

# El futuro de la reutilización de las aguas residuales urbanas

MANUEL FARIÑAS IGLESIAS (\*)

**RESUMEN.** Se exponen los motivos del interés por la reutilización del agua residual urbana, así como los usos que se le pueden dar. Se establecen los parámetros de calidad de las aguas reutilizadas, como son el contenido de materias en suspensión, fertilizantes, metales pesados, boro, bacterias y virus, salinidad, toxicidad y agentes patógenos, tanto para agua potable como para uso industrial. Se contempla también el caso de la inyección de acuíferos con este agua.

## THE FUTURE RE-USE OF URBAN WASTE WATER

**ABSTRACT.** *An explanation is given for the interest in the re-use of urban waste water, together the possible uses for it. Water quality parameters such as the quantity of material in suspension, fertilizers, heavy metals, boro, bacteria and viruses, salinity, toxicity and pathogenous agents are given for water to be re-used, whether it be for drinking purposes or industrial use. Consideration is also given to the possibility of injecting this water into aquifers.*

## 1. INTRODUCCION

La pertinaz sequía que están sufriendo múltiples países, entre ellos el nuestro, y que dura ya varios años, así como las restricciones de agua potable habidas en importantes ciudades, han hecho calar en la conciencia tanto de la población como de las autoridades que el agua es un bien escaso que hay que cuidar y aprovechar racionalmente. Por otra parte, prácticas pasadas en las que las aguas residuales sin depurar se vertían a los ríos, al mar e incluso a los acuíferos no pueden admitirse de cara al futuro si queremos dejar a nuestros hijos un entorno habitable.

Los dos parámetros apuntados —escasez de agua y necesidad de depurar las aguas residuales— dan origen al interés por reutilizar el agua residual urbana.

La reutilización no es la única alternativa para hacer frente a la escasez de agua. Esta técnica debe competir y complementar otras que aumenten la oferta de agua (trasvases, desalación del agua de mar, etc.), o bien que reduzcan su demanda (mejora de la gestión, lucha contra las pérdidas en las redes, recirculaciones internas, etcétera).

A lo largo del presente artículo se va a exponer el interés que presenta recircular el agua residual urbana, así como los distintos usos que se pueden dar a la misma, una vez tratada convenientemente.

## 2. INTERES POR LA REUTILIZACION

De una forma general puede decirse que existirá interés por reutilizar el agua residual urbana si de ello se deriva alguna ventaja.

A la hora de analizar dicho interés por reutilizar el agua residual urbana hay que considerar dos entornos diferentes:

- a) Nivel local.
- b) Nivel regional o nacional.

### 2.1. INTERES A NIVEL LOCAL

Las ventajas a nivel local, también llamadas a nivel microeconómico, son las que obtendría el usuario directo del agua. Consecuentemente si el precio de coste de aprovisionamiento del agua residual ya tratada y lista para su reutilización sin riesgo fuese menor que el del agua natural, es evidente que existiría una clara ventaja económica para dicho usuario.

Ahora bien, al hacer el análisis económico es importante que la comparación de costes sea totalmente homogénea, debiéndose tener en cuenta todos los factores que intervienen en el coste del agua:

- Movilización.
- Tratamiento.
- Almacenamiento.
- Transporte.

Teniendo en cuenta que el coste de tratamiento del agua residual urbana para hacerla adecuada al uso al que se destine, incluso cuando éste requiriese una baja calidad, sería mayor que para un agua natural, es evidente que para el usuario será interesante reutilizar el

(\*) Ingeniero Industrial. Director Técnico de PRIDESA.

agua residual urbana si el sobre coste de su depuración se viese compensado por el abaratamiento de la movilización, el almacenamiento y el transporte.

El interés a nivel local por la reutilización del agua residual urbana será tanto mayor cuanto menores sean las exigencias de calidad impuestas al agua para su reutilización y cuanto mayores sean los costes de movilización, almacenamiento y transporte del agua natural.

### 2.2. INTERES A NIVEL REGIONAL O NACIONAL

La necesidad manifiesta de depurar las aguas residuales urbanas obliga a gastar en ello una cierta cantidad de dinero, parte de la cual podría recuperarse a nivel regional o nacional si el agua se pusiera de nuevo en circulación. Ahora bien, la situación es totalmente distinta en una zona costera que en una zona del interior.

En zonas del interior, cuando las aguas residuales depuradas se vierten a los ríos, se produce de forma natural su reutilización al ser captadas de nuevo, mezcladas con aguas naturales por las poblaciones situadas en las proximidades de los cauces.

