is to develop national and regional estimates of the median concentrations of PFCs in fish from U.S. rivers and the Great Lakes, respectively. The statistical design of the studies also allows for estimation of the percentage of river miles or nearshore lake area with fish tissue concentrations above a specified human health threshold. EPA established partnerships to conduct the following studies:

- The National Rivers and Streams Assessment (2008–2014)
- National Coastal Condition Assessment, Great Lakes Human Health Fish Tissue Study (2010–2014)



ÍNDICE

- About PFCs
- Why is studying PFCs in fish important?
- How is EPA responding?
- National Rivers and Streams Assessment
- Study design
- National Coastal Condition Assessment
- Study design

Emerging Contaminants – Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA)
http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/factsheet_contaminant_pfes_pfoa_march2014.pdf

AUTOR/ES

AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO
 AMBIENTE DE ESTADOS UNIDOS (EPA)

AÑO DE EDICIÓN

2012

RESUMEN

Esta ficha, desarrollada por la EPA, ofrece un breve resumen de los contaminantes emergentes ácido perfluorooctanoico (PFOA) y el sulfonato de perfluorooctano (PFOS), incluyendo sus propiedades físicas y químicas, los impactos sobre la salud y el medio ambiente, recomendaciones estatales y federales existentes, métodos de detección y tratamiento, y fuentes adicionales de información.

Son compuestos completamente fluorados fabricados por el hombre y no están naturalmente presentes en el medio ambiente.

Son usados como agente tensioactivo en una variedad de productos, tales como espumas extintoras de incendios, revestimientos y productos de limpieza.

No son biodegradables en condiciones ambientales y son extremadamente persistentes en el medio ambiente.

Se absorben rápidamente después de la exposición oral y se acumula principalmente en el suero, el riñón y el hígado.

Estudios toxicológicos en animales muestran efectos potenciales sobre el desarrollo y la reproducción.

La exposición crónica a los PFOS y PFOA puede provocar el desarrollo de tumores en el hígado de las ratas, sin embargo, se requieren más estudios para determinar si existen riesgos similares de cáncer en humanos.

Los métodos de detección estándar incluyen la cromatografía de alta resolución y la espectrometría de masa en tándem.

Los PFOS y PFOA resisten la mayoría de los tratamientos convencionales tales como la oxidación y la biodegradación.

Tecnologías como los filtros de carbono activo o las membranas de ósmosis inversa, han demostrado ser eficaces en la reducción de PFC en el agua hasta niveles típicamente encontrados en el agua potable (menor a 0,2 µg/L).

Como parte del programa de administración de PFOA de la EPA, ocho empresas se comprometieron a reducir las emisiones y contenido de PFOA y sustancias relacionadas en un 95 por ciento en 2010 y la eliminación de las emisiones y el contenido del producto para el año 2015.

Basada en la escasa información disponible, el pescado y los productos pesqueros parecen ser una de las fuentes principales de exposición de los humanos a los PFOS.



Emerging Contaminants – Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) May 2012

EMERGING CONTAMINANTS FACT SHEET – PFOS and PFOA

At a Glance

- Fully fluorinated compounds that are human-made substances and not naturally found in the environment.
- Used as a surface-active agent in a variety of products, such as fire fighting foams, coating additives and cleaning products.
- Does not hydrolyze, photolyze or biodegrade under environmental conditions and is extremely persistent in the environment.
- Studies have shown it has the potential to bioaccumulate and biomagnify in wildlife.
- Rapidly absorbed after oral exposure and accumulates primarily in the serum, kidney, and fat.
- Toxicological studies on animals indicate potential developmental, reproductive and systemic effects.
- Health-based advisories or screening levels for PFOS and PFOA have been developed by both the EPA and the states.
- Standard detection methods include high performance liquid chromatography and tandem mass spectrometry (MS/MS).
- Common water treatment technologies include activated carbon filters and reverse osmosis units.

Introduction

An "emerging contaminant" is a chemical or material that is characterized by a perceived, potential or real threat to human health or the environment or by a lack of published health standards. A contaminant may also be "emerging" because a new source or a new pathway to humans has been discovered or a new detection method or treatment technology has been developed (DoD 2011). This fact sheet, developed by the U.S. Environmental Protection Agency's Federal Facilities Restoration and Reuse Office (FFRRO), provides a brief summary of the emerging contaminants perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA), including physical and chemical properties, environmental and health impacts, existing federal and state guidelines, detection and treatment methods, and additional sources of information.

PFOS and PFOA are extremely persistent in the environment and can be transported long distances in air. As a result, they are widely distributed across the higher trophic levels and are found in soil, air and groundwater at sites across the United States. The toxicity and bioaccumulation potential of PFOS and PFOA indicate a cause of concern for the environment and human health. This fact sheet is intended for use by site managers faced with addressing PFOS and PFOA at cleanup sites or in drinking water supplies and for those in a position to consider whether these chemicals should be added to the analytical suite for site investigations.

What are PFOS and PFOA?

- PFOS and PFOA are fully fluorinated, organic compounds and are the largest made perfluorinated chemicals (PFCA) (ATSDR 2009).
- PFOS is a perfluoroalkyl sulfonate that is commonly used as a simple salt (such as potassium, sodium, or ammonium) or incorporated into larger polymers (EPA 2008; EPA 2009a).
- PFOA is a perfluoroalkyl carboxylate that is produced synthetically as its salts. Ammonium salt is the most widely produced form (EPA 2008; EPA 2009a).
- PFOS synonyms include 1-Octanesulfonic acid, 1-Octanesulfonic acid, Heptadecafluoro-, 1-Perfluorooctanesulfonic acid, Heptadecafluoro-1-octanesulfonic acid, Perfluorooctanesulfonic acid, and Perfluorooctylsulfonic acid (ATSDR 2009; UNEP 2005).
- PFOA synonyms include perfluorooctanoic acid, and octanoic acid (ATSDR 2009).

ÍNDICE

- At a glance
- Introduction
- What are PFOS and PFOA?
- What are the environmental impacts of PFOS and PFOA?
- What are the health effects of PFOS and PFOA?
- Are there any federal and state standards and guidelines for PFOS and PFOA?
- What detection and site characterization methods are available for PFOS and PFOA?
- What technologies are being used to treat PFOS and PFOA?
- Where can I find more information about PFOS and PFOA?



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2011, 9(2):2016

SCIENTIFIC REPORT OF EFSA

Results of the monitoring of perfluoroalkylated substances in food in the period 2000 - 2009¹European Food Safety Authority^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

ABSTRACT

Perfluoroalkylated substances (PFAS) are a large group of compounds consisting of a fully or partially fluorinated hydrophobic alkyl chain and a hydrophilic end group. Due to their thermal and chemical stability they are used in e.g. cleaning agents, impregnation agents for textiles, carpets, paper, packaging, furniture, paint and varnish, fire-extinguishing liquids, waxes, floor polishing agents. Several PFASs are recognised as generally persistent in the environment and are associated with a broad spectrum of health effects. Human exposure may result through e.g. consumption of contaminated food, beverages and inhalation. The European Commission issued the Commission Recommendation 2010/161/EU on the monitoring of PFASs in food in the Member States. Member States were recommended to monitor the presence of PFASs in food during the years 2010 and 2011. Data obtained, as well as data collected in the previous years, was required to be submitted to EFSA for assessment. A total of 4 881 samples collected in previous years (2008 – 2009) in seven Member States was considered for a detailed data analysis. Data were reported on different sets of 17 PFASs resulting in 24 204 single observations. Overall, only 11.8 % of the results were quantifiable results. Perfluorooctane sulfonate was the most frequent compound (31 %). Across food groups, PFASs were mostly found in 'Fish offal' (68 %), 'Edible offal, game animals' (64%), 'Meat, game mammals' (22 %), 'Water molluscs' (20 %), 'Crustaceans' (17 %), 'Sea and 'Fish meat' (9.7 %). The highest contamination both in terms of frequency and mean level was found in meat and edible offal of game animals, fish and seafood, whereas meat and edible offal of farmed animals resulted less contaminated. To ensure an accurate assessment of the presence of PFASs in food and beverages, further improvement of the analytical methods, sampling and data reporting are recommended.

© European Food Safety Authority, 2011

KEY WORDS

Perfluoroalkylated substances, PFAS, PFOS, PFDA, occurrence, food

¹ On request from the European Commission, Question No EFSA-Q-2010-49708, issued on 9 February 2011

² Correspondence: info@efsa.europa.eu

³ Acknowledgement: EFSA wishes to thank the external reviewers Gianfranco Brambilla, Gerhard Eisenreich, Stefan van Leeuwen and Pan de Voogt for their valuable comments and EFSA staff Valeria Curcio and Giuseppe Tracuzzi for the scientific work and support provided to this scientific output.

