



Congreso **Nacional del Medio Ambiente**

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

---

**Pedro Ruiz**

Director Zona Centro de Aqualia.

FCC Construcción

# **CLAVES DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA REUTILIZACIÓN PARA UN USO SOSTENIBLE DEL AGUA.**

Madrid, 21 de Noviembre 2006

## **CLAVES DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA REUTILIZACIÓN PARA UN USO SOSTENIBLE DEL AGUA.**

---

Indice:

- A. Consideraciones generales.
- B. Marco legal.
- C. Tipología de usos posibles para el agua regenerada.
- D. Normas y recomendaciones.
- E. Tecnologías aplicables.
- F. Consideraciones finales.

## **A. CONSIDERACIONES GENERALES. (1)**

- La reutilización directa de las aguas residuales es el aprovechamiento de los efluentes depurados tras un tratamiento de “regeneración” sin que medie vertido a cauce público.
- La incorporación al volumen de recursos hídricos disponibles para el planificador hidráulico del “agua regenerada” en las plantas de tratamiento de agua residual, es un objetivo acorde con los principios que inspiran la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea.
- Obtener un significativo volumen de recursos hídricos mediante la reutilización de aguas residuales, contribuye a una gestión más sostenible de los recursos hídricos por tres razones principales:
  - ✓ Disminuye el efecto negativo del vertido de agua residual al cauce público.
  - ✓ Permite disminuir la presión sobre los recursos superficiales y subterráneos disponibles.
  - ✓ Es un recurso que aporta una mayor fiabilidad por tratarse de una producción prácticamente garantizada.

## **A. CONSIDERACIONES GENERALES. (2)**

- No podemos considerar la incorporación de este recurso al proceso de planificación hidrológica sin limitaciones.
- Esta incorporación debe realizarse tras un análisis que cubra los diferentes factores que limitan su uso:
  - ✓ Marco legal.
  - ✓ Completa eliminación de los riesgos sanitarios mediante la utilización de:
    - Normas y recomendaciones técnicas.
    - Tecnologías disponibles.
  - ✓ Obtención de agua regenerada con:
    - Costes competitivos con el resto de recursos disponibles.
    - Consumos específicos de energía eléctrica bajos.
  - ✓ Utilización del agua regenerada con la aceptación consciente del usuario final, mediante una adecuada política de comunicación.

## **B. MARCO LEGAL. (1)**

- Para que la reutilización sea realmente una fuente de recursos hídricos con la que pueda contar el planificador hidrológico, debe existir un marco legal definido, regulado por un órgano competente que administre eficientemente la reglamentación establecida.
- Este marco legal debe establecer con la máxima claridad, al menos, los siguientes aspectos:
  - ✓ Como se regulan las concesiones o autorizaciones administrativas.
  - ✓ Cual es el orden de prioridad entre los posibles peticionarios.
  - ✓ Las condiciones precisas que debe cumplir la concesión (uso, plazo, calidad, sistema de tratamiento, autocontrol, planes de emergencia, penalizaciones, etc...)
  - ✓ Las posibilidades de cesiones de los derechos de uso.

## **B. MARCO LEGAL. (2)**

- La reglamentación fijará tanto los usos para los que se admite la utilización del agua regenerada como los criterios de calidad para cada uno de estos usos.
- Las diferentes administraciones públicas (estatal, autonómica y local) deben desarrollar los planes y programas necesarios para permitir que la reutilización sea un recurso realmente disponible.
- Estos planes y programas deben tener en cuenta tanto la necesidad de infraestructuras como los sistemas tarifarios a aplicar (de acuerdo con el principio de la Unión Europea de repercutir al usuario la totalidad del coste de generación del recurso).
- La reutilización del agua en España, hasta este momento, está regulada por el procedimiento administrativo establecido en la Ley de aguas 29/1985 y el Real Decreto 849/1986 (Reglamento del Dominio Público Hidráulico).

## **B. MARCO LEGAL. (3)**

- Según este marco vigente la reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento anterior requiere:
  - ✓ Una concesión administrativa por parte del Organismo de Cuenca.
  - ✓ Un informe sanitario vinculante de la Consejería de Sanidad de la Comunidad Autónoma correspondiente.
  - ✓ Una autorización de vertido competencia del Organismo de Cuenca.
- El Real Decreto Legislativo 1/2001 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, presta especial atención a la reutilización de las aguas depuradas, indicándose en el artículo 109 que el Gobierno fijará las condiciones básicas para ello, no habiéndose desarrollado este artículo a este momento.