En las zonas costeras, sin embargo, las aguas depuradas suelen verterse al mar, siendo en tal caso irrecuperables tanto las aguas como la inversión realizada.

Por otra parte, a nivel regional o nacional, es decir, desde un punto de vista macroeconómico, para hacer frente a un aumento de las necesidades de agua caben tres posibilidades:

- Incrementar los recursos de agua: trasvases, desalación del agua de mar, etc.
- Economizar los recursos movilizados y utilizar el ahorro para las nuevas necesidades.
- Reutilizar las aguas residuales.

La reutilización del agua residual urbana, desde el punto de vista regional o nacional, permite, por tanto, recuperar parte de la inversión realizada y aumentar la oferta de agua disponible.

Una vez establecida la conveniencia o la necesidad de reutilizar las aguas residuales urbanas, es notorio que el esfuerzo debe comenzar por las zonas costeras, en las que las aguas, una vez depuradas, se vierten al mar.

Así como a escala local, la política de cada usuario será la de minimizar sus costes; desde el punto de vista regional o nacional la elección del medio a utilizar para hacer frente a un aumento de las necesidades de agua

debe hacerse en función de los costes comparados de su movilización. Los óptimos a nivel local y nacional no tienen por qué ser coincidentes.

### 3. USOS DEL AGUA RESIDUAL URBANA

El agua residual urbana debidamente tratada puede aprovecharse en los sectores siguientes:

- Agrícola.
- Industrial.
- Municipal.
- Recreativo.
- Inyección en acuíferos.

Vamos a analizar en detalle los usos, los requisitos que debería cumplir el agua residual tratada, así como los riesgos que conllevaría su utilización.

#### 3.1. USO AGRICOLA

Dentro del sector agrícola, la mayor parte del agua residual urbana tratada que se reutiliza se destina al riego.

**3.1.1. Ventajas e inconvenientes.** Las ventajas e inconvenientes de utilizar para riego un agua residual urbana depurada o un agua natural se indican en la tabla 1.

**3.1.2. Calidad de las aguas reutilizadas.** Las aguas reutilizadas deben reunir una calidad mínima para el riego. Los principales parámetros a controlar son:

**a) Materia en suspensión.** El contenido en materias de suspensión (MS) del agua reutilizada debe ser tan bajo como sea posible para reducir tanto los riesgos de obstrucción de los sistemas de riego utilizados como los de atascamiento del suelo. La materia en suspensión del agua puede obstruir los poros del terreno y provocar una impermeabilización en su superficie.

La probabilidad de que este fenómeno se produzca depende no sólo del contenido en materia de suspensión del agua, sino también de las características del terreno (porosidad y permeabilidad). Los valores máximos recomendados en este sentido son del orden de 20 a 30 mg/l, lo que corresponde a un agua residual procedente de un tratamiento secundario. Si se requiriese agua con un contenido menor, sería preciso realizar una filtración previa.

**b) Materia orgánica.** La aportación de cantidades elevadas de materia orgánica por parte de las aguas

TIPO DE AGUA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
RESIDUAL	APORTE DE ELEMENTOS NUTRITIVOS	RIESGOS SANITARIOS POSIBLE CONTAMINACION DEL ACUIFERO
NATURAL	SIN RIESGOS SANITARIOS MENOR RIESGO DE CONTAMINACION DEL ACUIFERO	POCOS ELEMENTOS NUTRITIVOS

TABLA 1.

residuales urbanas tratadas puede dar lugar a un atascamiento biológico del suelo. El aporte de materia orgánica favorece el desarrollo de vegetación y la acumulación de organismos muertos puede bloquear los poros del suelo, de la misma forma que la materia en suspensión.

**c) Fertilizantes.** La presencia de nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades apreciables en las aguas residuales urbanas confiere a éstas un alto valor fertilizante. Considerando que el agua residual tiene un aporte de nitrógeno de unos 15 mg/l, la utilización de 100 l/m<sup>2</sup> de agua correspondería a una aportación de 15 kg de N<sub>2</sub>/ha, lo que sería suficiente para un gran número de cultivos.

**d) Salinidad.** Los iones Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> en las proporciones en que se encuentran de forma natural en los terrenos, mantienen las estructuras de éstos. Si los terrenos se regasen con aguas ricas en sodio intercambiable, este último podría sustituir los iones alcalino-térreos de las arcillas, haciendo que el terreno se volviese impermeable. Este riesgo se mide teniendo en cuenta la razón de absorción de sodio (SAR) del agua utilizada, así como su salinidad. Para un valor del SAR dado, el riesgo aumentaría con la salinidad.

