

Ciclo integral del agua en España Potabilización, depuración y reutilización

Cuadernos sectoriales. Enero de 2007.



Ciclo
del agua

01

La potabilización de las aguas

Resumen ejecutivo

Uno de los objetivos prioritarios de los responsables en materia hídrica es dotar a la población de agua para abastecimiento con garantía tanto en cantidad como en calidad.

Las aguas superficiales normalmente no son potables ya que, además de su composición química derivada de la naturaleza del terreno que atraviesan, están generalmente contaminadas por vertidos de tipo urbano, industrial y agrícola, y sobre todo con contaminación bacteriológica. Es decir, estas aguas contienen materia en suspensión, materia orgánica disuelta, organismos patógenos y ciertos minerales y por tanto, necesitan un tratamiento previo a su distribución y suministro.

Las aguas subterráneas, por el contrario, no suelen contener materia en suspensión, materia orgánica y nulas o bajas concentraciones de organismos patógenos pero si tienen hierro, manganeso, amonio, nitratos, minerales tóxicos y a veces, alta salinidad.

Por ello, las aguas superficiales, generalmente requieren tratamientos de potabilización con esquemas que incluyen las etapas de floculación coagulación, decantación, filtración y desinfección, mientras que las aguas subterráneas precisan tratamientos más específicos.

Para corregir estos problemas y evitar riesgos a la salud pública, la mayor parte de los países cuentan con normas precisas que regulan la calidad del agua para el consumo humano.

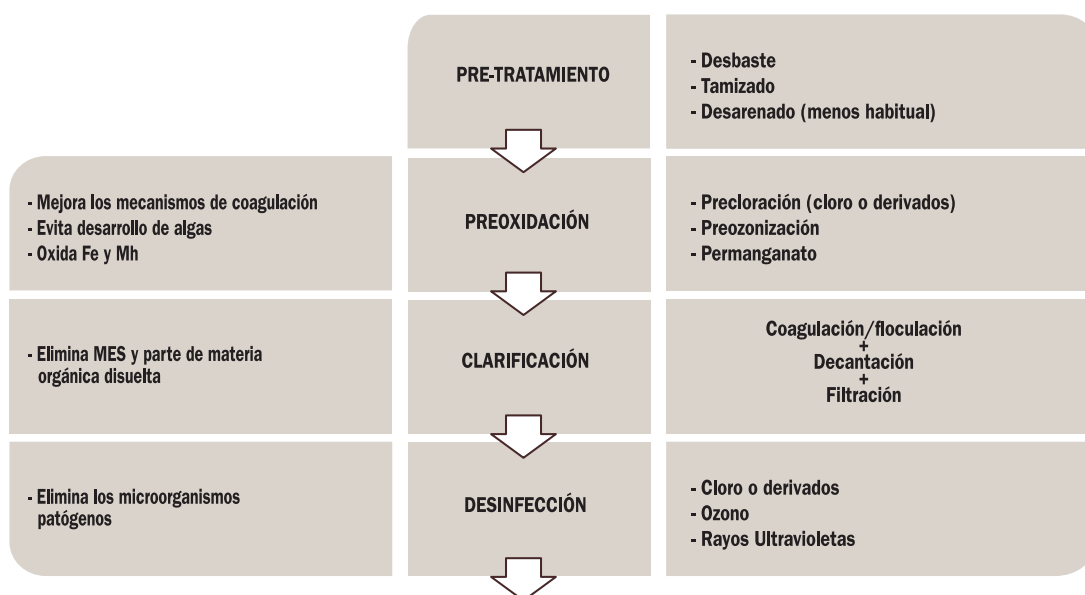
Europa ha legislado en este sentido, y así publicó en 1980 la Directiva 80/778/CEE para evitar la gran disparidad entre las disposiciones aplicables en los diferentes Estados Miembros. La Directiva separaba los parámetros en diferentes grupos: organolépticos, físicoquímicos, relativos a sustancias no deseables, relativos a sustancias tóxicas y microbiológicos, con un total de 62 indicadores para los que se establecían niveles guías y concentración máxima admisible.

Posteriormente, ante la evolución de los conocimiento-científico-técnicos, el avance de los métodos analíticos y, como no, mayores exigencias sociales, se ha elaborado un nuevo marco legal más acorde con una adecuada protección de la salud de los consumidores: la Directiva 98/83/CEE que modifica la anterior, reduciendo el número de parámetros e incorporando otros con concentraciones admisibles más exigentes.

La potabilización en España

España ha publicado el Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, adecuando así a la legislación española la normativa comunitaria.

Tradicionalmente, el tratamiento del agua obedece a un esquema clásico ya que, al abastecerse los municipios generalmente con aguas superficiales, se incluyen habitualmente las siguientes etapas:



Ahora bien, en el esquema de la potabilización cada vez se hace más necesario acometer etapas de afino o complementarias ya que es más frecuente la presencia en el agua de detergentes, nitratos, pesticidas, orgánicos, etc., que no pueden ser reducidos o eliminados en una planta de tratamiento clásico.

Las normas cada vez más exigentes como se desprende de la nueva Directiva europea (98/83/CEE) y los métodos analíticos, actualmente capaces de detectar y medir la presencia de determinados compuestos antes ignorados, obliga a replantear y revisar la eficacia de los tratamientos convencionales existentes.

Han sido ya muchas plantas de tratamiento (en adelante, ETAP) que desde hace ya más de una década, a partir de la publicación de la nueva legislación, más exigente con trihalometanos, pesticidas, u otros compuestos orgánicos han incorporado el ozono como agente oxidante y desinfectante, los sistemas de preoxidación para la reducción de hierro y manganeso, e incluso, el empleo de carbón activo, bien en polvo bien en etapa de filtración, para la reducción de materia orgánica. Además, se están revisando y modificando aquellas instalaciones que deben incorporar nuevos procesos para adaptar la calidad del agua a las citadas exigencias.

Nuevas tecnologías

Ante las mayores exigencias y controles derivados de la aplicación de la nueva legislación, será necesario introducir sistemas complementarios o incluso alternativos a los existentes en función de la calidad del agua de origen. Será necesario afrontar, pues, el reto de nuevas tecnologías y, sobre todo, la aplicación de sistemas de tratamiento multibarrera para conseguir un agua con total garantía de calidad.

Así, el avance en:

- Optimización de la clarificación
- Sistemas de adsorción (carbón activo, resinas, etc.)
- Filtración biológica
- Procesos de membranas (ultrafiltración, nanofiltración, etc.)

Será fundamental en un futuro próximo en España, plantas de tratamiento como Abrera, Almodovar-Algodor y Atabal son pioneras en la incorporación de nuevas tecnologías aplicables a las aguas potables para la reducción de trihalometanos, sulfatos y salinidad.

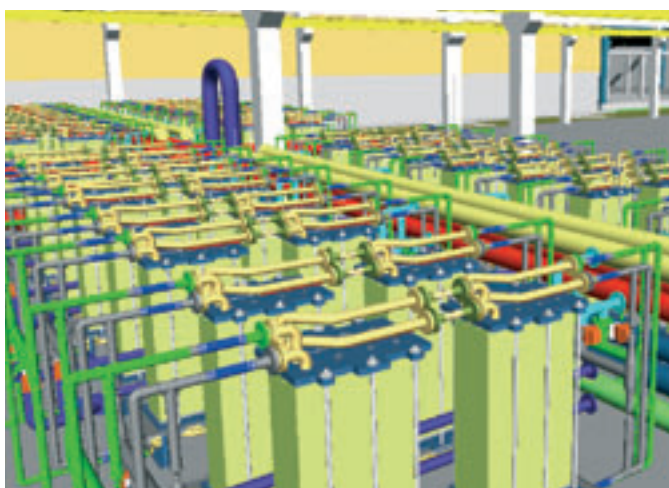
Actuaciones de potabilización

PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS DE ABRERA (BARCELONA)

La ETAP de Abrera tiene una capacidad de tratamiento de 3m³/seg de agua del río Llobregat.

El esquema inicial de la instalación es:

- Desbaste
- Preoxidación
- Desarenado
- Coagulación, floculación y decantación
- Filtración por arena
- Filtración por carbón activo
- Cloración



La aparición del Real Decreto 140/2003 sobre calidad de aguas potables ha provocado la necesidad de implementación de la tecnología de membranas para conseguir alcanzar los niveles exigidos a los trihalometanos (THM) que se forman al clorar agua con materia orgánica y altos contenidos de bromuros.

La electrodiálisis reversible (EDR) es un proceso de separación electrolítico en el que los iones son transferidos a través de membranas semipermeables desde una solución menos concentrada a otras más concentradas por efecto de un campo de corriente continua.

