

REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA: EL CASO DEL APROVECHAMIENTO PARA REGADÍO AGRÍCOLA EN EL BAJO ANDARAX

Ángel López Cuquejo

RESUMEN

La reutilización de aguas depuradas se encuadra en la actualidad dentro de los llamados recursos hídricos no convencionales. En espacios de alto déficit hídrico y elevados consumos de agua para regadío agrícola, la reutilización de aguas depuradas pasa por ser una respuesta válida en la adaptación del hombre al medio. Este artículo particulariza en un caso a pequeña escala: el riego con aguas residuales depuradas en un espacio litoral de Almería (el Bajo Andarax). Por otro lado, la adecuada depuración y tratamiento de las aguas residuales podrían convertir el "subproducto" (aguas residuales depuradas) en un producto de calidad, con fines diversos en regadío agrícola, infiltración, etc.

Palabras clave: Almería, aguas depuradas, reutilización, regadío, infiltración.

ABSTRACT

The reutilization of water purified is fit in currently the called resources not conventional. In spaces of high hydric deficit and high water consumes for agricultural irrigation, the reutilization of water purified passes for being a valid answer in the adaptation of the man to environment. This article distinguishes in a case on a small scale: the irrigation with residual water purified in a coastal space of Almeria (Bajo Andarax). By another side, the adequate purification and processing of the residual water they would be able to convert the "by-product" (water purified) in a product of quality, with diverse end in agricultural irrigation, infiltration.

Key words: Almeria, water purified, reutilization, agricultural irrigation, infiltration.

1. INTRODUCCIÓN

El interés por la depuración de aguas residuales ha sido previo al proceso de reutilización posterior, de tal forma que durante mucho tiempo se ha estado depurando para

verter al mar o a los ríos, sin existir apenas ningún tipo de aprovechamiento con finalidad económica directa. Hay que advertir que el contexto inicial impedía la búsqueda de una mayor rentabilidad, puesto que la valoración de la depuración se vinculaba a la reducción de la contaminación más que al incremento en cantidad de un recurso siempre escaso y muy necesario. Y esto ha sido así, por lo menos, en España, donde la reutilización de aguas depuradas empezó con el riego de parques urbanos y campos de golf, siendo el destino para regadío agrícola (el primer sector dentro de la demanda total de agua dulce) muy poco significativo. Sin embargo, y seguimos en España, en los últimos años, las distintas actuaciones en reutilización han ofrecido resultados muy positivos, si bien se está muy lejos del nivel óptimo, unas veces por falta de infraestructura y otras por la falta de un demandante (mercado, si se prefiere) que haga uso de las aguas depuradas¹. Las cifras totales de reutilización directa arrojan unos resultados bastante pobres, con aproximadamente unos 230 hm³ y año. A un nivel espacial (ver mapa 1), dejando a un lado los casos de los dos archipiélagos², en donde la experiencia en reutilización es muy dilatada en el tiempo, en la España peninsular los municipios con reutilización directa se concentran mayoritariamente en la cuenca mediterránea, y preferentemente en la Cuenca del Segura y en la del Júcar.

El aprovechamiento de las aguas residuales tiene un referente a un nivel mundial³, cual es el país de Israel⁴. El uso de estas aguas en los cultivos de algodón y frutas es una realidad desde hace muchos años en este país, consiguiendo de esta manera aumentar los recursos de agua para riego en los meses de verano, a la vez que se reduce la contaminación ambiental durante la estación en que no hay demanda. En cualquier caso, el uso de aguas residuales depuradas para regadío comporta importantes aspectos positivos: aumento del volumen de recursos hídricos, ahorro de fertilizantes y mano de obra, etc. De forma general, los beneficios para el medio ambiente son también destacables: beneficios a las cloacas tradicionales (ríos, mares), recarga de acuíferos, inyección en el terreno, creación de áreas húmedas o humedales, etc.

Ahora bien, la importancia de la reutilización parece estar bastante supeditada a cuestiones económicas. El propio Libro Blanco del Agua en España (1998) así lo atestigua: "... El aumento de reutilización y reciclaje es, en principio, deseable, pero no debe olvidarse que existen límites físicos y económicos para ello ..." Y continúa diciendo más adelante: "... La reutilización no es un fin en si misma, sino un medio para alcanzar el verdadero fin, que no

¹ A este respecto debemos advertir el recelo de los agricultores a este tipo de agua, sobre todo por la procedencia de la misma. El temor a un descenso en la producción agrícola o a la contaminación de los suelos está muy arraigado entre muchos agricultores.