Por otra parte, ciertas modificaciones de las características físico-químicas del medio (pH, temperatura, potencial redox, etc.) podrían dar lugar a la precipitación de algunas sales.

**e) Metales pesados.** Las plantas necesitan para su desarrollo un cierto número de oligoelementos de los que forman parte ciertos metales pesados. Contenidos importantes en metales pesados pueden ser, sin embargo, nefastos para su desarrollo. El nivel de fototoxicidad de cada metal pesado depende del cultivo considerado.

La tabla 2 recoge los contenidos en metales pesados

ELEMENTO	CONTENIDO (ppm)		
	MINIMO	MEDIO	MAXIMO
Hg	< 0,0001	0,0009	0,125
Cr	< 0,05	< 0,05	6,8
Cu	< 0,02	0,10	5,9
Ni	< 0,1	< 0,1	1,5
Zn	< 0,02	0,12	20,0
Cd	< 0,02	< 0,02	6,4
Pb	< 0,2	< 0,02	6,4
Co	< 0,05	< 0,05	6,8

TABLA 2.

ELEMENTO (ppm)	USO CONTINUADO		USO DISCONTINUO
	SUELO DE CUALQUIER TIPO	SUELO DE TEXTURA GRUESA	SUELO DE TEXTURA FINA
Cr	5,0	0,1	20,0
Cu	0,2	0,2	5,0
Ni	0,5	0,2	2,0
Zn	5,0	2,0	10,0
Cd	0,005	0,01	0,05
Pb	5,0	5,0	20,0
Co	0,2	0,05	10,0
B	0,75	0,75	2,0
Se	0,05	0,02	0,05
Hg	-	-	-
As	1,0	0,1	10,0

TABLA 3.

de las aguas residuales tratadas procedentes de varias plantas de los EE. UU.

En la tabla 3 se recogen los contenidos límites en metales pesados que pueden tolerarse en el agua de riego, según la Federal Water Pollution Control Administration y la Academia Nacional de Ciencias de los EE. UU.

Como puede verse, los contenidos medios en metales pesados de las aguas residuales urbanas son inferiores a los máximos indicados, con excepción del Cadmio (Cd) y del Mercurio (Hg) para el que no se fija ningún límite superior.

**f) Boro.** El boro es tóxico para ciertas plantas por lo que debe ser tenido en cuenta en cualquier proyecto de riego con aguas residuales urbanas tratadas. La tabla 4 recoge la tolerancia al boro de distintas plantas, ordenada de arriba abajo en orden creciente.

**g) Contenidos en bacterias y virus.** Los problemas que presenta el uso de agua con un contenido inadecuado de bacterias y virus, así como las precauciones a tomar para limitar los riesgos de contaminación de las personas, tanto de forma directa (a través del agua) como de forma indirecta (a través de las plantas), se señalan en el apartado 3.1.3. «Riesgos sanitarios».

El problema de la calidad bacteriológica es uno de los más importantes para la reutilización de las aguas residuales urbanas en la agricultura.

SENSIBLES 0,5-1 mg/l	SEMI-TOLERANTES 1-2 mg/l	TOLERANTES 2-10 mg/l
LIMONERO	BONIATO	ZANAHORIA
POMELO	TOMATE	LECHUGA
AGUACATE	CALABAZA	COL
NARANJO	AVENA	NABO
MORERA	MIJO	CEBOLLA
ALBARICOQUERO	MAIZ	ALFALFA
MELOCOTONERO	TRIGO	REMOLACHA
CEREZO	CEBADA	REM. FORRAJERA
CAQUI	OLIVO	REMO. AZUCARERA
VIÑEDO	GUISANTE	PALMERA
MANZANO	RABANO	ESPARRAGO
PERAL	ALGODON	TAMARISCO
CIRUELO	PATATA	
ALCACHOFA	GIRASOL	
NOGAL		

TABLA 4. Tolerancia al boro de las plantas en orden creciente.

**3.1.3. Riesgos sanitarios.** Los riesgos sanitarios inherentes a la utilización para el riego de las aguas residuales urbanas son debidos a dos factores:

- Toxicidad química.
- Agentes patógenos.

**a) Toxicidad química.** La toxicidad química se debe a la presencia en las aguas de productos químicos tóxicos, fundamentalmente metales pesados. El riesgo podría venir por la acumulación de estos elementos en las plantas y su posterior transferencia a las personas o animales que se alimentan de las mismas.