Suggested citation: European Food Safety Authority. Results of the monitoring of perfluoroalkylated substances in food in the period 2000 - 2009. EFSA Journal 2011, 9(2):2016. [34 pp.] doi:10.2903/efsa.2011.2016. Available online: www.efsa.europa.eu/en/efsa-journal.htm

© European Food Safety Authority, 2011

ÍNDICE

Abstract

Keywords

Summary

Background as provided by the European Commission

Terms of reference as provided by the European Commission

Assessment

1. Introduction

2. Objectives

3. Material and Methods

3.1. Sampling and analytical procedure

3.2. Data management and validation

3.3. Statistical analysis

4. Results and discussion

4.1. Number of samples by country and food groups

4.2. Performance of analytical methods

4.3. Frequency of left-censored data

4.4. Contamination level across food groups

4.4.1. Foods of plant origin

4.4.2. Meat and edible offal

4.4.3. Fish and fish offal

4.4.4. Crustaceans and water molluscs

4.4.5. Dairy products

4.4.6. Eggs and egg products

4.4.7. Honey

4.4.8. Fats and oils

4.4.9. Drinking water

Conclusions and recommendations

References

Appendix

A. Food groups and food items included in the assessment

Abbreviations

RESULTS OF THE MONITORING OF PERFLUOROALKYLATED SUBSTANCES IN FOOD IN THE PERIOD 2000 – 2009.

http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2016.htm?WT.mc_id=EFSAHL01&emt=1

AUTOR/ES

AUTORIDAD EUROPEA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (EFSA)

AÑO DE EDICIÓN

2011

RESUMEN

Las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) son un amplio grupo de compuestos consistentes en una cadena alquílica hidrofóbica, completa o parcialmente fluorada, y un grupo final hidrofílico.

Debido a su estabilidad térmica y química, y a su actividad surfactante, han sido ampliamente utilizados en varios productos como agentes limpiadores, pinturas y barnices, ceras, revestimientos para textiles, alfombras, papel, embalajes, muebles, zapatos, líquidos extintores de incendios, papel fotográfico e insecticidas. Esto ha derivado en una distribución global de las PFAS en el medio ambiente y en el cuerpo humano, lo que aumenta la preocupación por la salud humana.

Estudios realizados sobre animales han desvelado efectos negativos sobre la salud como la hepatotoxicidad, la toxicidad ambiental, la toxicidad neuroconductual, la inmunotoxicidad, la toxicidad reproductiva, la toxicidad pulmonar, efectos hormonales y una débil genotoxicidad y potencial carcinogénico.

La Comisión Europea publicó la Recomendación 2010/161/UE para el seguimiento de las sustancias perfluoroalquiladas en los alimentos. Esta disposición recomendaba a los Estados Miembros vigilar la presencia de estas sustancias en varios alimentos y reportar los resultados a la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria.

En 2010, la EFSA recibió los datos de un total de 4 881 muestras de 7 Estados Miembros, entre los que está España, que datan del periodo 2000-2009.

Solo el 11,8% de las muestras presentaron resultados cuantificables siendo el PFOS el compuesto más frecuente. Los alimentos que mayor nivel general de PFAS presentaron fueron: despojos de pescado (68%), despojos comestibles de animales de caza (64%), carne de caza (22%), moluscos (20%), crustáceos (17%) y pescado (9,7%). La mayor concentración tanto en frecuencia como en niveles medios se encontró en carne y despojos de animales de caza, y en pescado y marisco.

EFSA concluye que se necesita mejorar tanto los métodos analíticos como el muestreo y recopilación de datos para realizar una evaluación más precisa de la presencia de PFAS en alimentos y bebidas.

También sería importante recoger más datos en alimentos listos para consumo (precocinados) y alimentos envasados, teniendo en cuenta que los PFAS pueden migrar al alimento desde los materiales en contacto con los mismos.

DIRECTIVA 2013/39/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 12 de agosto de 2013, por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. <http://www.boe.es/doue/2013/226/L00001-00017.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA

2013

RESUMEN

La Comisión Europea ha efectuado una revisión de la lista de sustancias prioritarias con arreglo al artículo 16, apartado 4, de la Directiva 2000/60/CE y al artículo 8 de la Directiva 2008/105/CE, y ha llegado a la conclusión de que procedía:

- Modificar la lista de sustancias prioritarias mediante la identificación de nuevas sustancias para acciones prioritarias a escala de la Unión
- Establecer Normas de Calidad Ambiental (NCA) para dichas sustancias identificadas recientemente
- Revisar las NCA para algunas sustancias existentes en función del progreso científico

- Establecer NCA de la biota para algunas sustancias prioritarias existentes y las sustancias identificadas recientemente.

La revisión de la lista de sustancias prioritarias ha sido respaldada por una amplia consulta con expertos de los servicios de la Comisión, los Estados miembros, las partes interesadas y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales.

Las NCA revisadas para sustancias prioritarias existentes deben tenerse en cuenta por vez primera en los planes hidrológicos de cuenca para el período 2015 a 2021.

Las sustancias prioritarias identificadas recientemente y sus NCA deben tenerse en cuenta en la elaboración de programas de seguimiento suplementarios y en programas preliminares de medidas que deben presentarse antes de que finalice 2018.

Por otra parte, la Comisión establecerá una lista de observación de sustancias sobre las que deben recabarse datos de seguimiento a nivel de la Unión para que sirvan de base a futuros ejercicios de asignación de prioridad.

La primera lista de observación deberá contener un máximo de 10 sustancias o grupos de sustancias, entre los que se deben encontrar el diclofenaco, el 17-beta-estradiol y el 17-alfa-etinilestradiol.

Los Estados miembros efectuarán el seguimiento de cada sustancia de la lista de observación en estaciones de seguimiento representativas seleccionadas, durante al menos un período de doce meses.

I
(Acta legislativa)

DIRECTIVAS

DIRECTIVA 2013/39/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 12 de agosto de 2013

por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.

(Texto pertinente a efectos del EEE)

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Viso el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) y, en particular, su artículo 192, apartado 1;

Viso la propuesta de la Comisión Europea;

Después de haber transmitido el proyecto de acto legislativo a los Parlamentos nacionales;

Viso el dictamen del Comité Económico y Social Europeo (1);

Viso el dictamen del Comité de las Regiones (2);

De conformidad con el procedimiento legislativo ordinario (3);

Considerando lo siguiente:

- (1) La contaminación química de las aguas superficiales representa una amenaza para el medio acuático, con efectos tales como toxicidad aguda y crónica en organismos acuáticos, acumulación de contaminantes en el ecosistema y pérdida de hábitats y de biodiversidad, y también supone una amenaza para la salud humana (con carácter prioritario, es preciso identificar las causas de la contaminación y tratar las emisiones de contaminantes en la fuente misma, de la forma más eficaz en términos económicos y ambientales).
- (2) A tenor del artículo 191, apartado 2, segunda frase, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE), la política de la Unión en el ámbito del medio ambiente debe basarse en los principios de control y de acción preventiva, en el principio de corrección de los daños al medio ambiente, preferentemente en la fuente misma, y en el principio de que quien contamina paga.

(3) La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (4), dispone una estrategia para luchar contra la contaminación de las aguas. Esa estrategia implica la identificación de sustancias prioritarias entre aquellas que suponen un riesgo significativo en la Unión para el medio acuático o a través de este. La Decisión nº 2452/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se establece la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (5), establece la primera lista de 33 sustancias o grupos de sustancias que son prioritarias a escala de la Unión para incluirlos en el anexo X de la Directiva 2000/60/CE.

(4) La Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas (6), establece normas de calidad ambiental (NCA), de conformidad con la Directiva 2000/60/CE, para las 33 sustancias prioritarias identificadas en la Decisión nº 2452/2001/CE y otras 8 contaminantes que ya estaban regulados en la Unión.

(5) A tenor del artículo 191, apartado 1, del TFUE, en la elaboración de su política en el área del medio ambiente, la Unión tendrá en cuenta los datos científicos y técnicos disponibles, los condiciones del medio ambiente en las diversas regiones de la Unión, las ventajas y las cargas que puedan resultar de la acción o de la falta de acción y el desarrollo económico y social de la Unión en su conjunto y el desarrollo equilibrado de sus regiones. Deben tenerse en cuenta factores científicos, medioambientales

(1) DO C 227 de 11.2.2012, p. 116.

(2) DO L 75 de 13.2.2012, p. 91.

(3) Posición del Parlamento Europeo de 2 de julio de 2013 (no publicada aún en el Diario Oficial) y Decisión del Consejo de 22 de julio de 2013.

(4) DO L 327 de 22.12.2000, p. 1.

(5) DO L 331 de 13.12.2001, p. 1.

(6) DO L 346 de 24.12.2008, p. 84.

ÍNDICE

Artículo 1. Modificaciones de la Directiva 200/60/CE

Artículo 2. Modificaciones de la Directiva 2008/105/CE

Artículo 3. Transposición de la Directiva

Artículo 4. Entrada en vigor

Artículo 5. Destinatarios de la Directiva

Anexo I. «Anexo X Lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas»

Anexo II. «Anexo I Normas de calidad ambiental para las sustancias prioritarias y algunos otros contaminantes. Parte A: Normas de Calidad Ambiental (NCA)»

Agua regenerada: ¿Qué seguridad ofrece?

Una publicación de la WaterReuse Research Foundation

Los Riesgos de Agua Regenerada en Perspectiva

A medida que el agua para ser reutilizada se recicla y vuelve a usarse, aumentan las poblaciones que la consumen. Esto genera una demanda de agua y un aumento de los riesgos de contaminación. Uno de los objetivos es conseguir la aceptación pública de la percepción de agua regenerada en la percepción sobre los riesgos que esta comporta para la salud de la persona.