Después de una fase de ensayos en planta piloto se decidió la construcción de una EDR, capaz de producir 200.000 m³/día de agua, producto que la convertirá en la más grande del mundo con esta tecnología. El tratamiento mediante EDR garantizará no sólo concentraciones inferiores a 100 µg/l de THM en la red de distribución en cualquier época del año, sino que supondrá una barrera de alta eficacia en la retención de microcontaminantes inorgánicos en caso de contaminantes puntuales.

Las características del proceso de EDR reducen las necesidades de pretratamiento y, teniendo en cuenta el tratamiento de la ETAP existente, sólo se prevé incluir una filtración de cartuchos de seguridad.

El postratamiento consistirá en una remineralización con lechos de calcita con dosificación de CO₂.

PLANTA POTABILIZADORA DE ALMOGUERA - ALGODOR

La ETAP de Almoquera - Algodor se proyecta con capacidad de tratamiento de 2.400 l/seg para el abastecimiento de la zona sur de la Comunidad de Madrid.

El agua es captada del río Tajo con elevadas concentraciones de sulfatos (hasta 700 ppm) y sólidos totales disueltos de más de 1.200 ppm.

La línea de tratamiento, de esta ETAP incorpora un sistema para la reducción de sulfatos hasta las 250 mg/l exigidos por la normativa vigente, mediante un proceso de ósmosis inversa precedido de un sistema de ultrafiltración por membranas sumergidas de fibra hueca para conseguir un agua adecuada para alimentar a las membranas (SDI < 3).

Por lo tanto, el esquema general de la planta consta de:

- Tamizado mediante tamices rotativos
- Preozonización
- Flocculación, coagulación y decantación lamelar
- Ultrafiltración y ósmosis inversa de una parte del caudal ultrafiltrado
- Estabilización del pH del agua y desinfección por cloraminas

Asimismo, la planta incorpora un sistema de tratamiento de fangos por flotación y deshidratación mecánica mediante centrifugación.



PLANTA POTABILIZADORA DE VALMAYOR (MADRID)

La planta de tratamiento de aguas de Valmayor, del Canal de Isabel II, tiene una capacidad para 6 m³/sg encontrándose actualmente en fase de ampliación hasta 12 m³/sg para adecuar así la capacidad de suministro de agua del sistema general de abastecimiento debido al fuerte crecimiento de la demanda experimentado en la Comunidad de Madrid.

Se convierte así esta instalación en la mayor potabilizadora de España y en una de las más grandes de Europa.

El esquema de tratamiento es el siguiente:

- Sistema de preozonización
- Tratamiento físico-químico
- Decantación lamelar
- Filtración por arena
- Postozonización
- Filtración por carbón activo
- Estabilización de pH
- Desinfección por cloraminas

Se completa la instalación con un sistema de tratamiento de los lodos producidos, mediante espesamiento por flotación y deshidratación por centrifugación.



Depuración de aguas residuales

Resumen ejecutivo

La actividad humana viene ejerciendo un significativo impacto sobre los recursos hídricos ya que los ríos, en particular los ríos españoles, son muy vulnerables a la contaminación tanto urbana como industrial.

La degradación ambiental provocada por los vertidos contaminantes ha originado un profundo cambio en las estrategias del control de la calidad de las aguas a nivel europeo, que acaba trasladándose a los Estados Miembros.

En la Conferencia Ministerial de la EU sobre el Medio Ambiente que tuvo lugar en Frankfurt en 1988 se trazaron las grandes líneas en materia de política comunitaria que se han venido desarrollando a partir de los años noventa. Pieza clave de esa nueva política fue la aprobación de la Directiva Europea 91/271, sobre "Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas", que regula la implantación de sistemas de depuración en las aglomeraciones urbanas según determinados escenarios temporales, de acuerdo con su tamaño y zona de vertido (ver cuadro adjunto).

La depuración de las aguas consigue varios objetivos:

ESCENARIO I: antes del 31 de diciembre de 1998
Aglomeraciones > 10.000 hab.eq en zonas sensibles

ESCENARIO II: antes del 31 de diciembre de 2000
Aglomeraciones > 15.000 hab.eq en cualquier zona

ESCENARIO III: antes del 31 de diciembre del 2005
Resto de aglomeraciones afectadas por la Directiva

- Cumplimiento de objetivos ambientales de acuerdo con la normativa que regula los vertidos y la calidad del agua
- Aumento de los recursos hídricos disponibles de calidad, ya que una de las razones por las que los recursos disponibles no son utilizables es su deficiente calidad
- Viabilidad de la reutilización de los efluentes depurados a través de procesos de regeneración

La depuración en España

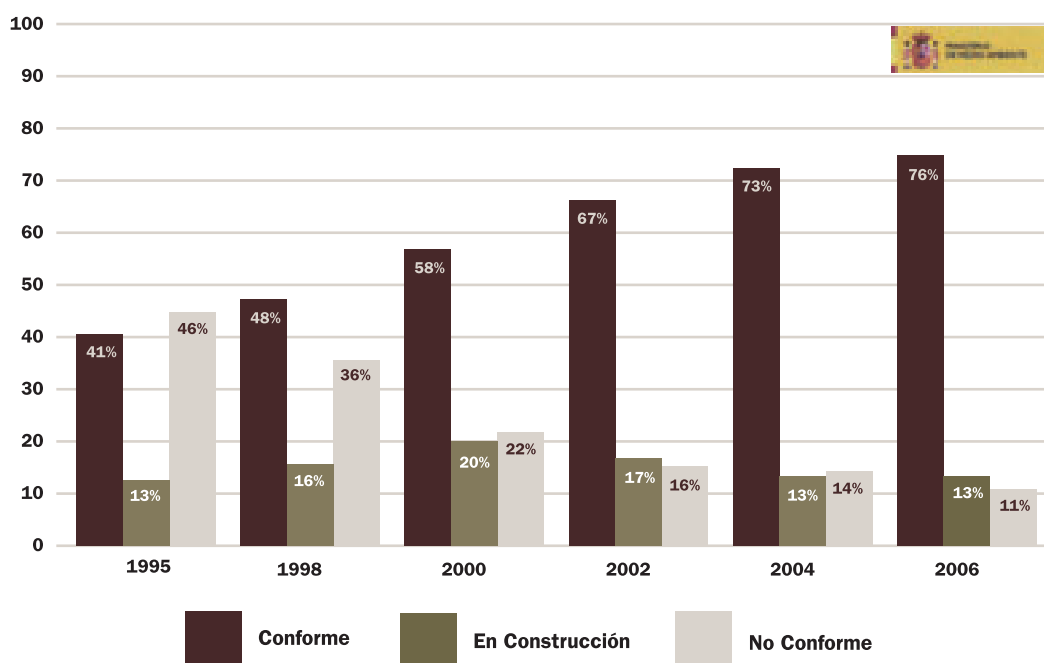
En España, la depuración se inicia en la década de los setenta con la construcción de plantas de depuración en algunas aglomeraciones urbanas, sin que dicha iniciativa obedeciera a ningún plan u objetivo emanado de una política medioambiental a nivel nacional.

A finales de los años setenta y comienzos de los ochenta se inician los primeros planes de saneamiento y depuración, desarrollados tanto en áreas de especial interés turístico (Costa Brava, Islas Baleares) como las de grandes ciudades como Madrid, que serán el principio de actuaciones posteriores como las acometidas en Sevilla, Valencia, Bilbao o los planes integrales de recuperación de ríos como el Nalón y el Nora en Asturias.

No obstante, es a raíz de la promulgación de la Directiva 91/271 y la consiguiente puesta en marcha del Plan Nacional de Depuración (1995) cuando se da el definitivo impulso a la depuración de las aguas residuales urbanas en España. En efecto, dicho plan ha hecho posible la construcción y gestión de infraestructuras de saneamiento y depuración, que en el año 2005 afectaban a más de sesenta y cinco millones de habitantes equivalentes con más de 2.000 depuradoras en funcionamiento.

Para cumplir con los objetivos trazados en el Plan Nacional de Depuración, en la última década se han acometido importantes actuaciones, algunas que implican la construcción de grandes instalaciones capaces, cada una, de tratar la contaminación de más de un millón de habitantes, como es el caso de Madrid (Edar de Gavia, Culebro I y II), Barcelona (Llobregat y Besòs) y Bilbao (Edar Galindo), así como otras, igualmente de gran tamaño, como A Coruña, Salamanca, Murcia, Alicante, Mallorca, etc.