Los estudios realizados parecen poner de manifiesto que los umbrales de fototoxicidad de las plantas son más bajos que los de los consumidores de las mismas, por lo que el riesgo en este sentido es pequeño.

**b) Agentes patógenos.** Las aguas residuales urbanas, incluso las depuradas procedentes de un tratamiento secundario, son un extraordinario medio de cultivo para todo tipo de microorganismos y consecuentemente para las bacterias patógenas y los virus.

La contaminación por agentes patógenos podría producirse en tres niveles:

I. *En el consumidor.* La protección del consumidor pasa por establecer una reglamentación sobre la calidad sanitaria que deben tener las aguas residuales urbanas utilizadas para riego.

El contenido bacteriológico máximo admisible en las aguas dependerá del tipo de cultivo a que se destinen. Para algunos cultivos podrán aceptarse aguas con un contenido de  $10^4$ -  $10^5$  coliformes/100 ml y sin embargo para otros este contenido debería ser inferior a 100 coliformes/100 ml.

Como norma general hay que señalar que no se deben utilizar las aguas residuales urbanas ni para riego ni en las proximidades de vegetales destinados al consumo humano en estado crudo. Hay que destinar las aguas residuales al riego de aquellos cultivos que son consumidos después de un proceso de transformación (cereales, remolacha, etc.).

II. *En el agricultor.* Las personas que rieguen con aguas residuales urbanas reutilizadas deberán estar informadas sobre las precauciones e higiene a seguir. Su riesgo es análogo al del personal que trabaja en una planta depuradora de este tipo de aguas.

III. *En las zonas próximas.* Una depuración insuficiente de las aguas residuales puede acarrear molestias en las zonas próximas a su utilización debido a los olores, aparición de mosquitos, etc.

Cuando el riego se hace por aspersión, aumenta el riesgo de contaminación humano debido a las bacterias y virus transportados por los aerosoles. Para evitarlo conviene establecer alrededor de la zona regada una franja «muerta» o una cortina protectora a base de árboles.

En la mayor parte de las realizaciones llevadas a cabo, las aguas se desinfectan antes de su uso lo que permite rebajar el contenido de coliformes a 1.000 uds/100 ml. De todas formas, cabe la posibilidad de que los gérmenes se desarrollen de nuevo tras la desinfección debido a que:

- El medio es tan rico en elementos nutritivos que favorece el desarrollo bacteriano.
- La desinfección destruye los «depredadores» de bacterias, potenciando de esta forma su libre reproducción.

Algunos estudios señalan que para evitar el ulterior desarrollo bacteriano habría que reducir su contenido a valores del orden de 100 a 200 coliformes/100 ml.

La mala calidad bacteriológica del agua puede impedir, por otra parte, utilizar determinados procedimientos de riego al quedar bloqueados sus orificios por los desarrollos biológicos.

### 3.2. USO INDUSTRIAL

En el campo industrial, las aguas residuales urbanas tratadas pueden reutilizarse con éxito en las siguientes aplicaciones:

- Refrigeración.
- Lavado y transporte de materiales.

**3.2.1. Refrigeración.** Utilizar el agua potable municipal para refrigeración industrial resulta prohibitivo, debido a los volúmenes que hay que mover. Como, por otra parte, desde el punto de vista de la refrigeración, un agua residual urbana bien tratada puede reunir características similares a las de un agua de río o de pozo y además su caudal puede ser importante y bastante constante, es frecuente utilizarla para estos menesteres.

Los problemas que presenta el uso de un agua residual urbana depurada en un circuito de refrigeración se deben a su elevado contenido en fosfatos y en nitrógeno amoniacal. Por una parte, los fosfatos producen precipitados y, por otra, tanto el fósforo como el nitrógeno amoniacal favorecen los desarrollos biológicos.

Los problemas específicos originados por la reutilización de las aguas residuales urbanas no son mucho más costosos que los motivados por aguas de otras procedencias (río o pozo), con análogas características químicas.

Los riesgos sanitarios asociados a esta reutilización son de poca importancia. Entre ellos podemos citar:

- Errores de conexión de un circuito de agua potable con otro circuito de agua recirculada.
- Contaminación del personal de mantenimiento como consecuencia de una fuga o una intervención en el circuito.
- Posible emisión de gases tóxicos a nivel de la torre de refrigeración como el H<sub>2</sub>S.
- Dispersión de bacterias por el agua arrastrada por la torre en forma de gotas.

