

# Reuso de aguas residuales: Un recurso hídrico disponible

J. Manga\*, N. Logreira\* y J. Serralt\*\*

---

## Resumen

*El reuso de aguas residuales, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, se ha incrementado en los últimos años. Este hecho se asocia principalmente a problemas de escasez de agua. El reuso de aguas residuales se presenta como un recurso hídrico disponible para combatir la escasez de agua y juega un papel importante en la planificación y gestión integrada del recurso hídrico. Hasta la fecha, en la región de la Costa Atlántica colombiana no se tiene una reglamentación que incluya los criterios mínimos de calidad que debe cumplir el agua residual para reuso, de tal forma que no genere daños a la salud humana y al medio ambiente. Por lo tanto, se hace necesario establecer unas directrices de aprovechamiento de aguas residuales en que se garantice la utilización eficiente y segura del reuso. Aunque se pueden utilizar como referentes las directrices de reuso a nivel internacional, para el desarrollo de las directrices a nivel regional se deberán tener en cuenta las características del agua residual, el tipo de tratamiento a que es sometida, la calidad requerida en el uso posterior del agua y las condiciones naturales de la zona. En las directrices este enfoque integrador deberá estar acompañado del desarrollo de un conocimiento científico-técnico, en el que tiene especial importancia la investigación y el desarrollo tecnológico.*

**Palabras claves:** Reuso de aguas residuales, salud pública, países en vías de desarrollo, normas de calidad del agua, Costa Atlántica colombiana.

## Abstract

*The reuse of residual waters, either on developed countries or third world countries, has increased during the last few years. This fact is mainly associated to situations where lack of water is involved. This reuse is presented as an available resort for the fight against the lack of water, and it plays an important role on the planning of actions in order to integrate the management of the water reserve. Currently, on the Colombian Atlantic Coast, there isn't any ruling that includes minimum quality criteria that residual waters reuse should have, so it will not represent any threat against public health and environment. That is why it becomes necessary to establish basic directions of the reuse, and this will guarantee efficiency and safety to this practice. Even though, it is possible to use international directions as reference. For the development of local directions, it is important to keep in mind aspects like residual water characterizing the kind of treatment that is used on it, and natural conditions of the area. Of course this approach should be put into practice alongside with a scientific and technical knowledge, in which investigation and technology have a big importance.*

**Key words:** Residual water reuse, Public health, Third world countries, Water quality rules, Colombian Atlantic Coast.

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2001

---

\* Grupo de Investigación en Tecnologías del Agua. División de Ingeniería, Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia). (e-mail: nlogreir@uninorte.edu.co)

\*\* Departamento de Ingeniería Química, Universitat de Valencia, Valencia (España).

## INTRODUCCIÓN

El reuso de las aguas residuales, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, se ha incrementado en los últimos años. Este hecho se asocia principalmente a problemas de escasez de agua. De acuerdo con las Naciones Unidas (1997), para el año 2025 dos terceras partes de la población mundial padecerá de escasez de agua. En el caso colombiano, según el IDEAM (1998), se prevé que para el año 2016 aproximadamente el 70% de la población urbana en Colombia tendrá déficit en el suministro de agua potable. Esto producirá efectos económicos, sociales y ambientales que se sumarán a la ya complicada problemática de Colombia.

Es así como el reuso del agua se presenta como un recurso hídrico disponible para combatir la escasez de agua y juega un papel importante en la planificación y gestión integrada del recurso hídrico, debido a que aumenta la conservación del agua y propende por un mejor uso eficiente y sostenible de ésta.

Las aplicaciones más frecuentes del reuso de aguas residuales se hacen en el riego de cultivos, bosques, jardines, campos de golf, en el reabastecimiento del agua subterránea, entre otros. El riego es la actividad que más consume agua en el mundo, siendo China el país con mayores hectáreas regadas con aguas residuales. Según el IDEAM (1998), en Colombia el sector agrícola consume el 63% del agua en condiciones de baja eficiencia en el uso de este recurso, se-

guido por los sectores energético, doméstico e industrial, con un 31, 5 y 1%, respectivamente.