Evolución del cumplimiento del Plan Nacional Saneamiento y Depuración 1995-2006



Esta situación actual, que implica que pronto se alcanzará un grado de conexión a sistemas de depuración operativos que abarca al 90% de la población, nos permite verificar la mejora producida en los índices de calidad de las aguas superficiales, tanto continentales como costeras (agua de baño), lo que, además de ser un objetivo en sí mismo, contribuye a una mejor adecuación de nuestros recursos hídricos a sus diferentes usos, incluidos los recreativos. Así, de acuerdo con los últimos datos del MIMAM, la construcción de depuradoras ha mejorado sustancialmente los niveles tanto de oxígeno disuelto como de la DBO 5 ya que, si al inicio del plan de depuración sólo el 40% de las estaciones de control medían valores de DBO.5 menores de 3 ppm, al cierre de dicho plan (2005), el porcentaje había alcanzado el 85%.

Tecnologías de depuración

Las tecnologías de depuración aplicables en cada caso estarán en relación con el grado de calidad exigible en las aguas depuradas, en función de los diferentes objetivos que quieran alcanzarse.

<p>ZONA NORMAL TRATAMIENTO SECUNDARIO</p>	<p>DBO<25ppm DQO<125ppm MES<35ppm</p>	<p>70-90% 75% 90%</p>
<p>ZONA SENSIBLE (eutrofización) TRA. MÁS RIGUROSO</p>	<p>Ptotal<2ppm <1ppm Ntotal<15ppm <10ppm</p>	<p>10.000-100.000 hab-eq >100.000 hab-eq 10.000-100.000 hab-eq >100-1000 hab-eq</p>
<p>ZONA MENOS SENSIBLE TRAT. PRIMARIO</p>	<p>DBO reducción 25% MES 50%</p>	
<p>Directiva 91/271/CEE</p>		

En España, y de acuerdo con lo anterior, la mayor parte de las instalaciones de depuración han sido proyectados según el concepto general de "tratamiento secundario", siendo el proceso de fangos activos el más común.

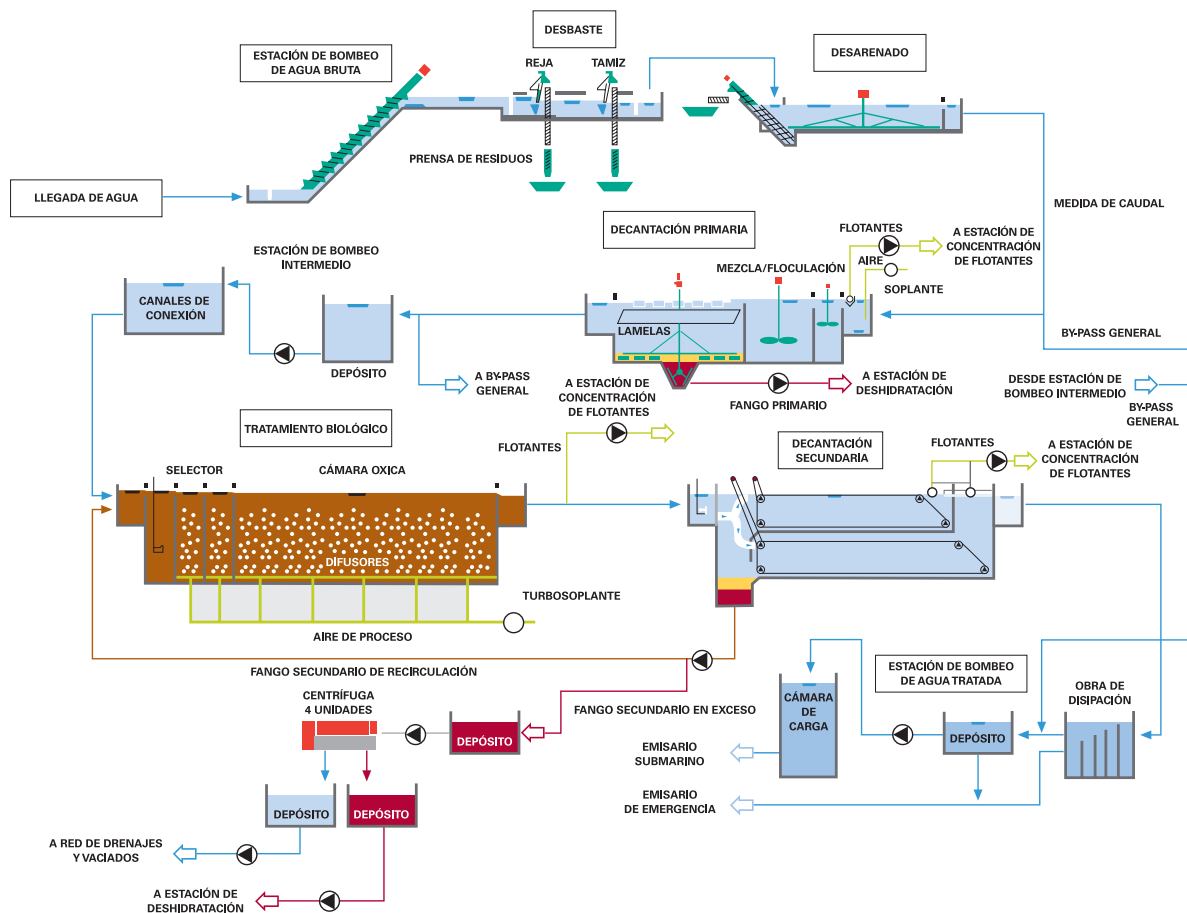
No obstante, la declaración de zonas sensibles, de acuerdo con el criterio de eutrofización, obliga a la implantación de tratamientos más rigurosos, con la incorporación de procesos de reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) hasta los niveles que se reflejan en el cuadro adjunto. Alrededor de 6 millones de habitantes equivalentes cuentan con sistemas de depuración que incluyen tecnologías de eliminación de nitrógeno por vía biológica y de reducción de fósforo, tanto por vía biológica como por procedimientos físico-químicos.

Esta situación ha dado lugar a una interesante evolución tecnológica, en la que ha jugado un papel significativo el estudio, mediante plantas piloto, de la configuración o esquema de tratamiento más idóneo.

Recientemente, además, se han incorporado otras tecnologías en los sistemas de depuración, como son los filtros biológicos (caso de Benalmádena) o el empleo de membranas mediante proceso MBR (caso de San Pedro de Pinatar) en el tratamiento biológico, que no solamente permiten reducir la superficie de ocupación necesaria, sino que simplifican el tratamiento posterior de los fangos y mejoran notablemente la calidad del agua depurada.

Por su parte, los sistemas de bajo coste como lagunajes, filtración sobre el terreno, etc., son de aplicación únicamente en aquellos casos en que los caudales y la carga a tratar sean esencialmente urbanos provenientes de aglomeraciones pequeñas, y que se disponga de terreno suficiente, además de otras consideraciones de tipo ambiental. Para el tratamiento de los fangos generados en la depuración se utilizan normalmente los procesos de estabilización y deshidratación, que tienen como finalidad su minimización y, sobre todo, la ausencia de riesgos sanitarios, malos olores, etc.

Finalmente, la valorización agrícola, por medio de compost, y la energética, a través de un sistema de secado térmico, son procesos que también se incorporan en las instalaciones de depuración.



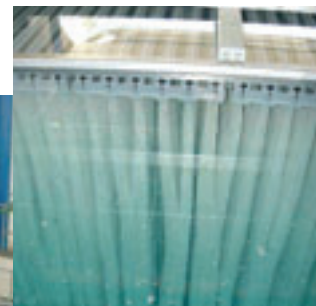
El reto del futuro

Está en marcha un nuevo Plan de Depuración (2006-2015) que tiene como objetivo fundamental continuar el anterior plan para abordar retos como:

- Ampliación de instalaciones para afrontar el incremento de carga
- Modificación de plantas depuradoras con tecnologías ya obsoletas o amortizadas técnicamente
- Incorporación de tratamientos avanzados en las nuevas zonas sensibles, que pasarán a afectar a más de veinticinco millones de habitantes equivalentes
- Otras medidas como la incorporación de tanques de tormentas, depuración en aglomeraciones pequeñas de tipo rural, etc

Con el desarrollo de todas estas actuaciones se estará, además, en condiciones de cumplir con las exigencias de la Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, que pretende alcanzar el buen estado de las masas de agua para el año 2015.

El desafío técnico y económico que implican estos planes de depuración suponen un gran incentivo para las empresas del sector de tratamiento de agua que, de esta manera, consiguen una gran capacidad innovadora y de desarrollo tecnológico, resultando fortalecidas y muy competitivas en el mercado exterior.