## **B. MARCO LEGAL. (4)**

- La legislación actual es, por lo tanto, insuficiente para regular completamente la utilización del agua regenerada, por lo que es imprescindible que sea aprobado un nuevo Real Decreto que establezca las condiciones básicas para la reutilización de aguas depuradas.
- El último borrador de este Real Decreto es de fecha 4 de octubre de 2006, está en fase de aprobación definitiva en la Comisión Permanente del Congreso de los Diputados y tiene prevista su publicación para finales de año.
- Entre tanto los usos de agua regenerada realizados por Ayuntamientos y empresas están en situación de autorización provisional.

## **C. TIPOLOGÍA DE USOS POSIBLES PARA EL AGUA REGENERADA. (1)**

- Usos posibles para el agua regenerada:
  - ✓ Usos municipales:
    - Riego de parques y jardines.
    - Limpieza de calles
  - ✓ Usos recreativos:
    - Riego de campos de golf.
    - Lagos artificiales.
  - ✓ Recarga de acuíferos y lucha contra la intrusión marina.
  - ✓ Usos industriales:
    - Aguas de refrigeración.

## **C. TIPOLOGÍA DE USOS POSIBLES PARA EL AGUA REGENERADA. (2)**

- ✓ Riego agrícola:
  - Cultivos consumidos en crudo y frutales.
  - Cultivos no consumidos en crudo y pastas.
  - Cultivos industriales.
- Usos no permitidos para el agua regenerada:
  - ✓ Consumo humano (excepto en situaciones de emergencia o catastróficas).
  - ✓ Usos propios de la industria alimentaria.
  - ✓ Refrigeración de instalaciones hospitalarias y otros usos similares.
  - ✓ Cultivo de moluscos filtradores en acuicultura.

## **D. NORMAS Y RECOMENDACIONES. (1)**

- Para asegurar la máxima aceptación por parte del usuario debe minimizarse el riesgo sanitario, lo que exige la aplicación de una normativa clara ajustada a los diferentes posibles usos del agua regenerada.
- Esta normativa debe fijar:
  - ✓ Características microbiológicas.
  - ✓ Validación de los procesos de tratamiento.
  - ✓ Restricciones de uso.
  - ✓ Códigos de buenas prácticas.
  - ✓ Medidas de control.
- Existen diversas normas y recomendaciones, en la mayoría de las cuales los parámetros utilizados para establecer las limitaciones son:
  - ✓ E-coli / Coliformes fecales.
  - ✓ Huevos de nematodos.
  - ✓ Sólidos en suspensión y/o turbidez.

## D. NORMAS Y RECOMENDACIONES. (2)

- La siguiente tabla recoge la comparación de las diferentes normas exigentes y los parámetros utilizados:

PARAMETROS	NORMAS					
	EPA (2004)	CALIFORNIA (2000)	OMS 1989	OMS (borrador) 2005	MEDP OL	ESPAÑA (propuesta)
Huevos de nematodo	No	No	Si	Si	Si	Si
E-coli	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Enterovirus	No	Si	No	No	No	No
DBO	Si	No	No	No	No	No
Sólidos en suspensión	Si	No	No	No	Si	Si
Turbidez	Si	Si	No	No	No	Si

## **D. NORMAS Y RECOMENDACIONES. (3)**

- En las siguientes tablas se recogen los Valores Máximos Admisibles que deberán cumplir las aguas reutilizadas, de acuerdo con el último borrador del Real Decreto pendiente de aprobación.