² Es de destacar el caso de la reutilización de aguas depuradas para uso agrícola en la Isla de Tenerife, y más concretamente, en las ciudades de Santa Cruz y La Laguna. El coste total del metro cúbico de agua depurada (depuración + agua blanca + desalación) ronda las 60 pesetas, siendo la calidad del agua depurada muy similar a la de las aguas blancas destinadas para uso agrícola.

³ La reutilización de aguas residuales a escala mundial se lleva a cabo bajo medidas sanitarias de control muy diferentes, según la nación de que se trate, puesto que, en unos casos, ese nuevo uso deviene de la necesidad o escasez de agua y, en otros casos, la razón es la descontaminación y el reciclaje. En general. China está a la cabeza en superficie irrigada con este tipo de aguas, y a cierta distancia otros países como México, India, Sudáfrica, Chile, EE.UU. o Australia.

⁴ En el año 1999, Israel reutilizaba aproximadamente unos 300 hm³ al año de aguas residuales depuradas, según datos de la Embajada de Israel. Se calcula que un tercio de esta cantidad se destina a riego. El resto, para infiltración en acuíferos o envíos a ríos.

es otro sino el uso racional de los recursos naturales ..." Estas ideas corroboran el hecho de que los aspectos ambientales de la reutilización a menudo topan con condicionantes de tipo económico, al mismo tiempo que restan importancia a la reutilización como medida en favor de la descontaminación, algo muy preocupante en el marco de la filosofía del desarrollo sostenible que debe presidir la elaboración de un Plan Hidrológico Nacional.

Mapa 1

Municipios con reutilización directa



Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

2. LA SITUACIÓN DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS EN ANDALUCÍA

Andalucía situaba, a finales de 1999, el porcentaje de población con depuración de aguas residuales cerca del 80%. En la línea de lo que señala el Plan Director de Infraestructuras de Andalucía 1997-2007 (en adelante, PDIA), la depuración de aguas residuales urbanas e industriales es uno de los objetivos básicos en lo referente a las infraestructuras del agua. Y más específicamente, constituye dentro del PDIA un objetivo prioritario la depuración de las aguas residuales del litoral, con vistas a una posterior reutilización en los regadíos costeros⁵. Estamos hablando de un programa específico para

⁵ En cualquier caso, la Junta de Andalucía pretende la realización de infraestructuras de carácter supramunicipal, en materia de saneamiento y depuración, para el 100 % de los vertidos, en el horizonte del año 2007.

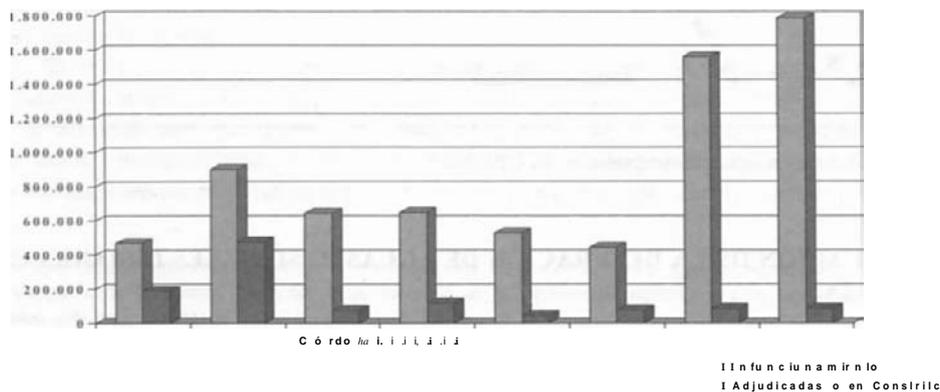
48.000 hectáreas de regadío de alto valor, como son los cultivos forzados y los tropicales.