Teniendo en cuenta que en la Costa Atlántica colombiana el sector agrario juega un papel importante en la economía de la región, se hace necesario incentivar el reuso de aguas residuales dentro de una política de gestión integrada del recurso hídrico, con el fin de que en el futuro el agua no limite el desarrollo económico de la región ni genere conflictos entre los diferentes actores locales o regionales que hacen uso de ésta.

Sin embargo, actualmente en Colombia no se tiene una reglamentación que incluya los criterios mínimos de calidad que debe cumplir el agua residual para reuso, de tal forma que no se genere daños a la salud humana y al medio ambiente (González J., 2000).

Este artículo trata aspectos generales relacionados con el reuso del agua y experiencias a nivel mundial que deben ser tenidas en cuenta en la reglamentación del reuso a nivel regional y nacional.

## CRITERIOS DE CALIDAD

Uno de los aspectos más importantes en el reuso del agua son los requisitos mínimos de calidad que deben tener las aguas reutilizadas, con el fin de garantizar que organismos patógenos presentes en éstas no puedan entrar en contacto con las personas. Hasta la fecha, a

nivel internacional se han establecido dos directrices, que han servido para que varios países desarrollaran las reglamentaciones en materia de reuso de agua residual.

La primera de ellas es la de la Organización Mundial de la Salud, «Directrices sanitarias para el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura» (OMS, 1989). Principalmente, en esta directriz se estipulan criterios de carácter microbiológico (véase tabla 1), y sólo se presenta un límite para las coliformes

fecales (<1000CF/100ml) y para los huevos de los nemátodos intestinales (<1/litro). Estas normas fueron pensadas para países en vías de desarrollo, en los que unas medidas innecesariamente rigurosas conducirían, probablemente, a que fueran ignoradas por completo (Mara y Cairncross, 1989). No se plantea un indicador para los virus, debido a su difícil detección y al alto costo de los estudios, y se utilizan los coliformes fecales como indicador de la posible presencia de virus.

**Tabla 1.** Parámetros de calidad microbiológica recomendados para la utilización de aguas residuales en agricultura<sup>1</sup> (OMS, 1989)

Categoría	Reutilización aplicada a	Grupos expuestos	Nemátodos intestinales <sup>a</sup>	Coliformes fecales	Tratamiento de aguas residuales
			(media aritmética del número de huevos viables por litro <sup>b</sup> )	(media geométrica del número de coliformes por cada 100 ml <sup>b</sup> )	para alcanzar la calidad microbiológica requerida
A	Riego de cultivos de productos que se consumen probablemente sin cocinar, de campos de deportes y de parques públicos	Trabajadores, consumidores y público	=<1	1000 <sup>c</sup>	Una serie de estanques de estabilización para alcanzar la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales y especies industriales, forrajes, pastos y árboles <sup>d</sup>	Trabajadores	=<1	Sin estándares recomendados	Retención en estanques de estabilización durante 8-10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riegos localizados de cultivos de categoría B cuando no hay exposición de público y trabajadores	Ninguno	No aplicable	No aplicable	Pre-tratamiento como o exija la tecnología de riego pero nunca menor que una sedimentación primaria

<sup>a</sup>*Ascaris, Trichuris* y anquilostomas. <sup>b</sup>Durante el período de riego. <sup>c</sup>Cuando los productos comestibles se consumen siempre cocinados, esta recomendación puede ser menos estricta. <sup>d</sup>En el caso de árboles frutales, el riego debe interrumpirse dos semanas antes de la recogida del fruto y no debe recogerse ningún fruto del suelo. No debe utilizarse riego por aspersión.

<sup>1</sup> En determinados casos deben tenerse en cuenta la epidemiología local y los factores ambientales y socioculturales, para modificar las directrices conforme a éstos.

Por otra parte, existe la muy estricta directriz del estado de California (EE.UU), dictada en 1978 y conocida como «Título 22» (State of California, 1978). Estas normas establecen como requerimiento un tratamiento biológico convencional de las aguas residuales y posteriormente un tratamiento terciario, filtración y desinfección por cloración, con el fin de que el efluente pueda ser utilizado para riego (véase tabla 2).

los nemátodos intestinales, mientras que en la directriz californiana, la calidad microbiológica puede obtenerse mediante sistemas de tratamiento y el control del recuento de coliformes totales (Asano y Levine, 1996).