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>1.- USOS URBANOS</b>					
<b>CALIDAD 1.1</b> <b>RESIDENCIALES</b>  a) Riego de jardines privados. b) Descarga de aparatos sanitarios c) Sistemas de calefacción y refrigeración de aire. d) Otros usos domésticos.	1 huevo/10L	0 (UFC <sup>2</sup> /100 mL)	10 mg/L	2 UNT <sup>3</sup>	OTROS CONTAMINANTES <sup>4</sup> contenidos en la autorización de vertido de aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas <sup>5</sup> deberá asegurarse el respeto de las NCAs <sup>6</sup> .  Legionelle spp. 1000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
<b>CALIDAD 1.2</b> <b>SERVICIOS URBANOS</b>  a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares) b) Baldeo de calles c) Sistemas contra incendios. d) Lavado industrial de vehículos e) Fuentes y láminas ornamentales	1 huevo/10L	200 (UFC/100 mL)	20 mg/L	10 UNT	

1 Considerar en todos los grupos de calidad los géneros: Ancylostoma, Trichuris, Ascaris

2 Unidades Formadoras de Colonias

3 Unidades Nefelométricas de Turbiedad

4 Ver el anexo I del RD 849/1986 de 11 de Abril

5 ver Anexo IV (\*\*\*\*) del RD 849/1986, de 11 de Abril

6 Norma de calidad ambiental ver artículo 245.5.a del RD 849/1986, de 11 de Abril.

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>2.- USOS AGRÍCOLAS</b>					
<b>CALIDAD 2.1</b> a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.	1 huevo/10L	200 (UFC/100 mL)	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Legionelle spp. 1000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>2.- USOS AGRÍCOLAS</b>					
<b>CALIDAD 2.2</b>					
a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior.	10 huevo/10L	1000 (UFC/100 mL)	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Taenia saginata y Taenia Solium: 1 huevo/L (si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne)
b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne.					
c) Acuicultura.					

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>2.- USOS AGRÍCOLAS</b>					
<b>CALIDAD 2.3</b>					
a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. c) Riego de cultivos industriales, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.	10 huevo/10L	10000 (UFC/100 mL)	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>3.- USOS INDUSTRIALES</b>					
<b>CALIDAD 3.1</b> a) Aguas de proceso, limpieza y refrigeración industrial excepto en la industria alimentaria. b) Otros usos industriales.	No se fija límite	10.000 (UFC/100 mL)	35 mg/L	15 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.  Legionelle spp. 100 UFC/L

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>4.- USOS RECREATIVOS</b>					
<b>CALIDAD 4.1</b> a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10L	200 (UFC/100 mL)	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3.
<b>CALIDAD 4.2</b> a) Estanques, caudales circulantes de uso recreativo accesibles al público (excepto baño)	1 huevo/10L	200 (UFC/100 mL)	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Legionella spp: 1000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) P <sub>T</sub> <sup>1</sup> : 2 mg P/L (en agua estancada)

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>4.- USOS RECREATIVOS</b>					
<b>CALIDAD 4.3</b> a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua	No se fija límite	10000 (UFC/100 mL)	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales; se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.  P <sub>T</sub> : 2 mg P/L (en agua estancada)

1 Fósforo total, suma del fósforo inorgánico y orgánico presente en la muestra.

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES BORRADOR REAL DECRETO DE 4/10/06

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS
<b>5.- USOS AMBIENTALES</b>					
<b>CALIDAD 5.1</b> a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno.	No se fija límite	1000 (UFC/100 mL)	35 mg/L	No se fija límite	N <sub>T</sub> <sup>1</sup> : 10 mg N/L NO <sub>3</sub> : 25 mg NO <sub>3</sub> /L
<b>CALIDAD 5.2</b> a) Recarga de acuíferos por inyección directa.	1 huevo/10L	0 (UFC/100 mL)	10 mg/L	2 UNT	Art. 257 a 259 del RD 849/1986
<b>CALIDAD 5.3</b> a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. b) Silvicultura.	No se fija límite	No se fija límite	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.
<b>CALIDAD 5.4</b> a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).	Calidad mínima requerida se estudiará caso por caso.				