Actuaciones de depuración

DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE ARROYO CULEBRO (COMUNIDAD DE MADRID)

Los nuevos desarrollos urbanísticos en la zona sur del Área Metropolitana de Madrid han hecho necesaria la acometida de dos importantes actuaciones en materia de depuración:

- EDAR Culebro I, con capacidad para 1,5 m³/seg, tratará las aguas de diversos municipios como Humanes, Parla, Fuenlabrada, Leganés, etc.
- EDAR Culebro II, con capacidad para tratar 2 m³/seg se ocupará de las aguas de Pinto, Getafe y también Alcorcón.

Las dos depuradoras se integran en un mismo sistema, actuando una de ellas (Culebro II) como instalación de cola, admitiendo los caudales excedentes de la instalación aguas arriba.

La carga orgánica depurada por ambas equivale a una población de dos millones y medio de habitantes que, unido a que el sistema de tratamiento adaptado en ambos casos, permite una importante reducción de fósforo y nitrógeno. El impacto sobre la calidad de agua de la cuenca del Tajo, debido a estas actuaciones, es muy positivo.



ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE LA GAVIA (MADRID)

La EDAR de La Gavia es la última de las instalaciones depuradoras construidas para la depuración de las aguas de la ciudad de Madrid.

El conjunto de plantas existentes (ocho) dan cobertura a una población cercana a los ocho millones de habitantes de los que La Gavia cubre alrededor de un millón, con una capacidad de diseño de caudal medio 2 m³/seg.

La línea de tratamiento ha incorporado un sistema de tratamiento biológico avanzado, basado en la eliminación de nutrientes hasta una reducción del 85% de nitrógeno y fósforo, cumpliendo con las exigencias de la normativa europea para zonas sensibles.

La depuradora que se puso en marcha en el año 2005 incluye también un proceso de regeneración del efluente por medio de un sistema de filtración y desinfección por rayos ultravioletas (UV) para la reutilización en el riego de parques y jardines y en el baldeo de calles.



DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE BESÓS (BARCELONA)

La depuradora de aguas residuales Besós tiene una capacidad de diseño para medio millón de metros cúbicos diarios y depura una carga equivalente a 2,8 millones de habitantes en los municipios de Badalona, Santa Coloma, San Adriá del Besós y parte de Barcelona.

La instalación, diseñada de acuerdo con los condicionantes del espacio con sistemas de tratamientos compactos, se sitúa debajo de una plaza pública. Las dimensiones la hacen equiparable a las plazas de Tiananmen (Pekín), Zocalo (México) o la Plaza Roja (Moscú).

El esquema de depuración se basa en tecnologías innovadoras, empleando decantación primaria con lamelas, espazamiento incorporado y decantación secundaria con doble piso, así como un cuidado sistema de tratamiento de olores.

Finalmente, el agua depurada es vertida al mar mediante un emisario submarino de casi tres kilómetros de longitud, a 55 metros de profundidad. Los fangos sufren un proceso de deshidratación y, posteriormente, son secados térmicamente.



DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE BAIX-LLOBREGAT (BARCELONA)

La depuración de las aguas residuales de ocho municipios del sur del área metropolitana de Barcelona así como una parte significativa de la propia ciudad, está permitiendo una rápida recuperación del último tramo del río Llobregat. Asimismo, gracias a la disminución de vertidos directos al río y al mar, ha sido posible recuperar el uso de las playas, al alcanzar el agua niveles de calidad apta para el baño, y el delta del río, garantizando la existencia de un espacio natural.

La capacidad de tratamiento de la planta depuradora es de 420.000 m³/día y depura una carga contaminante equivalente a más de dos millones de habitantes.

La línea de tratamiento del agua sigue un proceso convencional de depuración por fangos activos, posteriormente modificado para la reducción de nutrientes (fósforo y nitrógeno).

En cuanto al tratamiento de los fangos producidos, se ha diseñado una instalación compleja que incluye los procesos de estabilización (digestión anaerobia) y deshidratación mecánica, seguido de un secado térmico con cogeneración de energía. Con el secado térmico se consigue minimizar la cantidad de fango, repercutiendo en una mejor operación de manejo y uso final del mismo. Por otra parte, la aplicación de la cogeneración en el esquema permite aprovechar tanto energía eléctrica como calorífica, lo que significa una importante reducción de los costes de explotación.

Las aguas residuales depuradas se someten finalmente a un proceso de regeneración para riego agrícola, alimentación de zonas húmedas y dotación de caudal ecológico al río Llobregat. Los caudales no reutilizados se vierten en el mar mediante un emisario submarino de más de tres kilómetros de longitud a 60 metros de profundidad.



ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS DE BENALMÁDENA (MÁLAGA)

La depuradora de aguas residuales de Benalmádena se diseña para atender una zona costera de gran interés turístico, por lo que la calidad del efluente que vierte al mar cobra una gran relevancia. La estacionalidad de la población, que multiplica prácticamente por dos los habitantes en temporada alta (hasta 275.000 h-eq.), unido a la escasa disponibilidad de espacio y a un entorno muy urbanizado, han condicionado la tipología y el diseño de la instalación. En base a todo ello, se ha diseñado una planta con filtros biológicos sumergidos que minimiza las necesidades de espacio ubicando toda la línea de tratamiento del agua en un único edificio.

La depuradora, con capacidad para tratar 40.000 m³/día en temporada alta, cuenta con un pretratamiento (desarenado y tamizado), cámara de biofloculación, decantación primaria lamelar y tratamiento biológico compuesto por un sistema de filtración de lechos sumergidos en dos etapas.

El tratamiento de los fangos se lleva a cabo a través de etapas de espesamiento dinámico, digestión anaerobia y deshidratación mecánica por centrifugación.

Finalmente, se incorpora un tratamiento terciario para un caudal de 10.000 m³/día mediante filtración y posterior desinfección por rayos ultravioleta. El agua así regenerada es reutilizada en el riego de cultivos y campos de golf. En esta instalación merece destacar el sistema de desodorización, diseñado para tratar más de 100.000 m³/h de aire mediante torres de absorción con lavado químico, con el fin de evitar un impacto negativo en la zona urbanizada próxima.



La reutilización de las aguas residuales

El concepto de reutilización

La reutilización es un componente intrínseco del ciclo natural del agua, ya que las aguas residuales vertidas a los cauces públicos, tras su dilución con los caudales circulantes, son reutilizadas aguas abajo por otros aprovechamientos.

Ahora bien, el concepto de reutilización directa, de acuerdo con la definición utilizada en nuestra legislación, es "aquella que habiendo sido ya utilizada el agua por quien la derivó y antes de su devolución a cauce público, fuera aplicada a otros diferentes usos sucesivos". Se trata por tanto de un aprovechamiento de los efluentes depurados tras un proceso de "regeneración", sin que medie vertido a cauce público.

El porqué de la reutilización de las aguas residuales.

Las aguas regeneradas se consideran como recurso "no convencional" en determinadas áreas, para paliar el problema de disponibilidad de recursos hídricos provocado por las demandas generadas por los usos consuntivos que superan la oferta de recursos naturales.

Si la alternativa a las aguas residuales depuradas es su vertido al mar, se genera una gran presión sobre este recurso para su aprovechamiento en aquellos usos que requieren una calidad menos exigente que la que corresponde a las aguas para el abastecimiento público, pudiéndose mediante esta práctica rescatar o liberar caudales de mejor calidad para los usos más exigentes.