La directriz del estado de California presenta un planteamiento tecnológico con elevados costos que hacen inviable su uso en países como el nuestro. A

**Tabla 2.** Parámetros de calidad microbiológica y criterios para el riego en el Estado de California (1978)

Aplicación	Técnica de riego	Coliformes fecales o totales <sup>b</sup>	Requisitos de tratamiento de las aguas residuales
Cultivos de especies comestibles	Por aspersión	< 2,2/100 ml <sup>a</sup>	Tratamiento secundario, coagulación, clarificación, filtración y desinfección
Cultivos de especies comestibles	En superficie	< 2,2/100ml <sup>a</sup>	Tratamiento secundario y desinfección
Arboles frutales y viñas	En superficie	Sin límite	Tratamiento primario
Cultivos forrajeros, producción de fibras y semillas	En superficie o por aspersión	Sin límite	Tratamiento primario
Pastos para especies productoras de leche	En superficie o por aspersión	<23/100ml <sup>a</sup>	Tratamiento secundario y desinfección
Campos de golf, cementerios, zonas ajardinadas en autopistas y otras áreas de acceso público similar	En superficie o por aspersión	<23/100ml <sup>a,c</sup>	Tratamiento secundario y desinfección
Parques, jardines públicos, campos y patios de recreo escolares y otras áreas públicas similares	En superficie o por aspersión	<2,2/100ml <sup>a</sup>	Tratamiento secundario, coagulación, clarificación, filtración y desinfección

<sup>a</sup> La directriz de California para la reutilización de aguas residuales se expresan como el número medio del total de coliformes por cada 100 cm<sup>3</sup>, determinado a partir de los resultados bacteriológicos correspondientes a los 7 últimos días en los que se realiza el análisis. <sup>b</sup> La concentración de coliformes no debe exceder de 23 por 100 cm<sup>3</sup> en más de una muestra en períodos de 30 días. <sup>c</sup> La concentración de coliformes no debe exceder de 240 en 100 cm<sup>3</sup> en más de una muestra en períodos de 30 días.

En resumen, existen pocas diferencias entre las normas de la OMS y las de California. La OMS propone que la calidad microbiológica se puede alcanzar mediante una serie de estanques de estabilización y exigiendo el control de

nivel mundial se critica mucho que la norma de la OMS es poco exigente pero constituye un punto de partida para el desarrollo de una normativa a nivel regional o nacional. Muchos organismos internacionales, como el Banco Mundial,

la OPS/OMS, entre otros, exigen mayores estudios epidemiológicos con el fin de actualizar las directrices vigentes. Sin embargo, los estudios epidemiológicos son muy problemáticos y sus resultados difíciles de interpretar (Laurent Bontoux, 1997).

### *Estándar de calidad para varios países*

Desde 1977 Italia adoptó las directrices para reutilización de aguas residuales, inspiradas fundamentalmente en las de California. Sin embargo, algunas regiones de este país presentan directrices diferentes, unas están más próximas a las de la OMS y otras son una mezcla entre las de la OMS y la de California. Este es el caso de Sicilia, Emilia Romagna y en Puglia, entre otras.

Francia decretó en 1991 unas normas de conducta propuestas como recomendaciones del *Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France* (CSHPGF, 1991). Estas recomendaciones se basan principalmente en las directrices de la OMS complementadas con unas estrictas reglas de aplicación.

Las reglamentación propuesta para España se inspira más en las directrices de California que en las de la OMS. Se han tomado varias iniciativas a nivel regional. Las comunidades de Andalucía (Castillo M. *et al.*, 1994) y Cataluña (Salgot *et al.*, 1994) han establecido una reglamentación para el reuso de aguas residuales, así como también las Islas Baleares.

Estados Unidos, aparte de las normas del estado de California, cuenta con las directrices de la EPA (*Environmental Protection Agency*) y las de los estados de Arizona y Florida, entre otros. Sin embargo, las variaciones en los criterios de calidad para el agua de reuso varían desde posiciones muy estrictas hasta muy poco conservativas e inadecuadas para la protección de la salud humana (Crook J., 2000). Sobresale el estado de la Florida, donde el reuso de aguas residuales ha llegado a ser muy popular, y se tiene una capacidad de reuso de casi un 45% de la capacidad total de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el estado (York D. *et al.*, 2000).