Estos riesgos percibidos siguen la concentración de la presencia de concentraciones de exposición a la misma, podría ser adecuada una exposición a agua regenerada a corto plazo durante un periodo de entre una pocas horas hasta muchos millones de años, antes de que se pudiera alcanzar una exposición a los PFCEP regenerada a la regenerada durante un año o a veces de nuestra actividad cotidiana.

Un trabajador agrícola en un campo regado con agua regenerada.

Por ejemplo, el estudio concluye que un trabajador agrícola podría trabajar durante 16.000 años en un campo regado con agua regenerada antes de que alcanzara una exposición equivalente a una dosis individual de 17,7 hrs. está el tiempo laboral normal (8 hrs.).

Un niño podría jugar en un campo regado con agua regenerada durante 110 millones de años antes de que quedara expuesto a una dosis equivalente a una exposición de referencia de un niño (100 hrs.). Para resultados adicionales, véase "¿Cuál es el riesgo?" en la página 3).

Para imponer el uso de agua regenerada en los campos agrícolas para la salud de la persona de uso no agrícola autorizada del agua regenerada, el riesgo agrícola y el riesgo de

generada la WaterReuse Research Foundation y una revisión participativa por parte de un estudio de evaluación del riesgo asociado con los PFCEP considerando primero en un agua regenerada.

De las actividades de PFCEP que pueden ocurrir en un agua regenerada y el modo ambiente un grupo de científicos realizó un estudio de 10 días para evaluarlos en el estudio. Los compuestos seleccionados incluyen desde PFCEP, como medicamentos, de riesgo con una dosis media y de riesgo alto (los riesgos más altos) producidos de uso doméstico y actividades recreativas. Algunos fueron seleccionados debido a su riesgo para la salud, otros debido a que son fácilmente absorbidos. Todos ellos son regenerados de los PFCEP presentes en un agua regenerada.

Para llevar a cabo una evaluación, los investigadores evaluaron cuatro características: riesgo en la que la persona puede quedar expuesta al agua regenerada, utilizada para el riesgo agrícola y de jardinería.

- Un niño jugando en un parque o patio de recreo escolar
- Un agricultor trabajando en el campo
- Un jardinero cuidando césped o arbustos
- Un golfista jugando en los greens

A cada una de estas actividades se le denomina "uso de exposición". En cada caso, como mínimo, cuando el agua regada en ambientes suaves con agua regenerada. Finalmente, estimamos el número de años de agua que una persona podría quedar expuesta durante un periodo de tiempo determinado. En cada caso, los investigadores utilizaron una estimación de riesgo, obligados a que el agua regenerada regularmente en contacto con el medio ambiente de la que se está usando en caso común. Esta información se basa de forma conservadora para obtener un mayor riesgo de seguridad en los estudios de evaluación de riesgo.

La aplicación de concentraciones en intensidad de los 10 PFCEP considerados permitió a los investigadores calcular los riesgos potenciales para la salud. Los investigadores concluyeron que la exposición a los PFCEP considerados

Comienza en la página 2.

¿Qué es Agua Regenerada y Por Qué la Utilizamos?

Toda el agua de la Tierra es agua reciclada, que se recicla a través de los ciclos naturales. No obstante, lo más usual es que, cuando escuchamos la expresión "agua regenerada" queramos decir agua residual que ha sido tratada hasta niveles similares a las aguas potables a través de una tubería hasta una estación depuradora, donde la agua residual trata un nivel de calidad apropiado al uso previsto o al modo de uso. A partir de ahí, el agua regenerada es enviada directamente por un sistema de distribución específico para su utilización en riego o irrigación industrial.



Numerosas poblaciones utilizan agua regenerada para riego de parques y zonas de recreo.

El agua puede ser sometida a diversos niveles de tratamiento, incluyendo los tratamientos primario, secundario y terciario. El agua regenerada que se utiliza para el riego de jardinería es agua tratada a nivel terciario, incluyendo una desinfección.

El uso de un agua que sea reciclada como la de consumo humano para riego aumenta considerablemente la demanda de agua y ofrece una nueva presión sobre nuestros limitados suministros de agua, particularmente durante las estaciones secas.

Además de sus aplicaciones para riego, esta agua tratada puede usarse para la alimentación de ganado, la irrigación de plantas, la limpieza de superficies y la limpieza de vehículos. El agua que se utiliza para aplicaciones como estas, antes de que llegue a la tierra o al medio ambiente, se trata a través de un sistema de tratamiento. El agua que no se

Comienza en la página 4.

AGUA REGENERADA: ¿QUÉ SEGURIDAD OFRECE?

<http://www.asersagua.es/archivos/21.pdf>

AUTOR/ES

WATEREUSE RESEARCH FOUNDATION

AÑO DE EDICIÓN

2012

RESUMEN

Uno de los obstáculos para conseguir la aceptación pública de los proyectos de agua regenerada es la percepción sobre los riesgos que esta comporta para la salud de las personas, entre los que figura la presencia de concentraciones traza de productos farmacéuticos y de cuidado personal en el agua regenerada.

Las concentraciones detectadas se miden en microgramos por litro, siendo un microgramo por litro equivalente a un terrón de azúcar disuelto en una piscina olímpica.

No obstante, los resultados de un reciente estudio indican que podría ser necesaria la exposición al agua regenerada durante un periodo entre unos pocos años hasta muchos millones de años, antes de que se pudiera alcanzar una exposición a estos productos equivalente a la registrada durante un día de nuestras vidas cotidianas.

Aunque los científicos reconocen que una exposición excesiva a compuestos químicos puede comportar riesgos para la salud, nuestra sociedad en su conjunto aprecia también los beneficios de utilizar cantidades controladas de compuestos químicos para mejorar nuestra calidad de vida. De ahí la necesidad de establecer niveles de exposición «seguros» y «aceptables» para los compuestos con que entramos en contacto de forma cotidiana.

Un agua regenerada obtenida mediante un tratamiento terciario adecuado resulta segura porque satisface las normas de uso para la mayoría de las aplicaciones que no impliquen consumo humano.

Un agua regenerada obtenida con un tratamiento terciario y una desinfección carece prácticamente de cualquier tipo de patógenos, incluidos los virus. Estudios microbiológicos de larga duración han confirmado la ausencia o un nivel insignificante de patógenos en miles de muestras de agua regenerada.

Además hay que tener en cuenta que el uso de agua potable para regar ejerce una enorme presión sobre los limitados suministros de agua, particularmente durante las épocas de estiaje o periodos de sequía.

Las poblaciones que utilizan agua regenerada deben respetar unas directrices sanitarias y de seguridad muy estrictas, entre las que se incluye una vigilancia sistemática. En los Estados Unidos de América, el agua regenerada se ha venido utilizando con seguridad desde 1929, sin que se hayan observado casos de enfermedad a causa de ello.

ÍNDICE

- Los riesgos de agua regenerada en perspectiva
- ¿Qué es agua regenerada y por qué la utilizamos?
- Productos farmacéuticos y de cuidado personal: una realidad de la vida cotidiana
- Definición de «Seguro»
- ¿Cuál es el riesgo?
- Preguntas frecuentes

Modelo de exposición al agua regenerada **El Escolar**



El escolar pesa 15 kg y juega en la hierba de un recreo una vez a la semana, durante o inmediatamente después de que haya sido regado con agua regenerada tratada a nivel terciario, a lo largo de 6 meses al año, lo que representa un total de 26 días al año. El escolar juega durante una hora de cada uno de esos días, de modo que sus manos, brazos y piernas permanecen mojados con agua regenerada durante toda esa hora. El escolar ingiere incidentalmente 10 mililitros (ml) de agua regenerada durante cada sesión de juego, lo que representa el 2% (2%) del volumen de agua que un escolar ingiere durante una sesión de una hora de natación. La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Esta cantidad de agua es una estimación holgada del volumen al que un escolar físico puede quedar expuesto mientras juega. Esta estimación ha sido elaborada intencionalmente con el objeto de incorporar un margen de seguridad adicional en este estudio de evaluación de riesgo (véase el reverso). Este modelo de exposición es aplicable también en un recreo como en un parque o un campo de atletismo escolar.

Explicación de la Gráfica: La gráfica del reverso está dividida en cuatro columnas: la columna 1 muestra diez Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFPC) a los cuales se expone la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana; la columna 2 compara la concentración «aceptable» de estos PFPCs con la «realmente medible» en agua regenerada producida con tratamientos secundarios-terciarios. Finalmente se muestra en la columna 3 la concentración de PFPCs realmente medible en agua regenerada; la columna 4 muestra el número de años que habrían de pasar para que un escolar quedara expuesto a una cantidad equivalente a una dosis (o ingesta diaria normal) del compuesto considerado, a través de su uso convencional.

Interpretación de las Cifras: Véase el significado de todo ello, utilizando el ejemplo de ibuprofeno como ejemplo. Ibuprofeno es un fármaco de venta libre (sin receta médica) analgésico y antiinflamatorio no esteroideo (AINE). Una de sus formas comerciales es Advil. La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para riego de jardinería, como un parque o un recreo escolar ha sido calculada en 990 microgramos por litro (µg/L) (columna 2); las concentraciones realmente medibles en los sistemas de agua regenerada, obtenidas mediante muestreos secundarios y terciarios son normalmente inferiores o iguales a 0,3 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a la concentración considerada segura. Tratando en consecuencia las concentraciones realmente medibles, el escolar podría disfrutar jugando, según este modelo de exposición, durante 67.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de Advil (columna 4).