La provincia de Almería, por contar con importantes núcleos de población en el litoral y una importante agricultura de cultivos intensivos muy rentables (también en el litoral), centra gran parte de las actuaciones contempladas en el PDIA en relación a los recursos hídricos no convencionales: desalación y reutilización. Dejando a un lado la desalación, la reutilización de aguas residuales afectará a tres comarcas del espacio provincial almeriense: el Bajo Andarax, el Bajo Almanzora y el Campo de Dalías. Las tres tienen serios problemas de acopio hídrico, sobre todo la última, la cual concentra casi el 80% de la superficie invernada total de la provincia, con unos acuíferos con elevado índice de sobreexplotación y una ampliación de superficies de cultivo muy difícil de controlar.

Aunque el volumen total de aguas reutilizadas para regadío agrícola a nivel provincial es muy poco significativo, lo cierto es que la agricultura intensiva, de cultivos de muy alta productividad (hortícolas y flores), podría hacer rentable la reutilización de las aguas depuradas. Ahora bien, debemos hacer notar el poco interés que otorgan los distintos agentes económicos almerienses, relacionados con el sector agrícola, a las aguas depuradas. Los propios ayuntamientos están más interesados en negociar nuevas concesiones de agua de acuífero o de trasvase que instar a las distintas administraciones a financiar plantas con tratamiento terciario; abundan los casos en los que la depuración se vincula casi exclusivamente a la solución del saneamiento de las playas turísticas. Y lo mismo cabría decir para el resto de Andalucía.

Gráfico 1

Edar's en Andalucía: población cubierta (*)



Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes. 2000. Elaboración propia.

(*) Población cubierta ó población equivalente: suma de la población de hecho más la estacional, según fórmula del Plan Nacional de Depuración.

A partir de una simple lectura del gráfico 1, podemos advertir el enorme impacto positivo que las obras de saneamiento y depuración van a tener para las provincias de Cádiz y Almería, ambas provincias con graves problemas de salubridad en sus aguas costeras,

toda vez que su modelo turístico está fuertemente consolidado en el producto sol y playa. Por lo demás, tenemos que subrayar que la mayor parte de las EDAR's posibilitarán un tratamiento secundario, quedando el terciario para aglomeraciones urbanas de cierta envergadura y de unas características muy concretas; en el caso de la provincia de Almería, las nuevas plantas de terciario se localizan en el litoral, al lado de zonas de cultivos forzados, y básicamente en el Poniente Almeriense.

En otro orden de cosas, la depuración urbana en Andalucía señala las siguientes áreas prioritarias: Sevilla y su área metropolitana, área metropolitana de Málaga, Jaén, Campo de Dalías (Almería), Huelva y Cádiz-San Fernando*.

3. LA REUTILIZACIÓN PARA REGADÍO EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

3.1. Campo de Dalías

La reutilización en el Campo de Dalías está contemplada con una elevada prioridad en el PD1A, de tal modo que actualmente ya están muy avanzadas las obras de depuración (EDAR's) y colectores principales, faltando únicamente la ejecución de la mayor parte de los colectores secundarios y emisarios submarinos. Las distintas infraestructuras se enmarcan dentro del Plan Integral de Abastecimiento y Saneamiento del Poniente Almeriense⁷, que fueron declaradas de Interés del Estado por el entonces MOPTMA, según Real Decreto Ley 3/1993 de 26 de Febrero, y afectan a todos los municipios del Poniente Almeriense, con el objeto de buscar soluciones de forma conjunta, dado que el problema de saneamiento y escasez hídrica es común a todos estos municipios, toda vez que el alto coste de este tipo de infraestructuras implica actuaciones con alcance supramunicipal. Se llegó a un acuerdo con la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, por el cual los emisarios terrestres y submarinos serían realizados por esta última, mientras que el MOPTMA se haría cargo de todas las obras de depuración, en terrenos facilitados por la Junta de Andalucía.

Cuadro 1

Datos básicos Campo de Dalías					
Año	Población			Demanda hídrica	
	De Hecho	Estacional	Total	Mínima (Hm ³)	Deseable (Hm ³)
1985	108.456	47.970	156.426	7,7	
2015	221.740	94.552	316.292	17,05	23,27

Fuente: Confederación Hidrográfica del Sur. 1987. Elaboración propia.

* Así queda reflejado en la publicación *Medio Ambiente en Andalucía, Informe 1999*, realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En el mismo informe, se destacan dos actuaciones en materia de infraestructura de depuración urbana: el Plan de Saneamiento Integral de la comarca de El Aljarafe (20.000 millones de pesetas) y la depuradora del Guadalhorce (5.000 millones de pesetas).

