

### **3.6 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN.**

#### **ÍNDICE**

3.6 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS .....	2
3.6.1 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN EL DISEÑO Y APOYO A LA DIRECCIÓN DE OBRAS .....	5
3.6.2 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN LA CONSTRUCCION .....	6
3.6.3 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN LA EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN .....	8

## **SERVICIO**

### **3.6 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS**

#### **DESCRIPCIÓN**

Consiste en la aplicación, para determinados usos, de las aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permita adecuar su calidad al uso al que se destina.

Al reutilizar el agua residual disminuyen los vertidos y, en consecuencia, aumenta la disponibilidad del recurso agua para usos de menor exigencia de calidad que los requeridos para el abastecimiento a las poblaciones, lo que, en definitiva, supone una garantía adicional en el suministro, sobre todo en épocas de escasez.

Con el fin de utilizar un recurso alternativo en áreas de escasez y déficit hídrico, la reutilización de las aguas residuales regeneradas es una práctica muy extendida y habitual en España desde hace más de cuatro décadas. Por ello es más usual en zonas como los archipiélagos balear o canario y la franja mediterránea.

Una vez regenerada, el agua se utiliza para usos agrícolas e industriales, en actividades ambientales y de ocio y en las ciudades para el riego de los parques y jardines y para limpieza de calles. Para ello, ha de ser llevada hasta el usuario final mediante las necesarias infraestructuras de transporte, regulación y distribución.

Hoy España es el primer país europeo en capacidad de reutilización. Produce más de 450 Hm<sup>3</sup>/año de agua tratada, que representan aproximadamente el 10 % de los caudales de las aguas empleadas para el abastecimiento urbano, que es reutilizada en distintas actividades, de entre las cuales destaca el riego, si bien usos como el recreativo en campos de golf o los ambientales son cada vez más relevantes.

#### **GOBERNANZA**

En España esta actividad está regulada por el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, dictado para cumplir el mandato que establece la vigente Ley de Aguas en su artículo 109.1.

Para el desarrollo de esta actividad, establece la calidad exigible a las aguas depuradas para ser reutilizadas en función de los usos que vayan a tener y, además, regula los procedimientos para obtener la concesión o autorización necesarias con el fin de utilizar las aguas depuradas, cuyos titulares habrán de sufragar los costes necesarios para adecuar las aguas que se vayan a utilizar a las exigencias de calidad que sean demandadas en cada momento.

Las mayores exigencias de calidad son para el uso urbano residencial y para el riego de cultivos, en los que el agua puede tomar contacto directo con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.

En estos momentos, se está trabajando en la redacción de un Plan Nacional de Reutilización que prevé multiplicar por dos la capacidad existente en la actualidad y cuyas actuaciones significativas deberán ser incluidas en los Planes Hidrológicos de las Demarcaciones Hidrográficas.

En España, el uso privativo de las aguas regeneradas se otorga mediante concesiones, reservándole la prioridad en su obtención al agente que genera el agua residual. En las cuencas intercomunitarias esta actividad está regulada por los organismos de cuenca y en las intracomunitarias por las Comunidades Autónomas. Los gestores suelen ser empresas públicas y privadas.

En cuanto al transporte, los reguladores son los ayuntamientos y demás entidades locales, y los gestores son las empresas concesionarias o contratadas (públicas, privadas o mixtas) o bien los ayuntamientos por gestión directa.



**Ilustración 1: Planta regeneradora de agua dentro de la EDAR de Viveros de la Villa (Madrid) con una producción de 1.332.233 m<sup>3</sup>/año de agua regenerada para riego de parques y zonas verdes.**

### MÁS INFORMACIÓN:

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Dirección General del Agua	<a href="http://www.magrama.gob.es/es/agua">http://www.magrama.gob.es/es/agua</a>
Aguas de las Cuencas Mediterráneas (ACUAMED)	<a href="http://www.acuamed.com">www.acuamed.com</a>
Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS)	<a href="http://www.aeas.es">www.aeas.es</a>

Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR)	<a href="http://www.aedyr.eu">www.aedyr.eu</a>
Asociación Española de Empresas de Tecnologías del Agua (ASAGUA)	<a href="http://www.asagua.es">www.asagua.es</a>
Asociación Tecnológica para el Tratamiento del Agua (ATTA)	<a href="http://www.attagua.com">www.attagua.com</a>
Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos (TECNIBERIA)	<a href="http://www.tecniberia.es">www.tecniberia.es</a>

## SERVICIO

### 3.6.1 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN EL DISEÑO Y APOYO A LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Los sistemas de regeneración y reutilización de aguas, en los aspectos que se refieren a su diseño y dirección de obra, no difieren notablemente de cualquier otro sistema de tratamiento, regulación y transporte de recursos hídricos:

- Los recursos disponibles están asociados a los efluentes de las EDAR, por lo que no son necesarias complejas obras de captación ni de regulación en cabecera.
- Es necesario realizar un estudio de demandas identificando a los potenciales usuarios, su localización, su demanda y la estacionalidad de la misma y los requerimientos de calidad.
- La selección de las tecnologías de tratamiento se realiza de acuerdo a los requerimientos de los usos asignados. Asimismo, es necesario garantizar la correcta operación y mantenimiento de la instalación previa de agua residual con objeto de garantizar la calidad del agua de entrada a los sistemas de regeneración.
- De acuerdo a la estacionalidad de la demanda, especialmente si está asociada a usos agrarios, deben dotarse de las infraestructuras de regulación y almacenamiento necesarias.
- Las infraestructuras de regulación, transporte y distribución, en el caso de los usos urbanos, deben ser independientes de las redes de distribución existentes.

#### MÁS INFORMACIÓN:

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Dirección General del Agua	<a href="http://www.magrama.gob.es/es/agua">http://www.magrama.gob.es/es/agua</a>
Aguas de las Cuencas Mediterráneas (ACUAMED)	<a href="http://www.acuamed.com">www.acuamed.com</a>
Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS)	<a href="http://www.aeas.es">www.aeas.es</a>
Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR)	<a href="http://www.aedyr.eu">www.aedyr.eu</a>
Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua a Poblaciones (AGA)	<a href="http://www.asoaga.com">www.asoaga.com</a>
Asociación Española de Empresas de Tecnologías del Agua (ASAGUA)	<a href="http://www.asagua.es">www.asagua.es</a>
Asociación Tecnológica para el Tratamiento del Agua (ATTA)	<a href="http://www.attagua.com">www.attagua.com</a>
Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos (TECNIBERIA)	<a href="http://www.tecniberia.es">www.tecniberia.es</a>

## SERVICIO

### 3.6.2 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN LA CONSTRUCCION

#### TECNOLOGÍAS

Las tecnologías aplicables están en función de los criterios de calidad establecidos para los diferentes usos. Así, una calidad del agua ligada a un uso más exigente requerirá procesos de desinfección de gran rendimiento e incluso el uso de membranas, mientras que usos menos exigentes podrán utilizar un agua regenerada mediante un proceso más convencional. En cualquier caso, la mayor parte de las plantas de regeneración de aguas depuradas incluyen una fase de filtración y de desinfección por rayos UV. Una etapa de coagulación química previa a la filtración suele ser conveniente.



**Ilustración 2: Regeneración de agua mediante filtración, ósmosis inversa y desinfección por rayos UV.**

#### INFRAESTRUCTURAS

Si a una estación de tratamiento de aguas residuales se le añade un tratamiento terciario que sirve para obtener el agua para reutilizar, tenemos completo el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

Uno de los criterios que se tienen en cuenta para elegir la tecnología de regeneración del agua residual que conviene aplicar, es el del menor consumo de energía, ya que los índices de calidad que se le piden al agua para reutilizar son inferiores a los que se le exigen al agua para consumo humano; uso que está prohibido para aquella. Esas tecnologías las podemos agrupar en: membranas (microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa, electrodiálisis reversible y electrodesionización); filtración

para el tratamiento terciario (filtros de arena asociados o no a procesos físico-químicos y filtros de anillas); intensivas de regeneración (biorreactores de membrana “MBR”, reactores secuenciales discontinuos “SBR”, biodiscos “RBC” y sistemas físico-químicos); extensivas de regeneración (infiltración – percolación, sistemas de lagunaje y construcción de zonas húmedas); de desinfección (ozonización, dióxido de cloro y radiación ultravioleta).