¿Cuánto es un microgramo por litro? Un microgramo por litro es equivalente aproximadamente a un tercio de azúcar disuelto en una pizca olímpica.

¿Por qué se han considerado únicamente diez PFPC? Actualmente, es posible detectar centenares de Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFPC) en variadas concentraciones en el medio ambiente. Los 10 compuestos aquí considerados para la realización de este estudio se eligieron en función de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público. Fueron cuidadosamente seleccionados como representativos de los PFPC presentes en la mayoría de las aguas regeneradas utilizadas para riego.

Para más información, visite www.athirstyplanet.com

Este proyecto es un producto de un esfuerzo conjunto de la Universidad de California, San Diego (UCSD) y el Centro de Estudios de Agua Regenerada de la Universidad de California, San Diego (UCR). Este estudio fue financiado por el programa de agua de la UCSD y el programa de agua de la UCR. Este estudio fue financiado por el programa de agua de la UCSD y el programa de agua de la UCR.

Este estudio fue financiado por el programa de agua de la UCSD y el programa de agua de la UCR.

ÍNDICE

- Explicación de la gráfica
- Interpretación de las cifras
- ¿Cuánto es un microgramo por litro?
- ¿Por qué se han considerado únicamente diez productos farmacéuticos y de cuidado personal?

MODELO DE EXPOSICIÓN AL AGUA REGENERADA: EL ESCOLAR

<http://www.asersagua.es/archivos/23.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

WATER RESEARCH FOUNDATION

2012

RESUMEN

El escolar pesa 15 kg y juega en la hierba de un recreo una vez a la semana, durante o inmediatamente después de que haya sido regado con agua regenerada tratada a nivel terciario a lo largo de 6 meses al año, lo que representa un total de 26 días al año.

El escolar juega durante una hora cada día, de modo que sus manos, brazos y piernas permanecen mojadas con agua regenerada durante toda esa hora. El escolar ingiere incidentalmente 10 mililitros de agua regenerada durante cada sesión de juego, lo que representa el 20% del volumen de agua que un escolar ingiere durante una sesión de una hora de natación.

La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Se incluye una gráfica dividida en cuatro columnas:

- la columna 1 muestra diez productos farmacéuticos y de cuidado personal;
- la columna 2 explica brevemente la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana;
- la columna 3 compara las concentraciones «aceptables» de estos productos con las realmente medidas en aguas regeneradas producidas con tratamientos secundarios-terciarios;
- la columna 4 muestra el número de años que habrían de transcurrir para que el escolar quedara expuesto a una cantidad equivalente a una dosis (ingesta diaria normal) del compuesto considerado, a través de su uso convencional.

Por ejemplo, el ibuprofeno (columna 1) es un fármaco de venta libre analgésico y antiinflamatorio no esteroide (columna 2). La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para riego de jardinería, como un parque o recreo escolar, ha sido calculada en 890 microgramos por litro (columna 3). Las concentraciones realmente medidas en los sistemas de aguas regeneradas son normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones consideradas seguras.

Teniendo en cuenta las concentraciones realmente medidas, el escolar podría disfrutar jugando, según este modelo de exposición, durante 67.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de ibuprofeno (columna 4).

Los 10 compuestos considerados para la realización de este estudio se eligieron en razón de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público.

(1) Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal - PFPC	(2) Cómo se usan/ Dónde están presentes	(3) Concentración Aceptable (segura) vs. Concentración Real (µg)	(4) Exposición Relativa a Concentraciones Reales en Agua Regenerada
	Analgésico antiinflamatorio no esteroideo de venta sin receta médica	Aceptable = 990 Real = 0,5	Nuestro escolar podría jugar en un patio regado con agua regenerada durante 67.000 años antes de que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Advil
	Terapia hormonal sustitutiva	Aceptable = 0,39 Real = 0,0084	Tras 160.000 años de estar jugando en una zona regada con agua regenerada, el escolar habría quedado expuesto al equivalente a una dosis terapéutica típica de esta hormona
	Medicación antidepresiva	Aceptable = 18 Real = 0,031	Tras 220.000 años de estar jugando en un césped regado con agua regenerada, el escolar habría quedado expuesto a una cantidad de fluoxetina equivalente a la de un comprimido de Prozac
	Antibiótico usado comúnmente para tratar infecciones urinarias o similares	Aceptable = 70.000 Real = 1,4	Tras 1.900.000 años de estar jugando en una zona regada con agua regenerada, el escolar habría quedado expuesto al equivalente a una dosis terapéutica de este antibiótico
	Sustancias fluoradas sintéticas presentes en el plástico en recipientes, numerosos productos de limpieza, platos, papel y otros en cerámica, alfombrillas, pisos, baños y productos de limpieza de uso general; en superficies metálicas y moquetas	Aceptable = 63 Real = 0,09	Nuestro escolar podría jugar durante 46 años en una zona regada con agua regenerada antes de que alcanzara la misma exposición a PFOS que la que se estima que recibe en un día desde otros factores ambientales
	Usados comúnmente como desinfectante; compuesto orgánico con efectos antimicrobianos; utilizado para hacer botellas de plástico policarbonato (botellas de agua) y muchas otras, además de otras aplicaciones	Aceptable = 1.300 Real = 0,29	Tras jugar durante 22 años en un parque regado con agua regenerada, el escolar habría quedado expuesto a la dosis equivalente de BPA que se estima que ingiere en un solo día a través de los alimentos
	N,N-Diethyl-3-methylbenzamide (DEET) es el principio activo de numerosos productos repelentes de insectos	Aceptable = 18.000 Real = 1,5	Tras jugar durante 10 millones de años en un césped regado con agua regenerada, el escolar habría quedado expuesto al equivalente a una aplicación de Deep Woods Sportman Off en sus manos, brazos y piernas
	Agente antibacteriano presente en jabones, pasta dental, desinfectante; se utiliza a su vez como creosoles de productos de consumo, como utensilios de cocina, juguetes, toys de cama, calzoncillos y bolas de béisbol	Aceptable = 36.000 Real = 0,49	Deberían transcurrir 17.000 años de juego en una zona regada con agua regenerada antes de que el escolar quedara expuesto a una cantidad equivalente de Trichlorfon como la que adquiere al lavarse las manos con jabón antibacteriano durante 30 segundos
	Analgésico de venta sin receta médica	Aceptable = 37.000 Real = 0,35	El escolar debería jugar durante 3.000.000 años en zonas regadas con agua regenerada para que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Tylenol fuerte
	Esencialmente presente en café, té, chocolate y otros alimentos	Aceptable = 30.000.000.000 Real = 0,90	Para que el escolar quedara expuesto a la misma cantidad de café que la contenida en una taza normal de café, debería jugar durante 410.000 años en zonas regadas con agua regenerada

MODELO DE EXPOSICIÓN AL AGUA REGENERADA: EL AGRICULTOR
<http://www.asersagua.es/archivos/26.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

WATER RESEARCH FOUNDATION

2012

RESUMEN

El agricultor es un adulto de 70 kg que trabaja en campos regados con agua regenerada a nivel terciario. Los campos son regados 3 días a la semana durante 6 meses al año, lo que representa 78 días al año de exposición al agua regenerada. El trabajador está expuesto al agua regenerada durante toda la jornada de 8 horas de trabajo y se supone que un 100% de su cabeza, manos y brazos permanecen mojados con agua regenerada en todo momento. La ingestión incidental de agua regenerada ocurre a un flujo de 4 mililitros por hora. La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

La ingestión incidental de agua regenerada ocurre a un flujo de 4 mililitros por hora. La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Se incluye una gráfica dividida en cuatro columnas:

- la columna 1 muestra diez productos farmacéuticos y de cuidado personal;
- la columna 2 explica brevemente la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana;
- la columna 3 compara las concentraciones «aceptables» de estos productos con las realmente medidas en aguas regeneradas producidas con tratamientos secundarios-terciarios;
- la columna 4 muestra el número de años que habrían de transcurrir para que el escolar quedara expuesto a una cantidad equivalente a una dosis (ingesta diaria normal) del compuesto considerado, a través de su uso convencional.

Por ejemplo, el ibuprofeno (columna 1) es un fármaco de venta libre analgésico y antiinflamatorio no esteroide (columna 2). La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para regar tierras y productos agrícolas ha sido calculada en 1.700 microgramos por litro (columna 3). Las concentraciones realmente medidas en los sistemas de aguas regeneradas son normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones consideradas seguras.

Teniendo en cuenta las concentraciones realmente medidas, el agricultor podría trabajar en el campo, según este modelo de exposición, durante 28.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de ibuprofeno (columna 4).

Los 10 compuestos considerados para la realización de este estudio se eligieron en razón de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público.

Modelo de exposición al agua regenerada

El Agricultor



El agricultor es un adulto de 70 kg que trabaja en campos regados con agua regenerada tratada a nivel terciario. Los campos son regados 3 días a la semana durante 6 meses al año, lo que representa 78 días al año de exposición al agua regenerada. El trabajador está expuesto al agua regenerada durante toda la jornada de 8 horas de trabajo y se supone que un 100% de su cabeza, manos y brazos permanecen mojados con agua regenerada en todo momento. La ingestión incidental de agua regenerada ocurre a un flujo de 4 mililitros por hora. La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Esta cantidad de agua es una estimación holgada del volumen al que un agricultor típico puede quedar expuesto. Esta estimación se ha adoptado intencionadamente con objeto de incorporar un margen de seguridad adicional en este estudio de evaluación de riesgo (véase el reverso).