⁷ Nos estamos refiriendo a los nueve municipios que integran la Comarca de Poniente: Adra, Berja, Dalías, El Ejido, Enix, Félix, La Mojonera, Roquetas de Mar y Vícar.

El rápido desarrollo de la mayor parte de los núcleos urbanos de esta comarca y la carencia de infraestructuras sanitarias motivaron la declaración del plan de Interés General para el Estado. Por otro lado, las características de las EDAR's experimentaron continuas mejoras en relación a lo previsto inicialmente, puesto que el abaratamiento de algunas tecnologías (por ejemplo, en el tratamiento terciario) posibilitó obtener mayor calidad del efluente tratado a unos costes razonables. Así, de las 9 EDAR's construidas⁵, 4 de ellas están dotadas de sistema de depuración terciario, con distintas tecnologías según el destino del efluente tratado: para recarga de acuífero, se ha adoptado un primer proceso de microfiltración mediante membranas tubulares conjuntamente con un segundo de osmosis inversa, mientras que para el riego directo, a estos dos procesos se le añade otro final de esterilización (mediante ozono y/o cloraminas).

Cuadro 2

Características EDAR's con terciario	
<i>EDAR</i>	<i>Capacidad Trat. Terciario</i>
ADRA	4.500 m ³ /día
EL EJIDO	9.000 m ³ /día
BALERMA (El Ejido)	1.500 m ³ /día
ROQUETAS DE MAR	13.500 m ³ /día

Fuente: Confederación Hidrográfica del Sur. 2000. Elaboración propia.

Según señala el Plan de Ordenación del Territorio de la Comarca del Poniente Almeriense, gran parte de los volúmenes de aguas residuales depuradas se destinará al sector de la agricultura intensiva (o a riego de campos de golf fuera de campaña agrícola) y a la infiltración en el terreno. En todo caso, estamos hablando de un volumen inicial (susceptible de ser ampliado paulatinamente según las demandas de cada tipo) reutilizable que supera los 10 hm³ anuales, de cualquier modo, poco significativo en relación con el consumo total y el déficit hídrico de la comarca.

3.2. Bajo Andarax

Almería y los siete pueblos de su río (el Andarax) constituyen la comarca del Bajo Andarax, a la que la Junta de Andalucía quiso dar un impulso, declarando dicha área de interés general en materia de infraestructura de regadíos. De esta manera se ponía en marcha el Plan de Mejora de Regadíos del Bajo Andarax, cuyo dimensionamiento inicial abarcaba un total de 3.200 hectáreas, aunque posteriormente sólo se ejecutarían los sectores IV y V, unas

⁵ En un momento inicial se contemplaba la puesta en marcha de 11 EDAR's (1994), aunque las revisiones del plan tuvieron como resultado la eliminación de 2 de ellas para incorporarlas a las más próximas. De esta manera, se anuló la EDAR de San Agustín, cuyos efluentes se incorporarían a un colector de la red de la EDAR de Roquetas de Mar; y se anuló igualmente la EDAR de Santa María del Águila, cuyos efluentes se tratarían en la EDAR de El Ejido.

2.000 hectáreas potenciales. El objetivo era reutilizar las aguas residuales de la capital de Almería. El plan, gestionado por el IARA (Instituto Andaluz de Reforma Agraria), supuso la construcción de una planta de tratamiento terciario por ozono, diversas instalaciones para el funcionamiento de dicha planta (embalse de 120.000 metros cúbicos, oficinas, centro de control, entre otras) y todo lo relacionado con la red de distribución (sectores IV y V) y de captación de aguas residuales.

Por lo que respecta a la financiación, al ser el plan declarado de interés general, todas las obras de los sectores IV y V, la planta de ozono y la red de tuberías de distribución general fueron financiadas al 100% por el IARA, salvo la red secundaria de distribución, que contó con una financiación del 40% por este mismo organismo.

La planta de ozono está ubicada en el término municipal de Viator, al igual que el centro de control, un gran embalse de regulación, las oficinas y los talleres. El emplazamiento, por encima de la cota de 120 metros, permitió inicialmente regar por gravedad los sectores IV y V-Bajo. Con la construcción posterior de otro embalse de regulación, de unos 100.000 metros cúbicos de capacidad, sobre la cota 160, se consiguió regar también por gravedad el sector V-Alto, que anteriormente necesitaba de presión sostenida por bombas.