### MÁS INFORMACIÓN:

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Dirección General del Agua	<a href="http://www.magrama.gob.es/es/agua">http://www.magrama.gob.es/es/agua</a>
Aguas de las Cuencas Mediterráneas (ACUAMED)	<a href="http://www.acuamed.com">www.acuamed.com</a>
Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS)	<a href="http://www.aeas.es">www.aeas.es</a>
Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR)	<a href="http://www.aedyr.eu">www.aedyr.eu</a>
Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua a Poblaciones (AGA)	<a href="http://www.asoaga.com">www.asoaga.com</a>
Asociación Española de Empresas de Tecnologías del Agua (ASAGUA)	<a href="http://www.asagua.es">www.asagua.es</a>
Asociación Tecnológica para el Tratamiento del Agua (ATTA)	<a href="http://www.attagua.com">www.attagua.com</a>
Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos (TECNIBERIA)	<a href="http://www.tecniberia.es">www.tecniberia.es</a>

## SERVICIO

### 3.6.3 REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN: ASPECTOS PRINCIPALES Y DESTACADOS EN LA EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

#### TECNOLOGÍAS

En reutilización se lleva a cabo la operación y el mantenimiento de sofisticadas infraestructuras dotadas de procesos físico-químicos, tanto convencionales de floculación-decantación, coagulación-filtración, como avanzados como los de separación y afino por membranas (microfiltración, ultrafiltración), incluyendo los de ósmosis inversa, y de novedosos sistemas de desinfección (ultravioletas, etc.).

Por tanto, todas las técnicas de modelización de procesos, de control industrial, telemando, telecontrol, vigilancia mediante sensores de calidad “on line”, etc. son empleadas para asegurar la adecuada operación de estos sistemas. Asimismo, las técnicas de mantenimiento programado, preventivo y predictivo aplicadas a las complejas instalaciones electro-mecánicas y a la sofisticada instrumentación electrónica empleada permiten asegurar el comportamiento y la vida útil de estos activos.

El control de la calidad de las aguas regeneradas, tanto en su producción como en el momento de su uso y aplicación, es fundamental (parámetros físicos, químicos y bacteriológicos) y condición básica de seguridad del empleo de estas aguas.

#### INFRAESTRUCTURAS

Las infraestructuras en regeneración (plantas de regeneración, terciarios o de aguas para reutilización) se encuentran normalmente asociadas a las depuradoras de aguas residuales (EDAR) y están conformadas por las instalaciones de tratamiento terciario o de afino y preparación de agua depurada para su empleo en otros usos distintos del consumo humano (riegos de jardines, de producción agrícola, refrigeración, etc.)

En cuanto al transporte, la forman las conducciones necesarias para entregar el agua regenerada al usuario de reutilización. Usualmente son tuberías enterradas en régimen hidráulico de presión, diseñadas con especificaciones diferentes a los sistemas tradicionales de abastecimiento con la finalidad de evitar errores de identificación (dadas las características del agua regenerada, no apta para el consumo humano).



**Ilustración 3: Bastidores de ultrafiltración y ósmosis inversa en la EDAR de la Cuenca Media-Alta del Arroyo Culebro (Madrid).**

## ALGUNOS EJEMPLOS DE CASOS DE ÉXITO

-Sistema de Reutilización de Madrid:

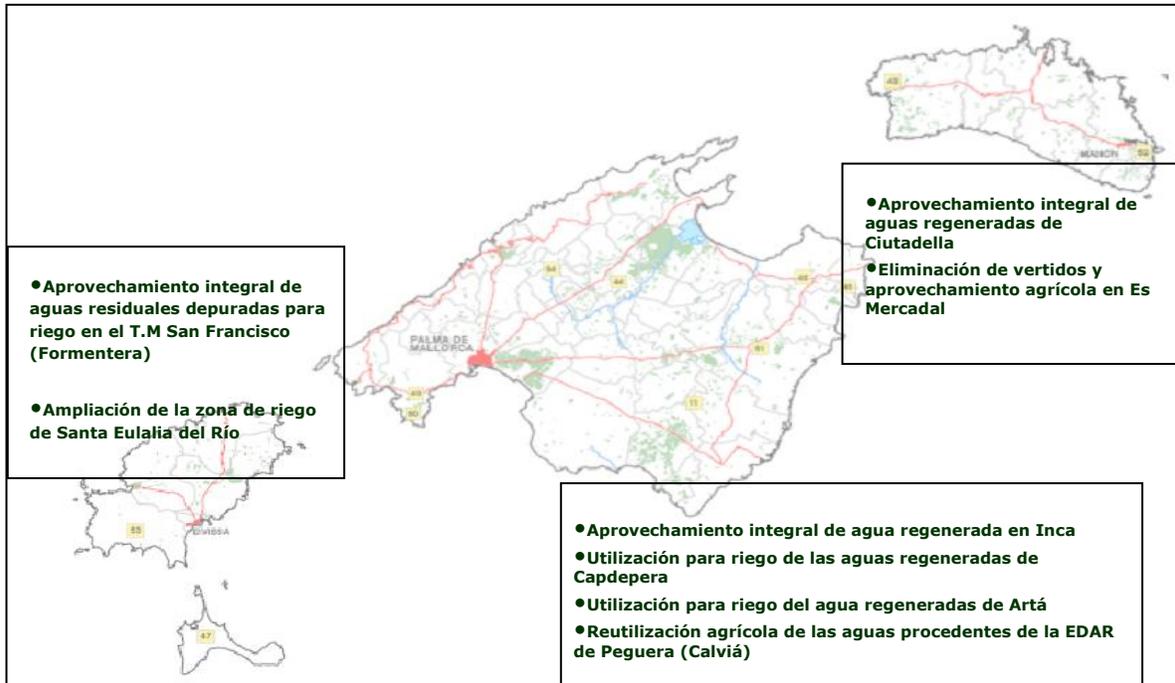
- <http://www.canalgestion.es/es/gestionamos/>
- <http://www.retema.es/articulos-reportajes/planta-de-tratamiento-terciario-avanzado-en-la-edar-de-la-cuenca-media-alta-del-arroyo-culebro-madrid>



**Ilustración 4: Uno de los principales aprovechamientos del agua regenerada es en el riego de cultivos.**

-Modernización de regadíos con aguas reutilizadas en las Islas Baleares:

Obras promovidas por la Subdirección General de Regadíos y Economía del Agua del MAGRAMA. Reutilizan el 30% de las aguas depuradas en las Islas para riego agrícola. Se aprovecha el fuerte potencial de producción de aguas depuradas del sector turístico para complementar la escasez de recursos destinada al sector agrícola (marginal). Las primeras actuaciones datan de 1975 por lo que la experiencia actual es amplia y sólidamente contrastada. Aparecen obras ejecutadas y en explotación en todas las islas (Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera).



**Ilustración 5: Resumen de las actuaciones realizadas en la modernización de regadíos con aguas reutilizadas en las Islas Baleares.**

### MÁS INFORMACIÓN:

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Dirección General del Agua	<a href="http://www.magrama.gob.es/es/agua">http://www.magrama.gob.es/es/agua</a>
Aguas de las Cuencas Mediterráneas (ACUAMED)	<a href="http://www.acuamed.com">www.acuamed.com</a>
Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS)	<a href="http://www.aeas.es">www.aeas.es</a>
Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR)	<a href="http://www.aedyr.eu">www.aedyr.eu</a>
Asociación Española de Empresas Gestoras de Servicios de Agua a Poblaciones (AGA)	<a href="http://www.asoaga.com">www.asoaga.com</a>
Asociación Española de Empresas de Tecnologías del Agua (ASAGUA)	<a href="http://www.asagua.es">www.asagua.es</a>
Asociación Tecnológica para el Tratamiento del Agua (ATTA)	<a href="http://www.attaqua.com">www.attaqua.com</a>
Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos (TECNIBERIA)	<a href="http://www.tecniberia.es">www.tecniberia.es</a>