Explicación de la Gráfica: La gráfica del reverso está dividida en cuatro columnas: la columna 1 muestra diez Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFPC); la columna 2 explica brevemente la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana; la columna 3 compara las concentraciones «aceptables» de estos PFPC con las realmente medidas¹ en aguas regeneradas producidas con tratamientos secundarios-terciarios. Finalmente y teniendo en cuenta las concentraciones de PFPC realmente medidas en aguas regeneradas, la columna 4 muestra el número de años que habrían de transcurrir, según este modelo de exposición, para que el agricultor quedara expuesto a una cantidad equivalente a una dosis (o ingesta diaria normal) del compuesto considerado, a través de su uso convencional.

Interpretación de las Cifras: Vamos a explicar el significado de todo ello, utilizando ibuprofeno como ejemplo. Ibuprofeno es un fármaco de venta libre (sin receta médica) analgésico y antiinflamatorio no esteroide (columna 2), uno de cuyas formas comerciales es Advil. La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para regar tierras y productos agrícolas ha sido calculada en 1.700 microgramos por litro (µg/L) (columna 3); las concentraciones realmente medidas en los sistemas de aguas regeneradas mediante tratamientos secundarios y terciarios normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones consideradas seguras. Teniendo en cuenta las concentraciones realmente medidas, el agricultor podría trabajar en el campo, según este modelo de exposición, durante 28.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de Advil (columna 4).

¿Cuánto es un microgramo por litro? Un microgramo por litro es equivalente aproximadamente a un terrón de azúcar disuelto en una piscina olímpica.

¿Por qué se han considerado únicamente diez PFPC? Actualmente, es posible detectar centenares de Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFPC) en variadas concentraciones en el medio ambiente. Los 10 compuestos químicos considerados para la realización de este estudio se eligieron en razón de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público. Fueron cuidadosamente seleccionados como representativos de los PFPC presentes en la mayoría de las aguas regeneradas utilizadas para regar.

Para más información, visite: www.thirtyplanet.com

Este proyecto de investigación y de información sobre PFPC (2012) se ha financiado por la Fundación Research Foundation, patrocinado por Copyright 2011 de la Water Research Foundation. Todos los derechos reservados. Este documento es un producto de la Water Research Foundation.

1. Las concentraciones aceptables son aquellas concentraciones calculadas a través de pruebas realizadas en agua regenerada, no sólo para que se produzcan efectos adversos sobre la salud, sino también, son concentraciones a las que el contenido de agua puede considerarse seguro.

2. Las concentraciones reales son el promedio de las concentraciones medidas en el Monitoring System for Agricultural Water Reuse Research (MSAR) en un área de regadío de California, desde junio de 2010. Para obtener más información, visite www.asersagua.es.

3. Las concentraciones reales son el promedio de las concentraciones medidas en el Monitoring System for Agricultural Water Reuse Research (MSAR) en un área de regadío de California, desde junio de 2010. Para obtener más información, visite www.asersagua.es.

4. Los datos de los PFPC en aguas regeneradas, por ejemplo, a través de un sistema de las concentraciones detectadas que se refieren a las concentraciones aceptables en este estudio.

Imagen agradecida al Prof. Rafael Magreño, Presidente de la Universidad de Sevilla, España.

Logo de Water Research Foundation y ASERA.

ÍNDICE

- Explicación de la gráfica
- Interpretación de las cifras
- ¿Cuánto es un microgramo por litro?
- ¿Por qué se han considerado únicamente diez productos farmacéuticos y de cuidado personal?

(1) Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal - PFPC	(2) Cómo se usan/ Dónde están presentes	(3) Concentración Aceptable (segura) vs. Concentración Real (µg)	(4) Exposición Relativa a Concentraciones Reales en Agua Regenerada
	Analgésico antiinflamatorio no esteroide de venta sin receta médica	Aceptable = 1.700 Real = 0,5	Nuestro agricultor podría trabajar en campos regados con agua regenerada durante 28.000 años antes de que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Advil.
	Terapia hormonal sustitutiva	Aceptable = 0,18 Real = 0,0084	Los 18.000 años de trabajo en una zona regada con agua regenerada, el agricultor habría quedado expuesto al equivalente a una dosis terapéutica típica de esta hormona.
	Medicación analgésica	Aceptable = 320 Real = 0,031	Los 33.000 años de trabajo en campos regados con agua regenerada, el agricultor habría quedado expuesto a una cantidad de fenacetina equivalente a la de un comprimido de Paracet.
	Antibiótico usado comúnmente para tratar infecciones urinarias o sinusitis	Aceptable = 38.000 Real = 1,4	Los 220.000 años de trabajo en agua regenerada, el agricultor habría quedado expuesto a una dosis terapéutica de este antibiótico.
	Sustancias fluoradas sintéticas presentes en el paño no tejido, recipientes resistentes de manchas, platos, papel y cartón en cera, adhesivos, pinturas, barnices y productos de limpieza de uso general, en superficies sintéticas y moquetas.	Aceptable = 310 Real = 0,09	El agricultor podría trabajar durante cinco años en campos regados con agua regenerada antes de que alcanzara la misma exposición a PFOS que la que se estima que recibe en un día desde otros factores ambientales.
	Llamados comúnmente BPA, compuesto orgánico con efectos endocrinos, utilizado para hacer botellas de plástico policarbonato (botellas de agua) y minitas epimi, además de otras aplicaciones.	Aceptable = 2.000 Real = 0,29	Tras trabajar durante 71 años en campos regados con agua regenerada, el agricultor habría quedado expuesto a la dosis equivalente de BPA que se estima que ingiere en un solo día a través de los alimentos.
	N,N-Diethyl-3-methylbenzylamine (DEET) es el principio activo de una numerosa familia de repelentes de insectos.	Aceptable = 17.000 Real = 1,5	Tras trabajar durante 85 millones de años en campos regados con agua regenerada, el agricultor habría quedado expuesto al equivalente a una aplicación de Deep Woods Sportman DEET en sus manos, brazos y piernas.
	Agente antibacteriano presente en jabones, para desinfectar, desodorante, se añade a una numerosa variedad de productos de consumo, como utensilios de cocina, juguetes, ropa de cama, calzones y bolsos de bebé.	Aceptable = 78.000 Real = 0,49	Deberían transcurrir 7.600 años de trabajo en campos regados con agua regenerada antes de que el agricultor quedara expuesto a una cantidad equivalente de Triclosan como la que adquiriría al lavarse las manos con jabón antibacteriano durante 30 segundos.
	Analgésico de venta sin receta médica	Aceptable = 36.000 Real = 0,55	El agricultor debería trabajar durante 350.000 años en campos regados con agua regenerada antes de que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Tylenol Super Force.
	Estimulante presente en café, té, chocolate y otros alimentos.	Aceptable = 15.000.000.000 Real = 0,90	Para que el agricultor quedara expuesto a la misma cantidad de cafeína que la consumida en una taza normal de café, debería trabajar durante 44.800 años en campos regados con agua regenerada.

MODELO DE EXPOSICIÓN AL AGUA REGENERADA: EL GOLFISTA

<http://www.asersagua.es/archivos/24.pdf>

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

WATER RESEARCH FOUNDATION

2012

RESUMEN

El golfista es un adulto de 70 kg que juega en un campo regado con agua regenerada tratada a nivel terciario. El golfista juega con agua regenerada tratada a nivel terciario. El golfista juega a los dos veces a la semana y cada una de las partidas dura 4 horas.

El/la golfista viste un chaleco de manga corta y pantalón o falda corta y un 10% de sus manos, brazos y piernas permanece mojado con agua regenerada durante toda la partida de golf. Durante el juego, el/la golfista ingiere 1 mililitro de agua regenerada por hora a través del contacto y la limpieza de las bolas de golf.

La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Se incluye una gráfica dividida en cuatro columnas:

- la columna 1 muestra diez productos farmacéuticos y de cuidado personal;
- la columna 2 explica brevemente la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana;
- la columna 3 compara las concentraciones «aceptables» de estos productos con las realmente medidas en aguas regeneradas producidas con tratamientos secundarios-terciarios;
- la columna 4 muestra el número de años que habrían de transcurrir para que el escolar quedara expuesto a una cantidad equivalente a una dosis (ingesta diaria normal) del compuesto considerado, a través de su uso convencional.

Por ejemplo, el ibuprofeno (columna 1) es un fármaco de venta libre analgésico y antiinflamatorio no esteroide (columna 2). La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para riego de campos de golf ha sido calculada en 1.600 microgramos por litro (columna 3). Las concentraciones realmente medidas en los sistemas de aguas regeneradas son normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones consideradas seguras.

Teniendo en cuenta estos valores, el golfista podría disfrutar de su juego, según este modelo de exposición, durante años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de ibuprofeno.

Los 10 compuestos considerados para la realización de este estudio se eligieron en razón de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público.