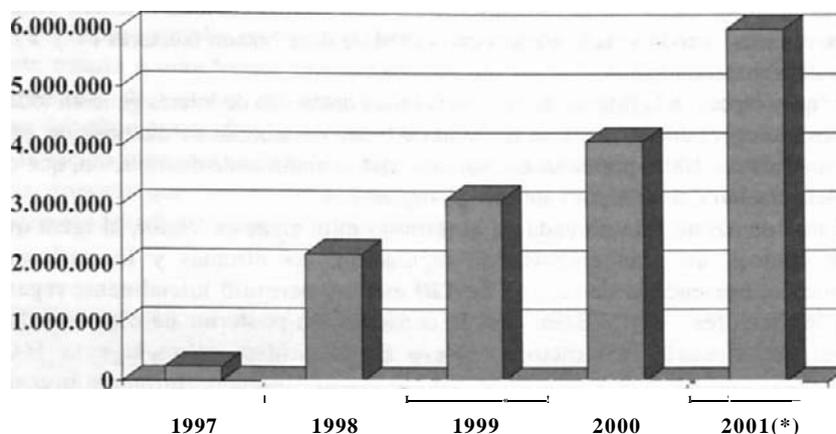
La planta de ozono tiene una capacidad máxima de 12 millones de metros cúbicos al año, siendo el consumo medio de agua para la capital alménense de unos 10 millones y año. El recorrido del agua residual, desde que sale con un tratamiento secundario desde la EDAR del Cortijo el Violín, en el término municipal de Almería, hasta que se sirve al agricultor sería el siguiente. De la EDAR de Almería llega, por gravedad, a un depósito regulador con capacidad para 10.000 metros cúbicos, situado en Costacabana, al lado del aeropuerto; desde este depósito, y necesitando de una pequeña impulsión, asciende hasta la planta de ozono, que tras darle el tratamiento terciario se reparte entre dos grandes embalses. Una vez está el agua en el embalse regulador, se encuentra ya disponible para el agricultor, que puede tomarla de la red cuando más le interese.

3.2.1 La Comunidad de Regantes "Las Cuatro Vegas de Almería"

Las instalaciones necesarias para el tratamiento terciario de las aguas residuales de la capital de Almería y su posterior distribución a los regantes fueron entregadas, para su gestión y mantenimiento, a la C.R. "Las Cuatro Vegas de Almena", en el año 1997. Esta Comunidad de Regantes está formada por unos 1.050 comuneros, con un total de 1.200 explotaciones y unas 1.800 hectáreas declaradas a la Comunidad. Lógicamente, al ponerse en marcha la Comunidad los comuneros eran muchos menos, al igual que las hectáreas regadas con agua de la planta de ozono. Fueron los posteriores procesos de expansión los que generaron nuevas necesidades de agua y, por tanto, nuevos comuneros se integraron en la Comunidad. Aunque se fueron ocupando las tierras enclavadas en los sectores previstos inicialmente, IV y V, lo cierto es que esa expansión hoy día tiene un carácter perimetral, hacia el norte y el este, desarrollándose de esta forma los sectores VI y VII.

Esta expansión perimetral está ocupando tierras incultas, secanos absolutos, a pesar de lo cual la apertura de nuevos pozos es una realidad. No obstante, los nuevos espacios de cultivo demandan agua de la planta de ozono, como podemos apreciar en la evolución de volúmenes tratados durante los cuatro años de funcionamiento.

Gráfico 2

Volúmenes tratados en la Planta de Ozono (m³)

Fuente: C.R. "Las Cuatro Vegas de Almería". 2001.

(*) Previsión

La dotación de agua establecida para cada regante es de 7.000 metros cúbicos por hectárea y año. A partir de esta cantidad, la Comunidad encarece el precio del metro cúbico para contener el gasto, de tal manera que entre los 7.000 y los 8.000 se aplica una subida del 15%, entre los 8.000 y los 9.000 del 30% y a partir de los 9.000 metros cúbicos del 45%. El precio del metro cúbico del agua servida por la Comunidad varía en función del sector de riego, ya que algunos sectores necesitan de impulsión para conducir el agua depurada hasta el embalse regulador, por lo cual hay un mayor gasto en consumo energético.