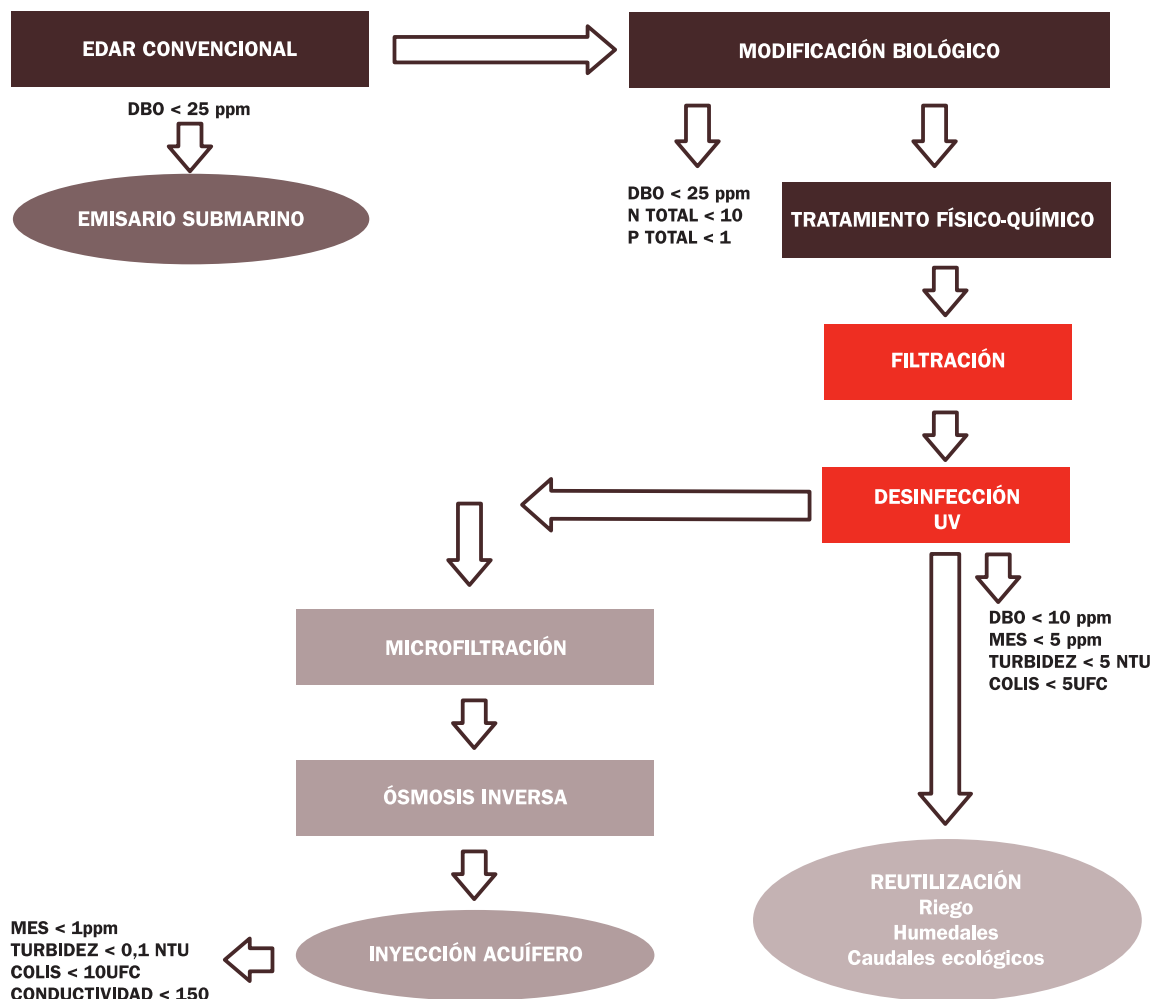
Así, bajo la perspectiva de una gestión sostenible del agua, principio inspirador de la nueva política europea cuyo máximo exponente es la Directiva Marco del Agua (DMA), la reutilización de las aguas regeneradas cuenta con diversas ventajas:

- Incrementa los recursos existentes
- Mejora la gestión de los recursos hídricos ya que permite utilizar aguas de mejor calidad en usos que lo requieren
- Proporciona una garantía de fiabilidad y regularidad de recursos disponibles

Es importante, no obstante, atender a los siguientes aspectos:

- Riesgo sanitario que debe minimizarse a través de una normativa reguladora
- Aceptación pública ligada generalmente a la garantía de calidad
- Costes asociados a los procesos de regeneración y distribución de agua para su reutilización

Juegan, por tanto, un papel primordial las tecnologías aplicables en cada caso, que tienen que ser fiables y capaces de conseguir que el agua regenerada cumpla los requisitos exigidos, incluso los más exigentes y a costes razonables competitivos con otro tipo de recursos.



Fuente *DEPURBAIX*

Tecnologías aplicables a la reutilización

Para alcanzar una calidad bacteriológica compatible con el mínimo riesgo, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

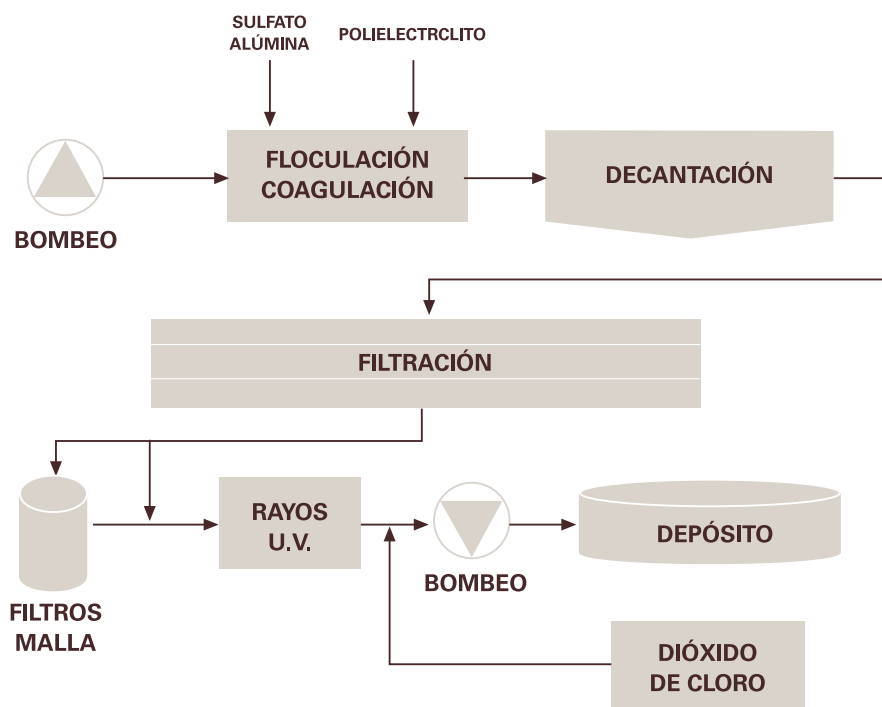
- El agua residual depurada y "regenerada" debe contener baja concentración de sólidos en suspensión previamente a la desinfección
- En algunos casos debe recomendarse baja turbidez como indicador de escasa o nula presencia de virus
- Debe aplicarse una buena desinfección al agua residual

Por lo tanto, hay que diseñar aquellos tratamientos capaces de alcanzar la calidad de materia en suspensión, turbidez y calidad bacteriológica compatible con los valores exigidos a dichos parámetros indicadores, en función de los usos previstos en la reutilización del agua.

Considerando por tanto los objetivos anteriormente señalados, se debe prever la inclusión de tecnologías de:

- Filtración, que eliminará sólidos (incluidos algunos patógenos) y preparará adecuadamente al agua residual para la siguiente etapa
- Desinfección, que permitirá pasar de unas concentraciones de $10^5 - 10^6$ EC a $10^2 - 10^4$ (o incluso inferior) en función del uso del agua

Convendría señalar que los sistemas de filtración pueden (y en ocasiones es aconsejable) ir precedidos de un proceso de tratamiento físico-químico, ya que, por un lado, este proceso permite regular y homogeneizar la calidad del efluente del tratamiento secundario y, por otro, mejorar el funcionamiento y rendimiento de la etapa de filtración.



Surgen además, como alternativa, los sistemas de membranas, que presentan un buen rendimiento en función del tamaño del poro. Dichos sistemas se comportan como una barrera física que impide el paso de elementos con un tamaño superior al de los poros, y por tanto también para las bacterias y virus. Ahora bien, aunque estos sistemas permiten una buena calidad del efluente, se aconseja generalmente y como seguridad la inclusión de un etapa de desinfección posterior.

En cualquier caso, el esquema del tratamiento de regeneración a implantar deberá estudiarse caso a caso y será función de la calidad exigida y, por tanto, de los usos del agua a reutilizar.

La reutilización de las aguas residuales depuradas en España

La reutilización de las aguas residuales requiere, en la mayoría de los casos, tratamientos adicionales de regeneración para minimizar los posibles riesgos sanitarios y es por tanto imprescindible una normativa que regule el uso del agua e imponga las características cualitativas para los diferentes usos.