Otros países también cuentan con normativas propias, como Arabia Saudita, Israel, Túnez, Omán, Suráfrica, Australia, entre otros.

### USOS POSIBLES

El reuso del agua residual se puede llevar a cabo en forma directa e indirecta en otro uso distinto del primero o ubicado en otro lugar. Sin embargo, según un estudio de la *National Research Council* (1998) de Estados Unidos, en los casos en que el reuso se utilice para uso de agua potable, el reuso directo no es viable. En la tabla 3 se muestran los usos más frecuentes que se podrían tener en nuestra región. La calidad del agua dependerá de los usos que se le vaya a dar y de las limitaciones que se tengan en la zona.

**Tabla 3.** Usos posibles del reuso del agua

	<b>Usos</b>
<i>Municipio</i>	Limpeza de vías y andenes Riego de parques y jardines Refrigeración Fuentes decorativas Sistemas contraincendios Suministros alternativos Agua potable
<i>Agricultura</i>	Riego
<i>Ganadería</i>	Consumo Refrigeración
<i>Paisaje y medio natural</i>	Recuperación de marismas Riego Aguas libres Recuperación de zonas baldías Sistemas contraincendios
<i>Acuicultura</i>	Crecimiento de peces Crecimiento de algas
<i>Caudal ecológico</i>	Ríos y lagos Mantenimiento de marismas
<i>Minería</i>	Arrastres Limpiezas
<i>Recargas de aguas subterráneas</i>	Recarga/almacenamiento

Fuente: Adaptada de Llagostera R., 2000.

### *Aplicación agrícola*

El riego es la forma principal de reutilización de aguas residuales. La aplicación agrícola de aguas reutilizadas requiere de una adecuada gestión agronómica, en la que deben controlarse el contenido de macronutrientes (N, P y K), el nivel de salinidad, el contenido en micronutrientes y elementos traza, entre otros.

Las aguas reutilizadas presentan cantidades significativas de macronu-

trientes (N y P) que pueden utilizarse como fertilizantes en la agricultura. Es así como los aportes de estos nutrientes han de considerarse en los planes de abonado de los cultivos, lo que podría llegar a reducir sustancialmente la utilización de fertilizantes químicos, con el consecuente beneficio económico para los agricultores. Experiencias en diferentes países muestran que el reuso del agua es una alternativa viable para incrementar la producción agrícola (González J., 2000).

Por otra parte, las aguas reutilizadas generan un incremento en el contenido de sales, la cual altera la salinidad en el sistema agua-suelo-planta, y esto, a su vez, da como resultado la pérdida de rendimiento de las cosechas y de la calidad del fruto (Sánchez A., 2000). Los micronutrientes como sodio y cloro pueden ser fitotóxicos para las plantas, al igual que elementos trazas como boro, cobre, hierro y cinc. Por lo tanto, será necesario determinar la tolerancia de los cultivos de la región a la salinidad, micronutrientes y elementos trazas del agua reutilizada.

## CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS

Para establecer una reglamentación del reuso de aguas residuales en la Costa Atlántica, se hace necesario tener en cuenta algunas implicaciones socioeconómicas derivadas del reuso y que presentan una alta influencia en el desarrollo de la región.

### *Reuso y comercio exterior*

La región tiene importantes mercados de frutas y vegetales frescos que se destinan a la exportación a diferentes países. Esto implica la necesidad de un alto nivel sanitario del producto que se exporta. Gran parte de estos productos podría proceder de tierras regadas con aguas de reuso; por lo tanto, la reglamentación a nivel regional de reuso de aguas residuales debe estar acorde con las normas de calidad exigidas por los diferentes países a donde se exportan los

productos. Si éste no es el caso, podrían perderse posiciones en el mercado exterior y afectar el desarrollo de la región. Teniendo en cuenta que la situación económica y tecnológica de la región es baja, se hace necesario una mayor inversión en investigación y desarrollo en tecnologías que permitan alcanzar los estándares requeridos por los países importadores.