**3.2.2. Lavado y transporte de materiales.** Entre los distintos usos que pueden hacerse dentro de este campo, podríamos destacar:

- Lavado y transporte de materias primas (carbón, grava, remolacha, etc.).
- Transporte de residuos (cenizas de una central térmica, etc.).
- Lavado de productos semiacabados (productos de laminación, pasta de papel, etc.).
- Limpiezas de mantenimiento (vagones, suelos, etc.).
- Lavado de gases antes de su reciclado o vertido a la atmósfera (altos hornos, convertidores, fundiciones, etcétera).

Para algunas aplicaciones (limpieza de vagones, por ejemplo) sólo se precisa que el agua sea clara. En el caso del lavado de gases se requiere un acondicionamiento del agua para evitar precipitaciones o corrosiones en los circuitos. En algunas industrias, como la textil, se precisa que el agua sea clara y sana desde el punto de vista bacteriológico.

### 3.3. USOS MUNICIPALES

Los usos llamados «municipales» cubren una amplia gama de aplicaciones que no precisan agua de calidad potable. Entre ellos podemos citar:

- Riego de parques y jardines.

- Limpieza de calles.
- Sistemas contraincendios.
- Limpieza de camiones de recogida de basuras.

La puesta en marcha de estas aplicaciones exigiría la instalación de una red de tuberías paralela a la del agua potable, de igual o menor complicación en función de que el ciudadano pueda o no usar el agua reutilizada (para el riego de su jardín, por ejemplo).

**3.3.1. Calidad de las aguas reutilizadas.** Debido al elevado tiempo de retención de las aguas a lo largo de la red de tuberías, es preciso que el agua residual urbana además de un tratamiento primario y otro secundario (biológico), sufra un tratamiento terciario que evite tanto los depósitos como los precipitados en las canalizaciones. El tratamiento terciario deberá eliminar además los riesgos sanitarios derivados del uso de estas aguas.

**3.3.2. Riesgos sanitarios.** Los usos municipales descritos no deberían presentar por sí mismos excesivos riesgos sanitarios habida cuenta de que el personal encargado de llevarlos a cabo estaría al corriente sobre las reglas de higiene a mantener. El riesgo se encontraría más bien en la propia red de distribución ya que podría conectarse accidentalmente con la red de agua potable.

Para evitar este riesgo sería necesario:

- a) Mantener en la red de agua potable una presión en cada punto superior a la del agua reutilizada.
- b) Construir la red de agua reutilizada con distintos materiales que la de agua potable, colocando marcas distintivas y manteniendo al día los planos de detalle de ambas redes.

En el supuesto de que los ciudadanos pudiesen usar esta red para el riego de sus jardines, las precauciones anteriores no son suficientes. En tal hipótesis la mejor solución sería suministrar una calidad de agua reutilizada tal que, aunque no fuese potable, pudiese consumirse «accidentalmente» sin riesgo sanitario.

A título de ejemplo puede señalarse que en California, uno de los Estados pioneros en los EE. UU. en este tipo de aplicaciones, está previsto que en el año 2010 se reutilice el 40 % del agua residual urbana, llegando a un 70 % en el año 2050. En base a ello, el organismo responsable de la reutilización ha establecido las siguientes medidas:

- a) La red de agua reutilizada se deberá mantener a una presión en cada punto inferior a la del agua potable, de forma que un error en la conexión no implique una contaminación de la red de agua potable por parte de la reutilizada.
- b) El agua residual deberá depurarse antes de su reutilización, de forma que cumpla con las características exigidas al agua que vaya a estar en contacto con las personas (aguas para baño).
- c) Todos los elementos de la red de agua reutilizada deberán ser diferentes o llevar marcas distintivas de los de la red de agua potable.
- d) Todas las actuaciones sobre la red de agua reuti-

lizada deberán ser supervisadas muy de cerca por el Servicio de Distrito responsable, quien llevará un registro especial.

e) Los particulares que utilicen este agua habrán sido debidamente instruidos sobre los riesgos derivados de su utilización, no pudiendo usar el agua reutilizada más que para el riego de sus jardines mediante sistemas fijos, estando prohibidas las mangueras flexibles.

f) El agua reutilizada sólo será suministrada durante determinadas horas al día, no facilitándose en horas puntas de consumo doméstico.

### 3.4. USOS RECREATIVOS

La utilización más importante dentro de este apartado es la alimentación de lagos artificiales destinados al esparcimiento y recreo.