Modelo de exposición al agua regenerada El Golfista

El golfista es un adulto de 70 kg que juega en un campo regado con agua regenerada tratada a nivel terciario. El golfista juega dos veces a la semana y cada una de las partidas dura 4 horas; el/la golfista viste un chaleco de manga corta y pantalón o falda corta y un 10% de sus manos, brazos y piernas permanece mojado con agua regenerada durante toda la partida de golf. Durante el juego, el/la golfista ingiere 1 mililitro (mL) de agua regenerada por hora a través del contacto y la limpieza de las bolas de golf. La exposición evaluada incluye tanto la absorción a través de la piel como la ingestión incidental.

Esta cantidad de agua es una estimación holgada del volumen al que un usuario típico de un campo de golf puede quedar expuesto. Esta estimación se ha adoptado intencionalmente con objeto de incorporar un margen de seguridad adicional en este estudio de evaluación de riesgo (véase el método). Este modelo de exposición es aplicable tanto al golfista como a cualquier otro jugador que frecuentee el campo tal como lo hace el golfista, como son las caddies.

Explicación de la Gráfica: La gráfica del reverso está dividida en cuatro columnas: la columna 1 muestra diez Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PF/CP); la columna 2 explica brevemente la naturaleza de esos compuestos y la forma en que se puede entrar en contacto con ellos durante la vida cotidiana; la columna 3 muestra las concentraciones «aceptables» de esos PF/CP con los tratamientos secundarios y terciarios son normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones realmente medidas; el golfista podría disfrutar de su juego, según este modelo de exposición, durante 26.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de Advil (columna 4).

Interpretación de las Cifras: Vamos a explicar el significado de todo ello, utilizando ibuprofeno como ejemplo. Ibuprofeno es un fármaco de venta libre (sin receta médica) analgésico y antiinflamatorio no esteroideo (columna 2), una de esas formas comerciales es Advil. La concentración aceptable (segura) de ibuprofeno en un agua regenerada utilizada para riego de jardines, como un campo de golf, ha sido calculada en 1.600 microgramos por litro (µg/L) (columna 3). Las concentraciones realmente medidas en los sistemas de aguas regeneradas obtenidas mediante tratamientos secundarios y terciarios son normalmente inferiores o iguales a 0,5 microgramos por litro, un valor notablemente inferior a las concentraciones consideradas seguras. Teniendo en cuenta las concentraciones realmente medidas, el golfista podría disfrutar de su juego, según este modelo de exposición, durante 26.000 años antes de que quedara expuesto al contenido equivalente a un comprimido de Advil (columna 4).

¿Cuánto es un microgramo por litro? Un microgramo por litro es equivalente aproximadamente a un terrón de azúcar disuelto en una piscina olímpica.

¿Por qué se han considerado únicamente diez PF/CP? Actualmente, el posible director gerente de Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PF/CP) en varias concentraciones en el medio ambiente. Los 10 compuestos aquí considerados para la realización de este estudio se eligieron en razón de sus riesgos para la salud humana y su familiaridad para el público. Fueron cuidadosamente seleccionados como representativos de los PF/CP presentes en la mayoría de las aguas regeneradas utilizadas para riego.

Para más información, visite www.waterresearch.com

Los datos de toxicidad de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PF/CP) se basan en los datos de toxicidad de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PF/CP) de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos. Los datos de toxicidad de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PF/CP) se basan en los datos de toxicidad de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PF/CP) de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos.

© 2012 Water Research Foundation

ÍNDICE

- Explicación de la gráfica
- Interpretación de las cifras
- ¿Cuánto es un microgramo por litro?
- ¿Por qué se han considerado únicamente diez productos farmacéuticos y de cuidado personal?

(1) Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal - PF/CP	(2) Cómo se usan/ Dónde están presentes	(3) Concentración Aceptable (segura) vs. Concentración Real (µg/L)	(4) Exposición Relativa a Concentraciones Reales en Agua Regenerada
	Analgésico antiinflamatorio no esteroideo de venta sin receta médica	Aceptable = 1.600 Real = 0,5	Nuestro golfista podría disfrutar de su juego en un campo regado con agua regenerada durante 26.000 años antes de que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Advil
	Terapia hormonal sustitutiva	Aceptable = 0,15 Real = 0,0084	Tras 13.000 años de estar jugando en un campo regado con agua regenerada, el golfista quedaría expuesto al equivalente a una dosis terapéutica típica de esta hormona
	Medicación anti-depresiva	Aceptable = 350 Real = 0,031	Tras 91.000 años de estar jugando en un campo regado con agua regenerada, el golfista habría quedado expuesto a una cantidad de Fluoristas equivalente a la de un comprimido de Prozac
	Antibiótico usado comúnmente para tratar infecciones urinarias o sinusitis	Aceptable = 190.000 Real = 1,4	Tras 1.100.000 años de estar jugando en un campo regado con agua regenerada, el golfista habría quedado expuesto al equivalente a una dosis terapéutica de este antibiótico
	Sustancias liberadas sintéticas, presentes en el plástico (Soylent), numerosos recipientes de manzanas, jugos, papel y cartón en casa, alfombrillas, pinturas, barnices y productos de limpieza de uso general, en superficies médicas y médicas	Aceptable = 1.800 Real = 0,09	Nuestro golfista podría encontrar durante 29 años las caddies de un campo regado con agua regenerada antes de que alcanzara la misma exposición a PFOS que la que se estima que recibe en un día desde otros factores ambientales
	Humano comúnmente BPA, compuesto orgánico con efectos estrogénicos; utilizado para hacer botellas de plástico polycarbonato (botellas de agua) y resinas epoxi, además de otras aplicaciones	Aceptable = 2.300 Real = 0,29	Tras jugar durante 8,9 años en un campo regado con agua regenerada, el golfista habría quedado expuesto a una cantidad equivalente de BPA que se estima que ingiere en una sola día a través de los alimentos
	N,N-Diethyl-3-methylbenzamide (DEET) es el principio activo de numerosos productos repelentes de insectos	Aceptable = 38.000 Real = 1,5	Tras jugar al golf durante 190 millones de años en un campo regado con agua regenerada, el golfista habría quedado expuesto al equivalente a una aplicación de Deep Woods Sportsman Off en su mano, brazo y piernas
	Agente antibacteriano presente en jabones, pasta dentífrica, desodorante; se añade a un número creciente de productos de consumo, como sismos, fósforos, jugos, ropa de cama, calcetines y bolas de béisbol	Aceptable = 47.000 Real = 0,49	Deberían transcurrir 6.030 años de juego en un campo regado con agua regenerada antes de que nuestro golfista quedara expuesto a una cantidad equivalente de Trichosan como la que adquiriría al lavarse las manos con jabón antibacteriano durante 30 segundos
	Analgésico de venta sin receta médica	Aceptable = 150.000 Real = 0,35	El golfista debería jugar durante 1.700.000 años en un campo regado con agua regenerada antes de que quedara expuesto al equivalente a un comprimido de Tylenol Super Forte
	Estimulante presente en café, té, chocolate y otros alimentos	Aceptable = 85.000.000.000 Real = 0,90	Para que el golfista quedara expuesto a la misma cantidad de cafeína que la contenida en una taza normal de café, debería jugar durante 250.000 años en campos regados con agua regenerada

Kent - UK



**Washing salad greens
with recycled water**

Windhoek – Namibia – Reutilización Potable directa



ÍNDICE

1. NUESTROS MOTORES EN LA REUTILIZACIÓN
2. ABWASSERVERBAND BRAUNSCHWEIG (ALEMANIA)
3. CAMP DE TARRAGONA (ESPAÑA)
4. KENT (UK)
5. WINDHOEK (NAMIBIA)

«REUTILIZACIÓN DEL AGUA ¿QUO VADIS?»

http://www.iagua.es/noticias/videos/14/06/26/juan-manuel-ortega-%C2%BFacia-donde-va-la-reutilizacon-de-agua-51408?utm_source=Suscriptores+iagua&utm_campaign=43410f497d-51408?utm_medium=email&utm_term=0_8ff5bc1576-43410f497d-304806385

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

Juan Manuel Ortega, Director de Innovación y Métodos - Dirección Técnica de Veolia Water

2014

RESUMEN

La presentación comienza con los motores de la reutilización: cuándo, por qué, cómo y quién.

A continuación, expone el potencial de reutilización hasta el año 2017 de Asia, Australia, Norte América, Oriente Medio y Europa, destacando sobremanera las dos primeras sobre el resto.

También señala las claves de la reutilización:

- Coste: inversión, operación y mantenimiento.
- Calidad del agua: especificaciones, legislación, en el punto de entrada y punto de uso, y evaluación del riesgo.
- Fiabilidad: estación regeneradora de agua y distribución de agua regenerada.
- Aceptación del usuario y del público
- Sostenibilidad

En cuanto a los lugares donde existen experiencias de reutilización están: Singapur, Berlín, Windhoek (Namibia), Illawarra (Australia), Barcelona, Disneyland Paris, Figeac, Honolulu Hawaii, Palm Jumeirah (Dubai), Sainte Maxime, Grand Prado (Ile de la Réunion), Pornic, Spérone (Corse), L'Hermitage (Ile de la Réunion), Durban (Afrique du Sud) y Milan.

No obstante, en la presentación destaca las experiencias de Abwasserverband Braunschweig (Alemania), Camp de Tarragona (España), Kent (UK) y Windhoek (Namibia).

En el caso de Alemania las claves están en la escasez de recurso, el valor añadido (biomasa para producir energía) y la recarga de acuíferos por infiltración.