### *Reuso y turismo*

Un sector importante que se debe tener en cuenta es el Turismo. Aunque actualmente se encuentra "golpeado" por la grave crisis que vive el país, en un futuro plantea muchas expectativas de generación de empleo y desarrollo económico. Los países en vías de desarrollo son los destinos predilectos para turistas que proceden de países industrializados, donde la calidad del agua es buena. Si se presentan enfermedades, debidas a una calidad deficiente del agua o al consumo de frutas y vegetales contaminados, las consecuencias podrían ser graves. Debido a esto se hace necesario garantizar buenas condiciones sanitarias, con el fin de evitar una mala publicidad en el exterior.

### *Reuso y salud*

El reuso de aguas residuales debe garantizar, en cualquier caso, la salud de las personas que están en contacto directo o indirecto con aquéllas. Se debe evitar la generación de graves problemas de salud pública que inciden en el bienestar de la población y en la econo-

mía. Una alta tasa de morbilidad disminuye la productividad y origina gastos de asistencia sanitaria. Así mismo, el uso de esta tecnología genera desconfianza de parte de la población.

### *Reuso y empleo*

La experiencia que se ha tenido en diferentes países muestra que es posible desarrollar empresas que gestionen integralmente el reuso de aguas residuales (Moscoso J., 1993). Esto permitiría generar empleo en la región y desarrollo económico.

### INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (I + DT)

En los países industrializados se han desarrollado diferentes tipos de tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales que garantizan un estándar de calidad confiable en el reuso del agua. La mayoría de éstas presentan un elevado costo tanto de construcción como de operación y mantenimiento. Se necesitan más investigaciones para el desarrollo de tecnologías económicas, seguras, sostenibles y confiables adaptadas a las condiciones de los países en vías de desarrollo, y en especial a las de nuestra región.

Cada proyecto de reuso de agua debe tener en cuenta las características del agua residual, el tipo de tratamiento de ésta, la calidad requerida en el uso posterior del agua y las condiciones naturales de la zona. Es así como para cada proyecto de reuso debe llevarse a cabo

un estudio *in situ*, con el fin de escoger la tecnología que más se adapte a las condiciones económicas, ambientales y sociales de la zona.

En este sentido, las universidades de la región deben jugar un papel importante, implementando centros piloto de tratamiento y reuso de aguas residuales en los diversos usos, con el propósito de mostrar la factibilidad técnica, económica y ambiental de las tecnologías. También se requiere el desarrollo de programas de capacitación a nivel profesional y técnico.

Se hace evidente la necesidad de llevar a cabo más investigaciones que fortalezcan el conocimiento epidemiológico de las implicaciones sanitarias de la reutilización de las aguas residuales tanto para los trabajadores agrícolas como para los mercados consumistas. Esto podría conducir al establecimiento de una reglamentación mínima de amplia aceptación para la reutilización de las aguas residuales para el riego y para resolver la polémica en torno a las directrices existentes (Laurent Bontoux, 1997).

En los casos en que el reuso de aguas residuales se utilice para riego, se hace necesario llevar a cabo estudios de investigación en nuestra región que determinen la tolerancia de los principales cultivos a la salinidad, micronutrientes y elementos trazas del agua reutilizada, con objeto de no disminuir la producción agrícola.

## CONCLUSIONES

Se hace evidente la importancia que para la región de la Costa Atlántica colombiana presenta el tema del reuso de aguas residuales, por lo que se hace necesario incentivarlo dentro de un política de gestión integrada del recurso hídrico, con el fin de que en el futuro el agua no limite el desarrollo económico de la región ni genere conflictos entre los diferentes actores locales o regionales que hacen uso de ésta.

El desarrollo de una reglamentación de reuso a nivel regional debe considerarse bajo un enfoque integrador, en el que las características del agua residual, el tipo de tratamiento de ésta, la calidad requerida en el uso posterior del agua y las condiciones naturales de la zona jueguen un papel importante.

Estas directrices deben permitir el desarrollo de un esquema institucional que permita la utilización eficiente y segura de aguas reutilizadas.