El Ministerio de Medio Ambiente (en adelante, MIMAM) ha redactado una propuesta sobre criterios de calidad de las aguas regeneradas en la que propone límites para los parámetros e-coli, turbidez, sólidos en suspensión y huevos de nemátodo, en función de usos como riego de cultivos, campos de golf, parques y jardines, baldeo de calles, recarga de acuíferos, etc. (ver tabla adjunta)

	I	II	III
E-Colis	200 (*)	1.000	10.000
Turbidez	2 - 10	No se fija	No se fija
SS	10 - 20	35	35
Huevos de nemátodo	1 huevo / 10 L	1 huevo / L (**)	Sin límite (**)
Usos más representativos	<ul style="list-style-type: none"> -Riego de parques y campos de golf -Cultivos (consumo en crudo) -Usos recreativos (no baño) y fuentes ornamentales -Baldeo de calles -Frutales (riego por aspersión) 	<ul style="list-style-type: none"> -Cultivos (consumo no crudo) -Frutales (no aspersión) -Riego de pastos -Recarga por percolación 	<ul style="list-style-type: none"> -Refrigeración Industrial -Cultivos Industriales -Forrajes -Viveros -Flores ornamentales -Estanques ornamentales

CRITERIOS DE CALIDAD EN FUNCIÓN DE LOS USOS.MIMAM (PROPUESTA)

(*)Para la recarga por inyección directa y los usos urbanos residenciales se limitan los E-colis a 0 ufc/100 ml

(**) Para el indicador de huevos de nemátodos existen algunas excepciones a la tabla anterior:

-en la recarga por percolación no se fija límite

-en el riego de viveros,forrajes y flores ornamentales se fija en 1 huevo/l

En España, los primeros proyectos de reutilización se llevaron a cabo hace más de treinta años. Hoy se cuenta con 500 Hm³/año de recursos provenientes de aguas residuales regeneradas para hacer frente al déficit de recursos disponibles en zonas como Canarias, Baleares y el litoral mediterráneo de Valencia, Murcia y Andalucía, donde existe una significativa concentración de sistemas de depuración y la demanda es cada vez mayor en riego de cultivos, campos de golf, etc.

El uso más generalizado en el momento actual es el regadío, con más del 80% del total de agua reutilizada, mientras que los usos municipales (baldeo de calles y riego de parques y los usos en riego de campos de golf) representan un total del 12%, con una clara tendencia al alza.

Las previsiones para el futuro indican la posibilidad de llegar a 1.000 Hm³/año, si bien habrá que hacer un esfuerzo mayor para generar confianza en el usuario y que pueda percibir la reutilización como una práctica beneficiosa, asegurándole una calidad homogénea y aceptable para los usos a los que se vaya a destinar.

Las tecnologías aplicables en cada caso juegan un papel primordial y, una adecuada elección de la misma, así como una buena gestión del sistema, proporcionarán la garantía de calidad necesaria.



Actuaciones de reutilización

TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EDAR DE BENIDORM

El tratamiento de los efluentes depurados en la EDAR de Benidorm se ha proyectado para la reutilización de las aguas en el riego agrícola, debiendo garantizar no sólo la calidad bacteriológica acorde con la normativa, sino una conductividad inferior a 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Tales condiciones han aconsejado la inclusión de una etapa de ósmosis inversa y un sistema de pretratamiento de ultrafiltración mediante membranas sumergidas de fibra hueca.

Así pues, el sistema general incluye:

- Tamizado previo con filtros de 500 μ
- Ultrafiltración
- Proceso de desalación, mediante membranas de ósmosis inversa
- Desinfección final por rayos UV

La capacidad de producción total es de 24.500 m³/día.

Características del agua

Características del agua entrada	Características del agua tratada
D.B.O.5 30 mg/l	D.B.O.5 10 mg/l
S.S. 40 mg/l	S.S. 5 mg/l
Coliformes fecales 10 ⁵ u.f.c./100 cc.	Coliformes fecales < 200 u.f.c./100 cc.
Conductividad 3.800 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Conductividad 1.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$
	Huevos de helminto < 1 Huevo/litro



REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EDAR DEL BAIX-LLOBREGAT

El proyecto de reutilización de las aguas residuales del Baix-Llobregat pretende afrontar nuevos recursos para paliar el problema del déficit hídrico para usos ambientales, riego agrícola y recarga de acuíferos hasta un total de 50 Hm³/año.

Para ello, ha sido necesario modificar el tratamiento biológico de la EDAR existente para reducir nutrientes y diseñar un tratamiento de regeneración que incluya un tratamiento físico-químico, filtración y desinfección por rayos UV para el riego, mantenimiento de zonas húmedas y caudal ecológico.

Además, y para resolver el problema de la intrusión marina, se prevé utilizar parte del caudal para crear una barrera hidráulica, para lo cual el tratamiento de regeneración requiere un proceso complementario de microfiltración y ósmosis inversa que permita obtener un efluente de alta calidad. Dicha barrera permitirá recuperar la calidad de aguas subterráneas a través de pozos de inyección que elevarán el nivel del acuífero evitando la intrusión del agua del mar.



TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS EN ALICANTE

La estación depuradora de aguas residuales de Rincón de León (Alicante) tiene una capacidad de tratamiento de 50.000 m³/día de agua residual doméstica.

Ante la necesidad de contar con este recurso no convencional para el riego agrícola en la zona, se consideró oportuno llevar a cabo ensayos en planta piloto que establecen la mejor configuración de la planta de regeneración.

Teniendo en cuenta que el efluente de la depuradora convencional tiene una elevada conductividad (2.800 µs/cm), que debe rebajarse a 600 µs/cm para el riego, la instalación incluye fundamentalmente:

- Tratamiento físico-químico con decantación lamelar
- Membranas de ultrafiltración
- Ósmosis inversa hasta µs/cm
- Mezcla de agua osmotizada y agua ultrafiltrada

Características del agua entrada	Características del agua tratada
D.B.O.5 20 mg/l S.S. 30 mg/l Coliformes fecales 105 col/100 cc. Conductividad 2.800 µs/cm	D.B.O.5 10 mg/l S.S. 5 mg/l Coliformes fecales < 200 col/100 cc. Conductividad 600 µs/cm Huevos de helminto < 1 ud/litro

Anexo

Principales empresas españolas

ACCIONA AGUA

Acciona Agua nace en el 2006 como fruto de la fusión de Pridesa e Infilco, con más de 30 años de experiencia en el diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento de agua potable, depuradoras de aguas residuales, tratamientos para reutilización y plantas de desalación por ósmosis inversa.

Acciona Agua ha realizado más de 230 depuradoras de aguas residuales con una capacidad total de más de 6 millones de metros cúbicos diarios para una población equivalente a más de 20 millones de habitantes.

Referencias más significativas:

- Besòs (Barcelona) 500.000 m³/día
- Baix Llobregat (Barcelona) 420.00 m³/día
- La China (Madrid) 300.000 m³/día
- Cagliari (Cerdeña) 260.000 m³/día
- Málaga 210.000 m³/día
- Arroyo Culebro (Madrid) 170.000 m³/día

Acciona Agua basa su desarrollo en la innovación continua a través de un departamento propio de I+D+i. En el campo de la desalación, cuenta con más de 65 referencias con una producción superior a 1,75 millones de metros cúbicos diarios.

Acciona Agua ha construido un total de más de 95 plantas de tratamiento de agua potable con una capacidad total superior a 48m³/sg que abastecen a más de once millones de personas.

Destacan las instalaciones de:

- Valmayor (España) 12 m³/sg
- Pu-Dong (China) 4,6 m³/sg
- Santillana (España) 4 m³/sg
- Tres Cantos (España) 4 m³/sg
- Alcantarilha (Portugal) 3 m³/sg
- Zaragoza (España) 2 m³/sg
- Torrelaguna y Valmayor (Madrid, España)

BEFESA

Befesa constituye la cabecera del Grupo de Servicios Ambientales de ABENGOA. Es especialista en el diseño y construcción de infraestructuras para el ciclo integral del agua y la gestión de residuos. Desde principios de los años ochenta, con la puesta en marcha de la primera desaladora (Libia), Befesa se consolida en las actividades de desalación, depuración y reutilización.

Entre las referencias de depuración destacan:

- EDAR de Arroyo de La Vibora (Málaga) 79.500 m³/día
- EDAR de Llucmajor (Mallorca) 16.000 m³/día
- EDAR de Meco (Madrid) 15.550 m³/día
- EDAR de Rincón de la Victoria 15.000 m³/día
- EDAR de Navalcarnero (Madrid) Tratamiento de fangos

Asimismo, ha ejecutado las infraestructuras de regeneración de aguas residuales por EDR en Barranco Seco (Las Palmas) y en Almería, así como el tratamiento terciario de la EDAR de Alcoy (Alicante), con 15.000 m³/día.

Las potabilizadoras más reseñables son:

- ETAP Huesna (Sevilla) 1.500 l/seg
- ETAP Olivares (Sevilla) 1.100 l/seg
- ETAP El Conquero (Huelva) 1.050 l/seg

CADAGUA

Cadagua, con más de 35 años de experiencia, está reconocida como una empresa pionera en el mercado de la ingeniería y depuración de aguas y se encuentra entre las primeras empresas del mundo en el campo de la desalación de agua de mar.