El sistema de precios del agua que utiliza la C.R. Las Cuatro Vegas de Almería se basa en la tarifa binomial, esto es, un canon o cuota fija por servicio y luego el coste de cada metro cúbico de agua consumido, según el sector de riego. Así, se establece una cuota fija de 2.100 pesetas por hectárea y mes, mientras que aquellos comuneros con menos de 0,5 hectáreas pagan 1.050 pesetas al mes. El precio del metro cúbico aparece en el cuadro que sigue.

Cuadro 3

Precio del metro cúbico de agua (pesetas)		
<i>Sector</i>	<i>Precio</i>	<i>Impulsión</i>
IV-Bajo	26	No
V-Bajo	26	No
V-Alto	34	Sí
VI	38	Sí
VII	28	Sí (pequeña)

Fuente: C.R. "Las Cuatro Vegas de Almería". 2001.

Nimbus, n° 7-8, 2001

Una primera lectura de la tabla de precios nos permite advertir que el coste del agua depurada por ozonización no es excesivamente alto, tanto más si comparamos la calidad de este agua con respecto a la de acuíferos de muchas áreas de regadío de la provincia. En el Poniente almerense, a modo de ejemplo, hay comuneros que pagan el metro cúbico de agua de acuífero a más de 40 pesetas, con unos niveles de salinidad notablemente superiores a la que sale de la planta de ozono de la C.R. "Las Cuatro Vegas de Almería".

3.2.2. *Cuatro años de experiencia de riego con aguas residuales depuradas*

Aunque esta Comunidad tiene una trayectoria muy corta, pues apenas lleva funcionando cuatro años, lo cierto es que la mayor parte de los problemas que tradicionalmente arrastraban los regantes de la zona se han visto, en menor o mayor grado, resueltos. De forma esquemática, vamos a enumerar los cambios de mayor trascendencia que han beneficiado al agricultor:

- Existencia de una alternativa de cultivo. La utilización en toda el área referencia de pozos para el riego obligaba a cultivar aquellas hortalizas más tolerantes a la salinidad, pues los niveles de salinidad del agua de estos pozos sobrepasaban ampliamente los límites normales. De esta manera, del obligado cultivo del tomate (cercano al 100%) se pasó a un amplio abanico de posibilidades en cultivos hortícolas. Si bien los invernaderos de tomates siguen siendo preferentes en este área, de ningún modo se puede imputar este hecho a la mala calidad del agua que sale de la planta de ozono: se debe, entre otros factores, a la confianza del agricultor en este tipo de cultivo y al buen manejo del mismo.
- Incremento en los niveles de producción. Hay cultivos, como el caso del tomate, que han llegado a duplicar la producción por unidad de superficie. La razón, una vez más, vuelve a ser el riego con aguas de mayor calidad. Si el agua de pozos rebasaba casi siempre los 3.500 mg/litro de salinidad, actualmente los agricultores están regando con agua cuyos niveles oscilan entre los 1.500 y los 1.700 mg/litro, teniendo en cuenta además que estas aguas reutilizadas llevan un alto contenido en nutrientes, debido a lo cual el ahono, por ejemplo, en fósforo, es de casi un 50 %. Y lo mismo cabría señalar respecto a los contenidos en boro: el agua de pozo a menudo rozaba las 5.000 ppm, siendo de 1 a 2 ppm los contenidos de boro actuales del agua que sale de la planta de ozono.
- Desaparición de la figura del "relojero". Con el sistema de riego por demanda, que practica la C.R. "Las Cuatro Vegas de Almería", el agricultor ya es dueño de su agua y de su tiempo, de tal modo que puede programar los riegos en el momento que más le interese y en las cantidades que el cultivo requiera.
- La red de regadío cohesionada territorialmente. O, lo que es lo mismo, el agua llega para todos o para nadie. Anteriormente, si a un agricultor se le hundía un pozo, el perjuicio económico era muy grave, pues era normal que el propietario de un pozo, en un espacio de gran aridez, lo tuviese como reserva para el acopio en futuras campañas agrícolas, siendo la venta de caudales poco habitual. La Comunidad planifica, durante cada campaña, las necesidades de agua para todo el conjunto de agricultores.