Estos lagos, además del agua residual urbana reutilizada, reciben aportaciones de agua natural procedente de la lluvia que por escorrentía del terreno llega al lago.

**3.4.1. Calidad de las aguas reutilizadas.** La experiencia ha puesto de manifiesto que un lago artificial con un aporte bajo de agua natural no puede alimentarse con agua residual depurada procedente de un tratamiento primario más un secundario clásicos, debido fundamentalmente a:

a) La rápida aparición de un defecto de oxígeno en profundidades superiores a unos 15 m que da lugar, como consecuencia, en dicha región, a fermentaciones anaerobias.

b) La existencia de fosfatos y nitratos en las aguas de alimentación que favorecen la proliferación del plancton y la eutrofización del lago.

Además de los tratamientos citados, el agua residual para este uso debe sufrir un tratamiento complementario que elimine el nitrógeno y el fósforo, así como un tratamiento terciario que elimine tanto la materia en suspensión como gran parte de la materia orgánica residual, evitando su acumulación en el fondo.

**3.4.2. Riesgos sanitarios.** Los riesgos sanitarios tienen dos orígenes:

- Los gérmenes patógenos.
- El efecto acumulativo de los contaminantes.

Aunque los lagos producen en general un efecto beneficioso sobre la desaparición de los gérmenes patógenos, ello no es suficiente para garantizar la inocuidad en todo momento de sus aguas para prácticas como la pesca o el baño.

La experiencia californiana, también importante en este tipo de aplicaciones, pone de manifiesto que las aguas que alimentan el lago deben sufrir previamente una fuerte desinfección incluso aunque el tratamiento terciario utilizado haya sido muy eficaz contra los gérmenes (Osmosis Inversa, por ejemplo).

Existe igualmente, un cierto riesgo de acumulación de metales pesados en las cadenas alimenticias que se

desarrollan en el lago, siendo éste tanto mayor cuanto más importante sea el porcentaje de vertidos industriales en las aguas residuales que lo alimentan.

### 3.5. INYECCION EN LOS ACUIFEROS

Esta técnica de reutilización de las aguas residuales está menos extendida que las otras. Tiene tres aplicaciones principales:

- Recarga de acuíferos.
- Eliminación de la intrusión marina.
- Almacenamiento del agua para su posterior bombeo.

Esta técnica presenta un doble interés:

- Asegura una fuente de suministro en épocas de ausencia de alimentación natural.
- Salvaguarda o mejora las condiciones de explotación del acuífero.

**3.5.1. Calidad de las aguas reutilizadas.** El agua inyectada en el acuífero debe tener una calidad igual o mejor que la natural existente en el mismo ya que en caso contrario se produciría su progresiva degradación.

A título de ejemplo, la tabla 5 recoge las exigencias impuestas por el California Regional Water Quality Board, Santa Ana Region al agua inyectada por el Orange County Water District para recargar cuatro acuíferos y crear al mismo tiempo una barrera que impida la intrusión marina.

PARAMETRO	CONCENTRACION MAXIMA (mg/l salvo pH)
BORO	0,5
CLORURO	120
FLUORURO	1,0
NITROGENO (TOTAL)	10
SODIO	115
SULFATO	125
ARSENICO	0,05
BARIO	1,0
CADMIO	0,01
CROMO	0,05
COBALTO	0,2
COBRE	1,0
CIANURO	0,2
HIERRO	0,3
PLOMO	0,05
MANGANESO	0,05
MBAS	0,5
MERCURIO	0,02
SELENIO	0,01
PLATA	0,05
pH	6,5 a 8,5
RESIDUO FILTRABLE	500
DUREZA TOTAL	180

TABLA 5. Contenidos máximos del agua inyectada en el acuífero.

PARAMETRO	VALOR MEDIO	VALOR MAXIMO
DQO (mg/l)	8	9
TDC (mg/l)	2,8	3,3
TKN (mg/l)	5,2	6,5
TURBIDEZ	0,25	0,56

TABLA 6.

La tabla 6 recoge los valores medios y máximos de otros parámetros relativos a la calidad del agua inyectada.

El agua residual destinada a este fin debe sufrir un tratamiento primario y secundario seguidos de un tratamiento terciario sofisticado que incluya una ósmosis inversa y una esterilización final que asegure la ausencia de bacterias y virus.

**3.5.2. Riesgos sanitarios.** Los riesgos sanitarios dependen de la calidad del agua inyectada. Como en general la calidad es muy elevada, éstos suelen ser mínimos.