CADAGUA ha diseñado y construido unas 200 plantas de tratamiento de agua potable, aguas residuales y plantas desaladoras, así como más de 130 instalaciones en el sector industrial, alcanzando una capacidad total de tratamiento superior a 13.500.0000 m³/día

Atendiendo al servicio de Mantenimiento y Explotación, el número de habitantes equivalentes servidos se acerca a los 17 millones

Cuenta con referencias en países como Arabia Saudita, Argelia, Kuwait, Chile, Venezuela, Portugal, Polonia, Reino Unido, Chipre, Túnez y China.

En relación a los sistemas de depuración, las estaciones más sobresalientes son:

- EDAR Galindo (Bilbao) 345.000 m³/día
- EDAR Copero (Sevilla) 255.000 m³/día
- EDAR Baix Llobregat (Barcelona) Línea de fangos
- EDAR Besós (Barcelona) Tratamiento primario
- EDAR Culebro I (Madrid) 130.000 m³/día

Además, también cabe reseñar en sistemas de secado térmico de fangos:

- EDAR Sur (Madrid) 290.000 Tm/año de lodos
- EDAR Baix Llobregat (Barcelona) 146.000 Tm/año de lodos
- EDAR Butarque (Madrid) 110.900 Tm/año de lodos

Así como el tratamiento de regeneración de aguas de Rincón de León (Alicante) 50.000 m³/día.

Las plantas de potabilización más significativas son:

- ETAP Valmayor (Madrid) 12.000 l/seg
- ETAP Venta Alta (Bilbao) 7.000 l/seg
- ETAP El Sorbe (Guadalajara) 1.500 l/seg

DEGREMONT

Degremont es la primera empresa establecida en España en el sector del tratamiento del agua y cuenta por tanto con una experiencia de más de cincuenta años. Es una de las empresas especialista en el tratamiento de agua en España en cuanto a diseño, construcción, explotación y asistencia técnica o servicios asociados en agua potable, depuración de aguas residuales y desalación, campo en el que además cuenta con importantes referencias a nivel mundial.

Cuenta con numerosas instalaciones, tanto de depuración de aguas residuales urbanas como de plantas de tratamiento de agua para abastecimiento.

Las actuaciones más importantes en materia de depuración son:

- EDAR Galindo (Bilbao) 170.000 m³/día
- EDAR La Gavia (Madrid) 170.000 m³/día
- EDAR El Ferrol (La Coruña) 100.000 m³/día
- EDAR Móstoles (Madrid) 103.000 m³/día
- EDAR Vitoria 105.000 m³/día
- EDAR Marbella 75.000 m³/día
- EDAR Rejas y Sur Oriental (Madrid)
- EDAR Baix Llobregat (línea de tratamiento de fangos)

- ETAP Sevilla 10.000 l/sg
- ETAP Santillana (Madrid) 4.000 l/sg
- ETAP Majadahonda (Madrid) 3.000 l/sg
- ETAP Añarbe (Guipúzcoa) 2.000 l/sg

Cabe añadir la planta de regeneración de aguas para su reutilización en Pinedo (Valencia), con capacidad de más de 200.000 m³/día.

DRACE Medio Ambiente, S.A.

Drace Medio Ambiente cuenta con una experiencia de más de 30 años dedicados al tratamiento de aguas, especialización que define la capacidad de la empresa. Drace Medio Ambiente ha construido, en ese periodo, más de 130 instalaciones de potabilización, desalación y depuración de aguas, sirviendo a más de 20 millones de habitantes.

Drace Medio Ambiente impulsa la permanente aplicación de las innovaciones tecnológicas en el diseño y construcción de proyectos para obtener los mejores resultados. A nivel internacional, DRACE cuenta con la enorme plataforma que supone el grupo al que pertenece: ACS. La línea de I + D, junto con una especialización propia, sitúa a DRACE entre las empresas de reconocimiento en el sector del tratamiento de aguas, tanto a nivel nacional como internacional.

Las referencias más significativas en depuración de aguas:

- EDAR Besòs (Barcelona) 500.000 m³/día
- EDAR Baix Llobregat (Barcelona) 4200.000 m³/día
- EDAR Valladolid 213.000 m³/día
- EDAR Madrid Sur (ampliación) 172.800 m³/día
- EDAR Burgos 135.000 m³/día
- EDAR Logroño 103.000 m³/día
- EDAR Murcia Este 100.000 m³/día
- EDAR Palma de Mallorca 90.000 m³/día

Por su parte, entre las instalaciones de potabilización destacan:

- ETAP Majadahonda (Madrid) 4.000 l/s
- ETAP Al-Khalis (Irak) 2.000 l/s
- ETAP Oviedo 1.500 l/s
- ETAP Torrijos (Toledo) 500l/s

Igualmente merece la pena señalar las actuaciones en materia de:

- Sistema de regeneración de aguas de Viveros (Madrid) 190.000 m³/día
- Tratamiento de regeneración de Rejas (Madrid) 69.000 m³/día
- Sistema de regeneración de aguas en Benidorm 30.000 m³/día
- Tratamiento terciario de Boadilla (Madrid) 3.000 m³/día

DYTRAS, S.A.

Más de 23 años de experiencia han permitido a DYTRAS obtener un alto nivel de especialización, tanto en el tratamiento de las aguas potables como en la depuración de las aguas residuales. Avalada por las máximas clasificaciones como empresa contratista al servicio de la Administración en el diseño, construcción, instalación, explotación y mantenimiento de plantas de tratamiento y de depuración, sus trabajos abarcan desde las más pequeñas poblaciones a las mayores ciudades y desde las instalaciones más tradicionales a las tecnológicamente más avanzadas.

Desarrolla con medios propios y en colaboración con diversos organismos e instituciones públicas y privadas, proyectos de I+D+i tanto para el tratamiento y depuración de las aguas como para la mejora de los sistemas de tratamientos de lodos. Mediante ensayos en plantas piloto pone a punto nuevas tecnologías que permiten la simplificación y facilidad de las explotaciones, la mejora de rendimientos, la reducción de costos y el perfeccionamiento de sistemas.

Su capacidad de dar soluciones a las necesidades del tratamiento de las aguas está basada en el estudio y conocimiento previo de cada caso, en el análisis y diagnóstico de los diferentes problemas y sus condicionantes técnicos así como en el correcto uso de los procedimientos físicos, químicos y biológicos en el tratamiento de las aguas y de los lodos, y ello siempre con la más avanzada tecnología de aplicación: decantación convencional y lamelar, filtración en recintos abiertos y mediante depósitos cerrados bajo presión, cultivos fijos, mixtos y en suspensión en sus diversas facetas de diseño y funcionamiento...

La calidad requerida para las aguas potables, el aprovechamiento de los recursos disponibles para el almacenamiento y distribución de las mismas y la descontaminación y reutilización de las aguas residuales son diferentes objetivos y necesidades que precisan de procedimientos específicos en cada caso. Por ello, a cada problema, DYTRAS aporta la solución idónea aplicando la tecnología más adecuada y rentable.

Referencias más destacadas en el extranjero:

- Túnez: Ampliación de dos Depuradoras de Aguas Residuales del Área Metropolitana de Túnez capital.
- Marruecos: Ampliación de la Potabilizadora de Marrakech.
- Rumania: Reforma y Ampliación de la Depuradora de Aguas Residuales de Botosani.
- Rumania: Remodelación y Ampliación de la Potabilizadora de Târgu Mures.

INIMA

Empresa con más de 50 años de experiencia en el sector del agua, INIMA refuerza su posición como cabecera medioambiental al formar parte del Grupo OHL, especialmente en el diseño, ingeniería, construcción, gestión y explotación de instalaciones de desalación, depuración de aguas, plantas potabilizadoras, reutilización de aguas y tratamiento de fangos.

INIMA ha diseñado, construido o está en fase de construcción de más de 100 plantas depuradoras de aguas residuales, con una capacidad superior a 1 millón de m³/día, lo que representa una población atendida de unos 6 millones de personas. Actualmente, explota más de 40 instalaciones de aguas residuales urbanas con una capacidad de tratamiento de 200.000 m³/día, algunas de ellas en régimen de concesión.

Las referencias más destacables en el campo de la depuración de aguas residuales son:

- EDAR de Riberao Preto (Brasil) 150.000 m³/día
- EDAR Baix Llobregat (Ampliación Biológico) 150.000 m³/día
- EDAR Santa Cruz de Tenerife 90.000 m³/día
- EDAR Cádiz (San Fernando) 75.000 m³/día
- EDAR Algeciras 50.000 m³/día
- EDAR Benalmádena 40.000 m³/día
- EDAR Alicante Norte 30.000 m³/día

Merece igualmente destacar, los tratamientos terciarios en la EDAR de Roquetas, Pilar de la Horadada, Benalmádena, Crevillente, Santa Cruz de Tenerife, El Egido, etc., así como el secado térmico de los fangos de la EDAR de Besòs (Barcelona), este último en régimen de concesión.