4. PROBLEMAS OBSERVADOS EN EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES

Si bien el riego con aguas residuales depuradas en el Bajo Andarax no cuenta todavía con una larga experiencia, no obstante podemos hacer una aproximación a las distintas experiencias de agricultores de esta área, cuya fuente básica para el riego de los cultivos de invernadero es el agua residual depurada que les sirve la CR. "Las Cuatro Vegas".

En un plano teórico, la calidad de las aguas residuales se analiza de la misma manera que la de las aguas superficiales o subterráneas, aunque en el caso de las aguas residuales hay que tener muy en cuenta la presencia de microorganismos patógenos y la concentración de metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos*, dada la adición de elementos en cada uso (doméstico, industrial, etc).

Con periodicidad mensual, la CR. "Las Cuatro Vegas" encarga a una empresa un informe completo de la calidad del agua residual depurada, justamente a la salida del embalse regulador. A pesar de que los resultados varían mínimamente de un mes a otro, lo cierto es que la mayoría de parámetros de interés para el agricultor están controlados, de tal manera que la salinidad, los elementos potencialmente fitotóxicos y los bacteriológicos se encuentran en unos niveles aceptables. Es más, si comparamos la calidad del agua residual depurada con la de pozos existentes en diversas fincas, podemos afirmar que esta última es de peor calidad, pues solamente los niveles de boro y sodio sobrepasan ampliamente a los del agua residual depurada.

Por tanto, no se han apreciado grandes problemas en el riego con aguas residuales depuradas en el área de estudio, toda vez que algunos parámetros (los ya comentados: boro y sodio) de especial incidencia en los cultivos hortícolas han mejorado substancialmente, posibilitando de esta manera mayores producciones. Finalmente, tampoco se han detectado efectos negativos sobre la calidad de las producciones hortícolas, debido al riego con estas aguas.

Aunque de menor envergadura, sí tenemos que mencionar otros problemas inherentes a la naturaleza del agua residual. En este sentido, cabe señalar que las aguas residuales tienen mayor cantidad de sólidos en suspensión que las aguas limpias o blancas, algo que podría afectar a los emisores en el riego localizado al provocar su obstrucción. Un buen manejo de las aguas residuales resolvería tal problema, a través de la cloración y filtrado de las mismas. De esta manera, la CR. "Las Cuatro Vegas" aplica regularmente hipoclorito al agua residual depurada para evitar la formación de películas de tipo biológico en las redes de distribución. La proliferación de algas en los depósitos reguladores, debido al alto contenido en nutrientes del agua residual, ya es más difícil de controlar, si bien la mejor solución sería un buen filtrado y la cloración del agua residual depurada antes de su entrada al depósito regulador. ◀

* Un estudio muy completo, sobre la problemática de las aguas residuales depuradas en riegos localizados y en cultivos hidropónicos, lo proporciona RAMOS, C. (1996), en su artículo "El riego con aguas residuales", en *Jornada sobre Aprovechamiento del agua depurada en la Comunidad Valenciana*, Sanejament d'Aigües - Generalitat Valenciana. Este autor, junto con otros, también elaboró un estudio sobre la aplicación de aguas residuales depuradas para riego de uva de mesa, en el cual se detectó un mayor rendimiento en las producciones de uva regadas con agua residual, en comparación con las regadas con agua normal, además de que no se observó ningún efecto negativo sobre la calidad de la uva en las producciones con agua residual.

5. A MODO DE CONCLUSIONES FINALES

En ambientes áridos o semiáridos, el aprovechamiento de los escasos recursos hídricos se impone como forma de supervivencia. En el territorio del Sureste ibérico, la predilección de la población por vivir en el litoral aumenta la presión sobre los recursos, al mismo tiempo que disminuyen en calidad y cantidad muchos de ellos. El agua, de diversa procedencia, aunque preponderantemente subterránea, actúa en estos espacios como motor de desarrollo inicial, aunque pronto puede convertirse, en un escenario de fuertes presiones sobre el líquido elemento, en factor limitante. Entonces, se le concede a la tecnología a papel principal, en aras de una atenuación de los desequilibrios en el balance hídrico, a través de la liberación de nuevos recursos, denominados comúnmente "no convencionales" o también "alternativos".