En el caso del Camp de Tarragona las claves están en la escasez, el agua regenerada para la industria, el valor añadido y la negociación entre todos los actores.

En Kent, las claves también están en la escasez y el valor añadido en los productos agrícolas (preparado y procesado de vegetales frescos y ensaladas).

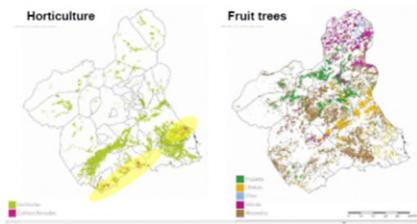
En Windhoek (Namibia) se realiza una reutilización potable directa, es decir, el 35% del agua potable es agua regenerada. Esto se ha conseguido gracias a la escasez de agua, su coste y a la aceptación por parte de la población.

Por tanto, la principal conclusión es que la reutilización se produce por necesidad y que se puede llevar hasta el final.

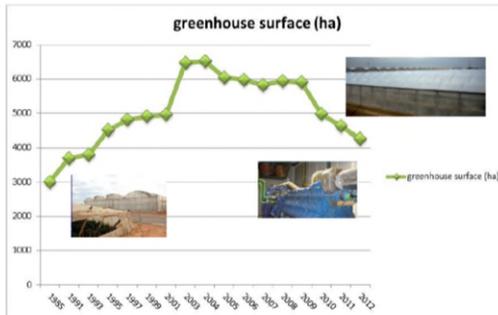
Agriculture in the Región of Murcia

- 336.000 cropped ha (122.000 horticulture crops – 214.000 fruit trees)

- 170.000 ha irrigated (85% drip irrigation)



Greenhouse production in the Region of Murcia



ÍNDICE

- RECLAIMED WATER USE IN SPAIN
- AGRICULTURE IN THE REGION OF MURCIA
- GREENHOUSE PRODUCTION IN THE REGION OF MURCIA
- MATERIALS AND METHODS
- RESULTS. IRRIGATION WATER QUALITY
- RISK INFILTRATION LOSS
- FERTILIZERS SAVING
- PLANT-WATER RELATIONS
- GAS EXCHANGE
- LEAF ANALYSIS. MACRONUTRIENT
- YIELD
- FRUIT QUALITY
- INFLUENCE OF IRRIGATION WATER ON THE MICROBIOLOGICAL SAFETY OF HYDROPONIC TOMATO
- CONCLUSIONS

“INFLUENCE OF RECLAIMED WATER AND DIFFERENT SUBSTRATES ON HYDROPONIC TOMATO”

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

CSIC (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS)

2013

RESUMEN

La presentación comienza con los volúmenes de agua reutilizada en diferentes regiones de España: Comunidad Valenciana, Comunidad de Murcia, Islas Canarias, Islas Baleares, Cataluña, Andalucía, Vitoria-Gasteiz y Madrid.

A continuación, presenta la superficie cosechada y regada en la Región de Murcia, así como la superficie de invernaderos.

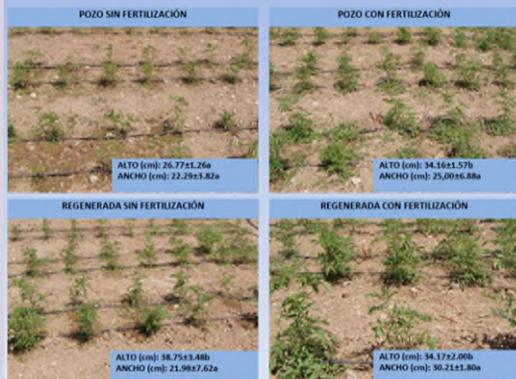
Asimismo, destaca el ahorro de fertilizantes, en euros por hectárea, dependiendo de si el sustrato es de fibra de coco o lana de roca.

Por otra parte, presenta los resultados de intercambio gaseoso, los macronutrientes y micronutrientes presentes en las hojas, los parámetros de calidad de la fruta y la influencia del agua de riego en la seguridad microbiológica el tomate hidropónico.

Las principales conclusiones de este trabajo han sido las siguientes:

- El uso de agua regenerada en la agricultura ha demostrado ser un elemento importante en estrategias para el uso sostenible de los recursos hídricos superficiales debido a sus beneficios económicos y ambientales.
- Aunque el mayor problema en el agua regenerada de Murcia es la salinidad y la concentración de boro, en esta experiencia, el agua regenerada no representa un peligro para uso agrícola de corto plazo.
- El uso de agua regenerada para riego supuso un ahorro significativo de fertilizantes minerales ($N - P_2O_5 - K_2O - CaO$).
- Entre los parámetros de calidad de la fruta, no hubo diferencias entre los diferentes tipos de agua aunque hubo alguna diferencia entre sustratos.
- Después del análisis desarrollado en planta y fruta, se puede concluir que el uso de agua regenerada para el riego de tomate hidropónico es adecuado bajo prácticas agrícolas convencionales y ofrece seguridad microbiológica en el uso.

TOMATE



COL



“CONVENIO CEBAS (CSIC) Y TRAGSA PARA EL ESTUDIO DEL RIEGO CON AGUA REGENERADA EN SUELOS, ACUÍFEROS Y CULTIVOS (2011-2016)”

AUTOR/ES

CSIC (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS) Y TRAGSA

AÑO DE EDICIÓN

2013

RESUMEN

La primera parte de la presentación expone los resultados del análisis físico-químico de los principales parámetros en las aguas regeneradas y de pozo en muestras tomadas el 26 de julio, el 23 de agosto y el 11 de octubre de 2013.

A continuación, presenta los valores de potencial hídrico de tallo en hojas de planta de pimiento y tomate regados con agua de pozo, con agua de pozo y fertilizantes, con agua regenerada o con agua regenerada y fertilizantes.

Asimismo, presenta los valores de potencial hídrico de tallo en hojas de olivo y vid regados con agua de pozo o con agua regenerada.

En cuanto al intercambio gaseoso, presenta los valores de fotosíntesis neta, conductancia estomática y eficiencia en el uso del agua en hojas de plantas de pimiento, tomate, pepino y vid.

También presenta los resultados del análisis de elementos foliares en los cultivos del Huerto de María, de Son Catiu y Bodega de San Ángel en distintos momentos del año 2013.

A continuación, presenta los valores de peso, longitud y anchura (acompañados de fotos) de pimientos, pepinos y coles regados con agua regenerada o agua de pozo.

El siguiente apartado expone los resultados microbiológicos de las aguas (regenerada o de pozo) y de los frutos (pimiento y pepino).

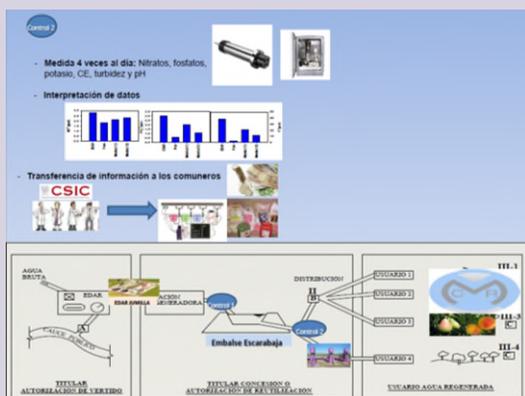
En cuanto a la evaluación agronómica de los cultivos de Menorca, se presentan unos cuadros con las características de los cultivos estudiados, los parámetros de calidad del agua de Menorca y del Trasvase Tajo-Segura, el contenido de macro y micronutrientes y el porcentaje de producción potencial.

Por último, señala los protocolos y tareas en las parcelas piloto en 2014. Entre las tareas están:

- Diseño de protocolos de riego con aguas regeneradas.
- Determinación de aportes nutricionales en las aguas regeneradas. Análisis de otros parámetros de calidad.
- Efectos de las aguas regeneradas sobre el estado hídrico, producción y calidad de las cosechas.
- Aplicación de protocolos de riego en los cultivos de Menorca.

ÍNDICE

1. ANÁLISIS DE LAS AGUAS DE RIEGO
2. ESTADO HÍDRICO DE LOS CULTIVOS
3. INTERCAMBIO GASEOSO
4. ESTADO NUTRICIONAL
5. RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS
6. MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ESTADO SANITARIO DE LOS CULTIVOS
7. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS DE MENORCA
8. PROTOCOLOS Y TAREAS EN LAS PARCELAS PILOTO EN 2014



“GESTIÓN Y MANEJO DE LAS AGUAS REGENERADAS PROCEDENTES DE LA EDAR DE JUMILLA EN LA CR MIRAFLORES. CURSOS DE FORMACIÓN A SUS COMUNEROS SOBRE SU REUTILIZACIÓN AGRÍCOLA”

AUTOR/ES

AÑO DE EDICIÓN

CSIC (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS)

RESUMEN

Según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura de 1998, de los 1 540 hm³ de agua que la componen, 220 hm³ provienen de extracciones de aguas subterráneas, de las que 100 hm³ proceden de la sobreexplotación de reservas no renovables.

Unas 60 000 ha de la cuenca tienen comprometida su permanencia a medio y largo plazo. m³/ha y año Esta situación de déficit hídrico requiere la búsqueda de nuevos recursos como las aguas regeneradas.

En la Región de Murcia, 102 hm³ de agua residual fueron tratados en las 92 plantas en servicio (ESAMUR, 2010).