Por otro lado, INIMA ha diseñado, construido o está en fase de construcción de más de 25 plantas potabilizadoras, con una capacidad superior a los 600.000 m³/día, lo que representa una población servida de unos 2 millones de personas.

Destacan las plantas de potabilización:

- ETAP La Jarosa (Madrid) 15.000 l/s
- ETAP Trapiche (Málaga) 2.200 l/s
- ETAP Navacerrada (Madrid) 1.000 l/s
- ETAP Sagunto (Valencia) 400 l/s

ISOLUX INGENIERÍA, S.A.

Isolux Ingeniería S.A. continua actualmente con el trabajo y la experiencia desarrollados por ISOLUX WAT desde hace más de 30 años en el diseño y construcción de plantas de tratamiento de agua potable, estaciones depuradoras de aguas residuales e instalaciones de desalinización de agua de mar

Isolux Ingeniería impulsa, a nivel nacional e internacional, actividades que permitan el desarrollo de proyectos relativos al ciclo integral del agua, incluyendo la ingeniería, suministro, construcción y ejecución de instalaciones y puesta en marcha y explotación de las mismas. La creación de GRUPO ISOLUX CORSAN en 2006, ha permitido el crecimiento de Isolux Ingeniería hasta situarla entre las empresas punteras en el sector del tratamiento de agua.

Como referencias más significativas en el campo de la Depuración destacan:

- EDAR de Gerona 55.000 m³/día
- EDAR de Miera (Cantabria) 8.800 m³/día
- EDAR del Río Cubia (Asturias) 6.500 m³/día
- EDAR de Alcañiz (Teruel) 5.400 m³/día
- EDAR de Torrepacheco (Murcia) 5.000 m³/día
- EDAR de Calasparras (Murcia) 4.000 m³/día

Destacan las instalaciones de Potabilización:

- ETAP del Río LEMPA (El Salvador) 415.000 m³/día
- ETAP de Talavera de la Reina (Toledo) 21.600 m³/día
- ETAP de Sayagua (Zamora) 9.600 m³/día
- ETAP de El Tiemblo (Avila) 7.200 m³/día
- ETAP de Almadén (Ciudad Real) 5.200 m³/día

En otros apartados destacan:

- Modulo III Desaladora de las Palmas de Gran Canaria 15.000 m³/día
- Secado Térmico de fangos en la EDAR de VIC (Barcelona) 40.000 Tn/año

Joca Ingeniería y Construcciones, S.A.

JOCA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES, S.A. es una empresa perteneciente al Grupo Katry, que cuenta con más de 40 años de experiencia en el sector de la construcción, en tres grandes áreas de actividad (obra civil, tratamiento de aguas y edificación). En el sector de tratamiento de aguas dispone de ingeniería propia para el diseño, construcción y explotación de las instalaciones.

A lo largo de estos años JOCA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES, S.A. ha diseñado y construido más de 82 estaciones depuradoras de aguas residuales, con una capacidad total de más de 200.000 m³ diarios para una población equivalente de más de un millón de habitantes, siendo las más significativas:

- Don Benito (Badajoz) 30.288 m³/d
- Vegas Bajas (Badajoz) 22.500 m³/d
- EDAR Cabra (Córdoba) 14.000 m³/d
- Los Palacios y Villafranca (Sevilla) 9.700 m³/d
- Monfragüe (Cáceres) 6.338,4 m³/d
- Alfaro en la Rioja 5.500 m³/d
- Sao Martinho (Portugal) 5.425 m³/d
- Moratalla (Murcia) 4.500 m³/d
- EDAR Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real) 2.940 m³/d
- Charneca (Portugal) 2.835 m³/d

La mayor parte de estas plantas disponen de tratamiento terciario para reutilización de las aguas depuradas.

En cuanto a plantas potabilizadoras, JOCA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES, S.A. ha construido más de 10 ETAP, con una capacidad total superior a 2 m³/s, destacando:

- ETAP Algodor (Toledo) 0,6 m³/s
- ETAP Fregenal (Badajoz) 0,1 m³/s
- ETAP Jerez de los Caballeros y Otros (Badajoz) 0,2 m³/s
- Ampliación línea proceso ETAP de Aljaraque (Huelva) 0,6 m³/s

En estos últimos años ha iniciado el desarrollo de instalaciones de desalación por ósmosis inversa, estando funcionando ya una planta para 4.000 m³/día de producción en Fuerteventura.

SADYT

Sadyt, Sociedad Anónima de Depuración y Tratamiento, es la ingeniería de tratamiento de aguas del grupo Sacyr-Vallehermoso y fue creada con el objeto de desarrollar las áreas de ingeniería, diseño, construcción y explotación de instalaciones en el campo de la depuración de aguas residuales, desalación, potabilización y reutilización de aguas.

En los últimos diez años, Sadyt ha construido más de 50 instalaciones en todo el mundo con una capacidad instalada superior a un millón de m³/día.

El alto componente tecnológico de la empresa está respaldado por un programa de I+D+i con numerosos proyectos en colaboración con distintas entidades públicas y privadas.

En el tratamiento de aguas residuales, ha realizado numerosas instalaciones, destacando:

- EDAR La Reguera 80.000 m³/día
- EDAR Aranjuez 21.000 m³/día

En potabilización, merece destacar la ETAP de Abrera (Barcelona), con un sistema de desalinización por electrodiálisis (EDR) para 200.000 m³/día de capacidad.

También pueden mencionarse:

- ETAP Lugo 52.000 m³/día
- ETAP Jaca 26.000 m³/día

SPA

SPA, compañía especializada en el diseño y construcción de plantas de tratamiento de agua, tanto residuales como potables y de desalación, cuenta con profesionales expertos y medios técnicos avanzados para garantizar el rendimiento óptimo de los proyectos. Su capacidad para ofrecer soluciones globales, unida al respaldo de pertenecer a AQUALIA, del Grupo FCC, la han posicionado con fuerza tanto en el mercado internacional como nacional.

Dispone de un departamento propio de ingeniería e I+D+i, lo que le permite estar al día en la evolución de la tecnología del agua.

Las actuaciones de depuración de aguas residuales urbanas más significativas son:

- EDAR Baix Llobregat (línea de fangos)
- EDAR de Loyola (San Sebastián) 140.000 m³/día
- EDAR de Arroyo-Culebro (Madrid) 130.000 m³/día
- EDAR de La Ranilla (Sevilla) 90.000 m³/día
- EDAR Salamanca 116.000 m³/día
- EDAR Mar Menor (Murcia) 50.000 m³/día

Asimismo, merece reseñar el tratamiento de regeneración de aguas residuales de la EDAR de Baix Llobregat para 300.000 m³/día

En cuanto a las plantas de potabilización, destacan:

- ETAP Burgos 108.000 m³/día
- ETAP Valladolid 108.000 m³/día

En el capítulo de I+D se están desarrollando estudios de planta piloto para eliminación de nutrientes mediante biorreactor de membranas y planta piloto para ultrafiltración en el tratamiento de aguas potables.

Por último, siguiendo un orden alfabético, se señalan las principales organizaciones profesionales del sector que reúnen a la mayor parte de las empresas españolas dedicadas al tratamiento de aguas:

AEDYR

www.aedyr.com

Asociación Española de Desalación y Reutilización

AMEC URBIS

urbis.amec.es

Asociación Española de Equipamiento Urbano y Tráfico

ATTA

www.attagua.com

Asociación Tecnológica para el Tratamiento del Agua

FLUIDEX

www.fluidex.es

Asociación Española de Exportadores de Equipos para Manipulación de Fluidos

SEOPAN

www.seopan.es

Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional

SERCOBE

www.sercobe.es

Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo

TECNIBERIA-ASINCE

www.tecniberia-asince.es

Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos

También se puede obtener más información consultando la página de Internet de HISPAGUA (hispagua.cedex.es), el Sistema Español de Información sobre el Agua. HISPAGUA es una iniciativa de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, perteneciente a la Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Medio Ambiente, en colaboración con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y con el apoyo técnico-documental del Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

EDICIÓN PRELIMINAR

Este cuaderno sectorial se corresponde con una edición preliminar, sujeta a modificaciones y actualizaciones.

Las empresas españolas del sector que se quieran sumar a esta publicación en sucesivas ediciones, se pueden poner en contacto con el ICEX a través del siguiente correo electrónico:
productos.industriales@icex.es

Instituto Español de Comercio Exterior
www.icex.es

Paseo de la Castellana, 14-16
28046 Madrid
tel.: 902 349 000
e-mail: icex@icex.com



www.spainbusiness.com