La obtención de agua de riego, a partir de aguas residuales urbanas, pasa a ser tarea de la tecnología más vanguardista, en un proceso que ya cabe tildarlo, a todas luces, de industrial. La experiencia analizada en el Bajo Andarax abre las puertas a un nuevo enfoque en la gestión del agua en espacios áridos y semiáridos. La seguridad y regularidad en el suministro de las aguas residuales a las plantas de tratamiento (prioridad de los usos de abastecimiento sobre otros usos) y el beneplácito de las poblaciones costeras (que sufren, sobre todo en verano, los efectos más desagradables de los emisarios marinos, situados a escasos metros de sus orillas) hacen del agua residual urbana una fuente no convencional de obtención de agua, con múltiples efectos positivos sobre los distintos sectores económicos y el propio balance hídrico.

Tal importancia es obviada por la Administración, no solamente en materia de planificación hidráulica, sino también en lo que respecta a la consideración de las aguas residuales depuradas. Y me refiero al hecho de que la legislación existente no permite el riego directo con aguas residuales depuradas en cultivos de productos de consumo humano en crudo (como el caso de las hortalizas), cuando de hecho se riegan, como hemos podido comprobar a lo largo de este trabajo. Para resolver tal paradoja, las distintas Administraciones tienen que superar el marco tradicional de lucha contra la contaminación, que ha presidido las diferentes actuaciones en depuración de aguas residuales, para dar un paso firme en la consideración de la depuración como proceso a partir del cual se obtiene un producto de calidad (y no un residuo como se creía), con valor de mercado y aceptación, sobre todo en espacios de elevado déficit hídrico y cultivos agrícolas de alto valor. Es más: si agricultura y turismo se disputan, especialmente en el ámbito del Mediterráneo, las reservas de agua de acuífero y las superficiales, el "subproducto" aguas residuales, generadas básicamente por el sector turístico, no tiene apenas interés para este último, aunque sí cada vez más para el agrícola.

Por todo ello, cabría hacer una llamada de atención, a quien bien entienda, acerca de la necesidad de abordar las aguas residuales depuradas como recurso hídrico válido, partiendo de los beneficios ambientales (depuración), sociales (descontaminación) y económicos (reutilización). Incluso se podría decir que el gran interés que despierta la desalación debe estar al mismo nivel que la reutilización (o más).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIAR, E. et al. (1999): "Reutilización de aguas depuradas en la Isla de Tenerife. Instalaciones para la mejora de la calidad para uso agrícola". *Ingeniería Civil*, 113, CEDEX. Madrid.
- CHICA MORENO, R. M. (2000): *Uso de aguas residuales depuradas en sistemas de riego por goteo* (Tesis doctoral). Almería: Universidad de Almería.
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. (1992): *Depuración de aguas residuales*. Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Colección Sénior, 9).
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2000): *Medio Ambiente en Andalucía, Informe 1999*. Consejería de Medio Ambiente.
- LLAMAS, M. R. (1982): "Aspectos generales de la contaminación de las aguas subterráneas. Situación en España". *Estudios Territoriales*, nº 5. Madrid.
- NAVARRO BALSALOBRE, J. (1994): *Reutilización de aguas residuales con destino agrícola*. Alicante, CAM Fundación Cultural.
- OMS (1989): *Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura*. Serie de Informes Técnicos 778.
- RICO AMORÓS, A. M. et al. (1998): *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España: estudio regional*. Barcelona, Oikos-tau.
- RIVERA DELGADO, J. R. (1999): *Caracterización de los sistemas de depuración de aguas residuales y tratamiento de los subproductos en la provincia de Almería* (Memoria académica). Almería: Universidad de Almería.
- SEOANEZ CALVO, M. (1978): "Aprovechamiento y tratamientos agrarios de las aguas residuales urbanas". Madrid, INI A.
- SIERRA ANTIÑOLO, J. y PEÑALVER CÁMARA, L. (1989): *La reutilización de las aguas residuales. Acondicionamiento y uso*. Madrid, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, Serie Azul.
- UNICEF (1999): *Manual sobre el agua*. Serie de Directrices Técnicas sobre Agua, Medio Ambiente y Saneamiento, nº 2.

Fecha de recepción: 16 de Julio de 2001. Fecha de aceptación: 3 de Septiembre de 2001

Nimbus, nº 7-8, 2001