## E. TECNOLOGÍAS APLICABLES. (1)

- Las tecnologías aplicables para la regeneración del agua residual deben caracterizarse por su fiabilidad, así como por su capacidad para satisfacer los requisitos exigidos incluso para los usos más exigentes.
- Los tratamientos de regeneración se recogen en la siguiente tabla:

FÍSICO – QUÍMICO:	FILTRACIÓN:	DESALACIÓN	DESINFECCIÓN:
<ul style="list-style-type: none"><li>- Coagulación.</li><li>- Floculación.</li><li>- Decantación lamelar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sobre Arena:<ul style="list-style-type: none"><li>- Convencional</li><li>- De Lecho pulsante</li></ul></li><li>- Sobre Anillas</li><li>- Sobre Membranas<ul style="list-style-type: none"><li>- Microfiltración Continua (<math>&lt;1\ \mu</math>)</li><li>- Ultrafiltración (<math>&lt;0,1\ \mu</math>)</li><li>- Nanofiltración (<math>&lt;0,01\ \mu</math>)</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Electrodialisis Reversible</li><li>- Ósmosis Inversa (<math>&lt;0,001\ \mu</math>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Derivados del Cloro</li><li>- Rayos Ultravioletas.</li><li>- Ozono</li></ul>

## E. TECNOLOGÍAS APLICABLES. (2)

- Los rendimientos generales de las distintas etapas de tratamiento según parámetros se reflejan en la siguiente tabla:

	SS (%)	Turbidez (%)	E. Coli (u.log)	Nematodo (%)
F-Q	50-70	30-50	1-2	80
Filtración	60-80	30-60	0,5-1,5	99
Membranas	90-95	90-95	Ausencia	Ausencia
Desinfección	-	-	4-5	-

## E. TECNOLOGÍAS APLICABLES. (3)

- Una aproximación con los costes de este tipo de instalaciones se puede ver en la siguiente tabla:

PROCESO	COSTES INSTALACIÓN (€/m <sup>3</sup> )	COSTES EXPLOTACIÓN (€/m <sup>3</sup> )
Filtración sobre lecho de arena	52-91	0,01-0,03
Microfiltración	195-358	0,05-0,07
F-Q (sin adición de cal) + Filtración sobre arena	72-124	0,03-0,04
F-Q (con adición de cal) + Filtración sobre arena	78-130	0,16-0,20
Ósmosis inversa (membranas de acetato de celulosa)	163-208	0,29-0,36
Ósmosis inversa (membranas de poliamida aromática)	163-208	0,17-0,24
Electrodialisis (previo F-Q sin cal)	195-215	0,15-0,20
Electrodialisis (previo F-Q con cal o Microfiltración)	195-215	0,12-0,18
Cloración (Hipoclorito)	1-3	0,01
Cloración (Cloro gas)	7-8	0,01
Ozonización	33-46	0,03-0,07
Rayos ultravioletas	7-8	0,01-0,02

- Es imprescindible tener en consideración ambos costes (instalación y explotación) al realizar el estudio de viabilidad técnico-económica en cada uno de los casos particulares de posible utilización del agua regenerada.

## **F. CONSIDERACIONES FINALES. (1)**

- Es urgente que la Administración apruebe la Normativa reguladora para la utilización del agua regenerada, eliminando la incongruencia de considerar este recurso como fundamental en una gestión sostenible del agua y no poder desarrollar su utilización adecuadamente.
- Debe fomentarse el uso del agua regenerada mediante:
  - ✓ La eliminación de posibles interferencias concesionales.
  - ✓ La elaboración de planes y programas de reutilización que:
    - Identifiquen usuarios (estudios demanda).
    - Relacionen la calidad del agua exigida con la eficacia de las tecnologías existentes.
    - Incorporen estudios de viabilidad técnico-económica.
    - Consideren la necesidad, no sólo de tratar el agua, sino también de almacenar y distribuir.

## **F. CONSIDERACIONES FINALES. (2)**

- ✓ Desarrollen campañas de concienciación ciudadana, de acuerdo con la política de transparencia y comunicación fijada con la Directiva Marco del Agua.
- ✓ Fomenten la investigación y el desarrollo de tecnologías y su aplicación.
- No debe olvidarse que la regeneración del agua es el último proceso incluido en la gestión integral del ciclo del agua y por lo tanto debe contarse con la Administración Local y los operadores públicos y privados, para una mejor implantación del uso del agua regenerada.
- Considerar la participación del sector privado en la utilización generalizada de la reutilización, valorando su capacidad de integrar dentro de sus capacidades el diseño, la construcción, la explotación e incluso la financiación de proyectos específicos, así como, en algunos casos, su disponibilidad para participar en las políticas de comunicación de concienciación ciudadana.