Este volumen supone:

- El 13,5% de los recursos renovables de la Cuenca del Segura (incluida el agua trasvasada).
- El 11,6% del volumen de agua utilizado en el regadío murciano.

La Comunidad de Regantes Miraflores está formada por 967 socios y tiene una superficie en regadío de 1 329 ha.

Con el aprovechamiento de las aguas regeneradas de la depuradora de Jumilla, la C.R. Miraflores pasará de tener una dotación de 2 900 m³/ha y año a 4 000 m³/ha y año.

Las conclusiones del primer contrato en el año 2009 fueron:

- Las aguas regeneradas no suponen restricción de uso en los sistemas de filtrado en aplicación directa.
- Las aguas regeneradas cumplen los requisitos de la normativa para el riego de cultivos frutales de la C.R. Miraflores.
- Aporte importante de nutrientes y riesgo de eutrofización.
- No existen niveles de metales pesados y un riesgo moderado de salinización.
- Exigencias de mayor nivel de formación del agricultor.
- Recomendación de seguimiento de las aguas regeneradas en las instalaciones de la C.R. Miraflores.

Respecto a las jornadas anuales de formación, los temas tratados son los siguientes:

- Obligaciones y recomendaciones del uso de las aguas regeneradas. RD 1620/2007.
- Gestión Integral del agua de riego. Optimización en el fertirriego. Presentación de la nueva interfaz para la CR Miraflores.

ÍNDICE

- ANTECEDENTES
- OBJETIVOS PRIMER CONTRATO AÑO 2009
- CONCLUSIONES PRIMER CONTRATO AÑO 2009
- OBJETIVOS DEL NUEVO CONTRATO 2013-2016
- JORNADAS ANUALES DE FORMACIÓN
- PRINCIPAL VENTAJA



ÍNDICE

- **DEFINICIÓN DE AGUAS REGENERADAS**
- **USOS AGRÍCOLAS DEL AGUA REGENERADA**
- **PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**
- **RETOS ASOCIADOS AL RIEGO CON AGUAS REGENERADAS**
- **SALINIDAD EN EL AGUA DE RIEGO**
- **TOLERANCIA A LA SALINIDAD**
- **SODICIDAD EN EL SUELO**
- **IONES FITOTÓXICOS EN EL AGUA DE RIEGO**
- **INFLUENCIA DEL MÉTODO DE RIEGO**
- **ESTRATEGIAS PARA EL USO DE AGUAS SALINAS**
- **SITUACIÓN ACTUAL DE LAS AGUAS REGENERADAS**
- **EFFECTOS DEL AGUA REGENERADA SOBRE EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN LA REGIÓN DE MURCIA**

“OPTIMIZACIÓN AGRONÓMICA DE LAS AGUAS REGENERADAS. EFECTOS SOBRE EL SUELO Y LOS CULTIVOS”

AUTOR/ES

Emilio Nicolás Nicolás (CSIC)

AÑO DE EDICIÓN

RESUMEN

Esta presentación comienza con la exposición de varios aspectos del RD 1620/2007 de aguas regeneradas: definición de aguas regeneradas, usos agrícolas y los parámetros de calidad del agua de riego.

A continuación, define los siguientes retos asociados al riego con aguas regeneradas:

- Riesgos sanitarios
- Problemas de salinidad
- Problemas de sodicidad
- Gestión de nutrientes

Así, presenta el valor medio de la conductividad eléctrica de los efluentes procedentes de las EDAR de la Región de Murcia (2,69 dS/cm) , así como sus valores extremos en la EDAR de Librilla (1,077) y en la EDAR de Mazarrón Nueva (7,154).

A continuación muestra la tolerancia de varias frutas y verduras a la salinidad a través de la media límite de la salinidad medida en la zona de la raíz y el ECi límite para el tipo de cultivo.

Por otra parte, destaca que altos contenidos de iones sodio en las aguas de riego, afecta a la permeabilidad del suelo y causa problemas de dispersión y desagregación del mismo.

Respecto a las estrategias para el uso de aguas salinas señala las siguientes:

- **Fracción de Lavado:** Para prevenir la acumulación excesiva de sales en la zona radical es necesario aplicar una cantidad extra de agua que supere a la consumida por evapotranspiración.
- **Alternancia en aplicación de aguas de diferente calidad:** Aplicación de agua de buena calidad en los periodos fenológicos más sensibles al estrés salino. Intentar realizar el lavado con agua buena.
- **Mezcla de aguas de diferente calidad:** Se puede conseguir un tipo de agua mezcla que no genere problemas osmóticos y/o tóxicos en nuestros cultivos.

En el ensayo para analizar los efectos del agua regenerada sobre el cultivo de cítricos en la Región de Murcia, se concluyó que la posibilidad de utilizar aguas regeneradas mezcladas con aguas de pozo se presenta como una buena solución para mejorar la calidad agronómica de las aguas regeneradas. También se observó que la elevada salinidad y la concentración de boro son los principales problemas asociados al uso de aguas regeneradas en Murcia.

GLOSARIO

- **ACEQUIA:** zanja o canal por donde se conducen las aguas para regar u otros fines.
- **AGUAS DEPURADAS:** aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.
- **AGUAS DE PROCESO:** aguas que sirven en cualquier nivel del proceso de fabricación de un producto.
- **AGUAS RECICLADAS:** aguas utilizadas más de una vez en el mismo lugar antes de ser vertidas al ciclo hídrico.
- **AGUAS REGENERADAS:** aguas residuales depuradas que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.
- **AGUAS RESIDUALES:** aguas que han sido utilizadas habiendo incorporado a las mismas una determinada carga contaminante.

GLOSARIO

- **AGUAS REUTILIZADAS:** aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida para un nuevo uso privativo, en función de los usos a que se van a destinar antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre.
- **AUTOCONTROL:** programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas.
- **AUTORIZACIÓN DE VERTIDO:** resolución del organismo de cuenca por la que se autoriza al titular del vertido a verter en las condiciones establecidas en la misma.
- **AZARBE:** cauce artificial adonde van a parar las aguas sobrantes o filtraciones de los riegos.

GLOSARIO

- **CANAL DE RIEGO:** cauce artificial por donde se conduce el agua desde la captación hasta el lugar donde será aplicada.
- **CONTAMINANTE:** cualquier sustancia que pueda causar contaminación. En particular, las sustancias enumeradas en el Anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- **DEPURACIÓN DE AGUAS:** tratamiento al que se someten las aguas residuales para adecuar su calidad a la normativa de vertidos.
- **ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR):** conjunto de instalaciones donde las aguas residuales se someten a procesos de tratamiento que permiten adecuar su calidad a la normativa de vertidos.

GLOSARIO

- **ESTACIÓN REGENERADORA DE AGUAS (ERA):** conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a los procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto.
- **FILTRO VERDE:** técnica de tratamiento no convencional basada en la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos. Se pueden emplear desde especies arbóreas, como los chopos, a macrofitas en flotación.
- **INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN:** conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados.
- **LÍMITE DE DESVIACIÓN MÁXIMA:** diferencia entre el valor medido y el Valor Máximo Admisible (VMA).

GLOSARIO

- **LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA:** zona o instalación donde se utiliza el agua regenerada suministrada.
- **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL:** la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, en los sedimentos o en la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente.
- **PRIMER USUARIO:** persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas.
- **PUNTO DE ENTREGA DE LAS AGUAS DEPURADAS (PEAD):** lugar donde el titular de la autorización de vertido de aguas residuales entrega las aguas depuradas en las condiciones de calidad exigidas en la autorización de vertido para su regeneración.

GLOSARIO

- ***PUNTO DE ENTREGA DE LAS AGUAS REGENERADAS (PEAR)***: lugar donde el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas entrega a un usuario las aguas regeneradas, en las condiciones de calidad según su uso previstas en el RD de reutilización.
- ***REGENERACIÓN DE AGUAS***: tratamiento adicional al que se someten las aguas depuradas para adecuar su calidad a la normativa de reutilización de aguas.
- ***RETORNO DE RIEGO***: agua empleada para riego que no es consumida, evaporada ni percolada a un acuífero subterráneo, y que se integra nuevamente al ciclo hídrico.

GLOSARIO

- **REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS:** aplicación antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.
- **SISTEMA DE REUTILIZACIÓN:** conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

GLOSARIO

- **TERCER USUARIO:** persona física o jurídica que presenta la solicitud de concesión para reutilización y que no ostenta la condición de concesionario para la primera utilización, ni la de titular de la autorización de vertido de las aguas residuales.
- **TITULAR DE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO:** persona física o jurídica o entidad pública o privada que es el titular de la autorización de vertido de aguas depuradas.
- **USUARIO DE AGUA REGENERADA:** persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto.
- **VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA):** cantidad o concentración de cada uno de los parámetros de calidad incluidos en el Anexo I.A del RD de reutilización cuyo valor no debe superarse por el agua regenerada, dentro de un periodo de tiempo determinado.

ABREVIATURAS

- **EDAR:** Estación Depuradora de Aguas Residuales.
- **ERA:** Estación Regeneradora de Aguas.
- **PEAD:** Punto de Entrega de las Aguas Depuradas.
- **PEAR:** Punto de Entrega de las Aguas Regeneradas.
- **AdV:** Autorización de Vertido.
- **VLE:** Valores Límite de Emisión.
- **PC:** Punto de Control.