Se considera como un aspecto altamente relevante para el desarrollo de las normas la inclusión en la misma del desarrollo de conocimiento científico y tecnológicos asociados.

Las experiencias que se tienen en diferentes países muestran que se hace necesario una mayor investigación y desarrollo tecnológico que garanticen una calidad confiable en el reuso del agua. Por otra parte, se necesitan más investigaciones para el desarrollo de

tecnologías económicas, seguras, sostenibles y fiables adaptadas a las condiciones de los países en vías de desarrollo, y en especial a las de nuestra región.

## Bibliografía

- ASANO, T. y LEVINE, A.D. «Wastewater reclamation, recycling and reuse: past, present and future». *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 33, N° 10-11, p. 1-14, 1996.
- CASTILLO MARTÍN, A., CABRERA JORDÁN, J., FERNÁNDEZ ARTIGAS, M., GARCÍA-VILLANOVA RUIZ, et al. «Criterios para la evaluación sanitaria de proyectos de reutilización directa de aguas residuales urbanas depuradas». Junta de Andalucía, Sevilla, 1994.
- CONSEIL SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE, *Recommandations sanitaires concernant l'utilisation, après épuration, des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation des cultures et des espaces verts*. París, Ministère chargé de la Santé, julio 1991.
- CROOK, J. «Research needed to demonstrate safety of reclaimed water». *Water Environment & Technology*. Alexandria, January, 200.
- GONZÁLEZ, J. S. *Reglamentación del reuso del agua en Colombia*. Santa Fe de Bogotá, Ministerio del Medio Ambiente, mayo 2000.
- IDEAM (1998). *Estudio Nacional del Agua*. Santa Fe de Bogotá.
- LAURENT, Bontoux. *Municipal Wastewater: Public Health and The Environment*. Institute for prospective technological studies. European Commission, October, 1997.
- LLAGOSTERA, R. Centro de Servicios para la Gestión del Agua, CESGA (2000). *Memorias de aprovechamiento agrícola de aguas residuales y fangos de depuradoras*. Módulo *Análisis de las experiencias en España de la recuperación y reutilización de recursos: Aguas residuales y biosólidos*. Valencia (España), 2000.
- MARA, D. y CAIRNCROSS, S. *Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture, Measures for public*

- health protection*. Ginebra (Suiza), OMS, 1989.
- MEMORIA DEL TALLER Regional para las Américas sobre Aspectos de Salud, Agricultura y Ambiente vinculados al uso de las Aguas Residuales. Jiutepec, Morelos (México), noviembre de 1993.
- MOSCOSO, J. C. «Reuso de aguas residuales en Perú». Resumen del estudio de caso presentado en el Taller Regional para las Américas sobre Aspectos de Salud, Agricultura y Ambiente vinculados al uso de Aguas Residuales. Jiutepec, Morelos (México), noviembre de 1993.
- NACIONES UNIDAS (1997). *Evaluación general de los recursos de agua dulce en el mundo*.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Issues in Potable Reuse: The Viability of Augmenting Drinking Water Supplies With Reclaimed Water*. National Academy Press, Washington (1998).
- OMS. *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. World Health Organization Tech. Rep. series 778, OMS, Ginebra (Suiza), 1989.
- SALGOT, M., CORTÉS, A., GOMÁ, P. y PASCUAL, A. *Prevenió del risc sanitari derivat de la reutilització d'aigües residuals depurades com a aigües de reg*. Barcelona, Generalitat de Catalunya, Direcció General de Salut Pública, 1994.
- SÁNCHEZ, A. Centro de Servicios para la Gestión del Agua, CESGA (2000). *Memorias de aprovechamiento agrícola de aguas residuales y fangos de depuradoras. Modulo Iniciativas de aprovechamiento de aguas residuales y fangos de depuradoras en la Comunidad Valenciana*. Valencia (España), 2000.
- STATE OF CALIFORNIA, Wastewater reclamation criteria. *The California Code of Regulations, Título 22*. División 4, Environmental Health, Department of Health Services. Sacramento (California), 1978.
- YORK, D. y WALKER-COLEMAN, L. «Pathogen standards for reclaimed water». *Water Environment & Technology*. Alexandria, January, 2000.