

CONAMA

Congreso Nacional del Medio Ambiente
CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Sala Dinámica 4

SACYR

Manuel Rubio Visiers

Sadyt

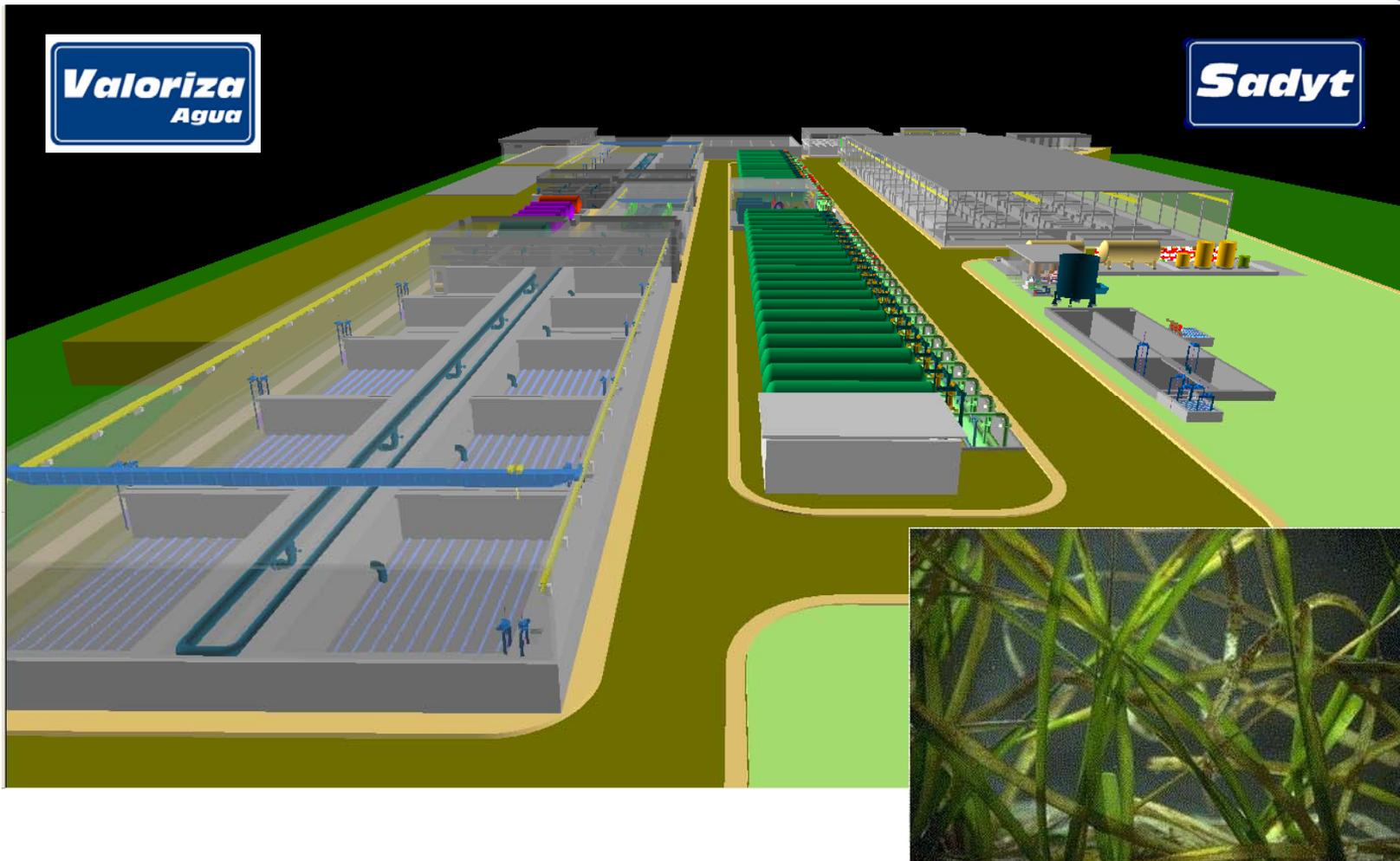
Domingo zarzo Martínez

Director Técnico

Sadyt

Creemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



Desala y reutiliza, es solución de futuro

Manuel Rubio y Domingo Zarzo

Creemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



Creemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

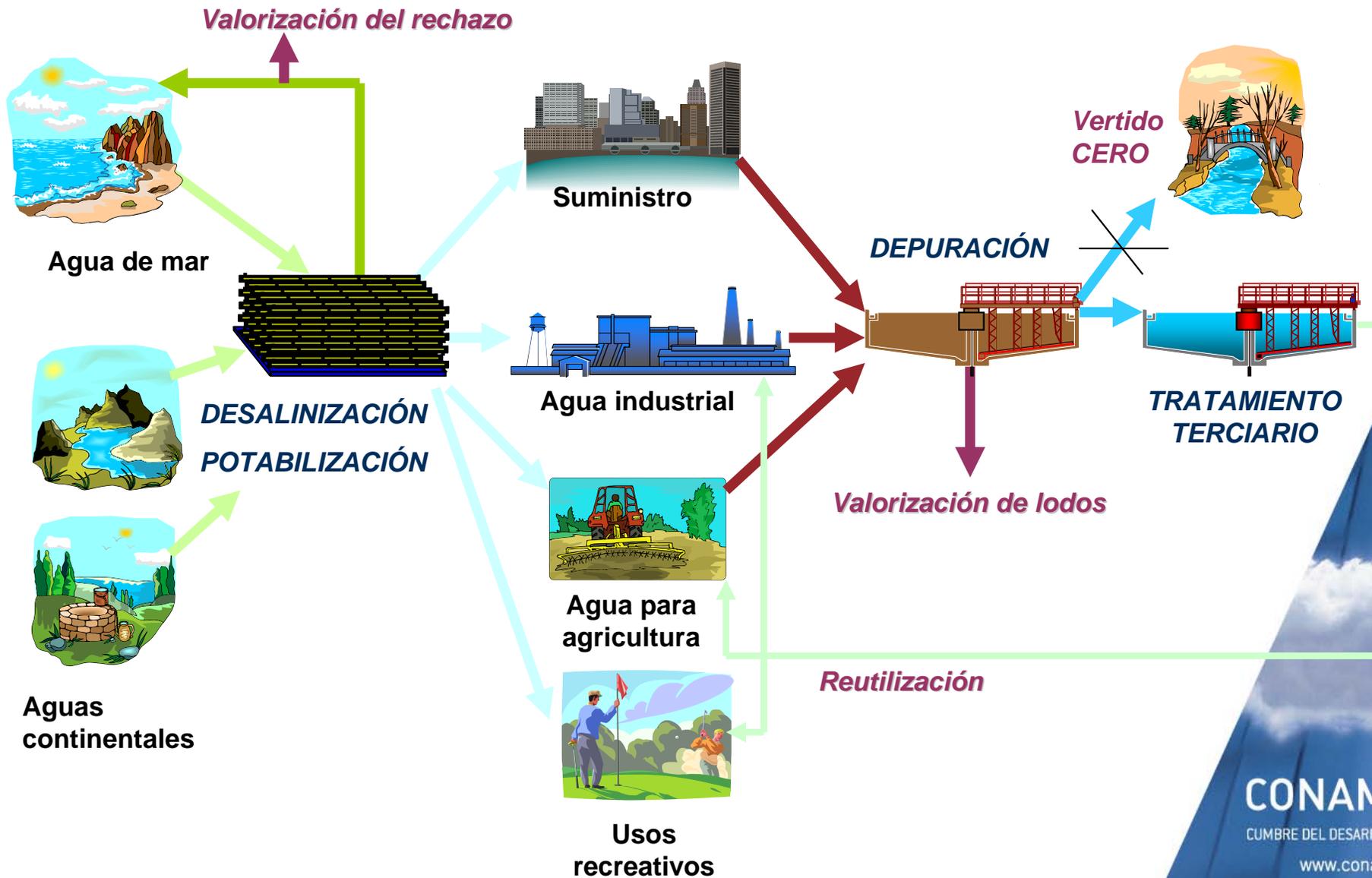
EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



• **I + D + i**



• Nuestro Ciclo del Agua



RETOS Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Los más importantes retos que plantea ahora mismo el futuro de la tecnología de tratamiento del agua, una vez superadas las necesidades básicas;

**GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO
DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL**

entendemos que son los siguientes;

**OBTENCIÓN DE AGUA DE MAYOR CALIDAD
REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE PRODUCCIÓN DEL AGUA
SOSTENIBILIDAD-PROTECCIÓN AMBIENTAL-REUTILIZACIÓN**

EL FUTURO/PRESENTE DEL TRATAMIENTO DE AGUA ESTÁ EN LA TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS

1. DESALINIZACIÓN
2. POTABILIZACIÓN
3. REUTILIZACIÓN



1. Desalación

PRINCIPALES VENTAJAS DE LA DESALACIÓN

- ✓ Agua de excelente calidad, libre de todo tipo de contaminantes
- ✓ Agua con bajo contenido en sales, que permite su posterior reutilización, una vez utilizada y depurada
- ✓ Mejora en la vida útil de elementos sensibles a la salinidad, como calderas, sistemas de refrigeración, lavadoras, calentadores, etc. tanto en domicilios como en industrias, así como menor consumo de detergentes
- ✓ Abastecimiento seguro, independiente de la climatología



Creemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

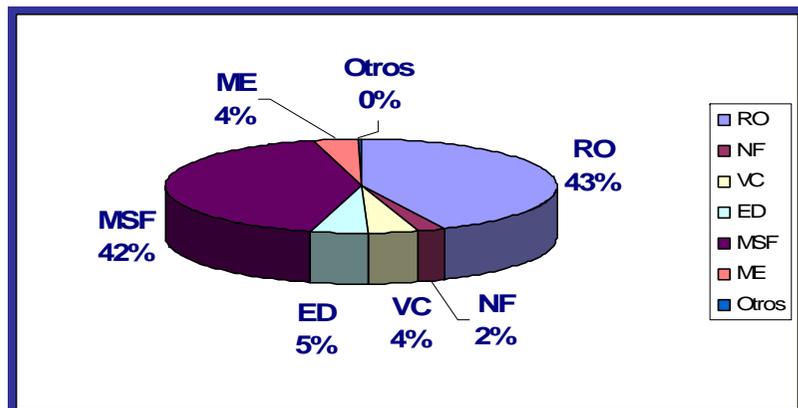
EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



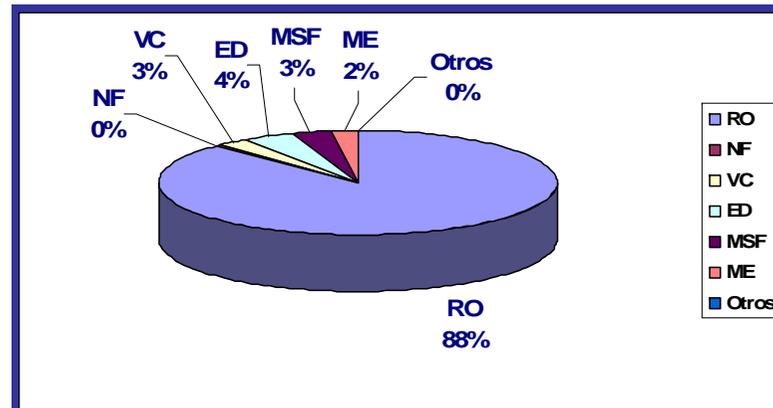
Según datos de la IDA del año 2000, en el mundo existían 13.600 desaladoras, con una capacidad de producción de 26 millones de m³/día, y distribuidas entre 120 países. Datos del 2006 ya hablan de 39,9 Mm³/día construidos y 46,7 Mm³/día si contamos con las plantas contratadas aún no terminadas. Se prevé llegar hasta 61 Mm³/día en 2015

España es el quinto país (en este momento) en capacidad de desalación instalada; detrás de los Estados del Golfo Pérsico, con Arabia Saudí a la cabeza, y de los Estados Unidos.

El uso de las tecnologías de desalación se distribuye como sigue a continuación:



En el mundo



En España

Creceamos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



En España, actualmente, existen más de 700 desaladoras, que producen 1.300.000 m³/día de agua desalada. De éstas el 87% son de Ósmosis Inversa; 60% de agua de mar y 40% de agua salobre.

El plan AGUA, desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente, va a incorporar bastantes desaladoras más a las ya existentes, produciendo un total de 693 Hm³/año

Aparte de las nuevas desaladoras del plan AGUA, el Ministerio de Medio Ambiente tiene otras actuaciones que suman 133.000 m³/día, incluyendo las desaladoras de Alcudia, Ciudadela, Andratx, Santa Eularia, Melilla, Ampliación de Ceuta, Telde, Guia, Granadilla o Sureste

ATLL (Aguas del Ter Llobregat) tiene las plantas de Abrera (EDR) y Barcelona (SWRO)

Los Canales del Taibilla tienen las plantas de Alicante y Cartagena, actualmente en ampliación

En España la desaladora de agua de mar más grande en funcionamiento hasta el momento es Carboneras, con 120.000 m³/día, que será superada cuando estén finalizadas por Torrevieja (240.000 m³/día), Aguilas (180.000 m³/día), Barcelona (164.400 m³/día) y Valdelentisco (140.000 m³/día). En agua salobre destacan por tamaño El Atabal (165.000 m³/día) y Abrera (200.000 m³/día)

GRANDES PROYECTOS DE DESALACIÓN EN LOS QUE PARTICIPA SADYT

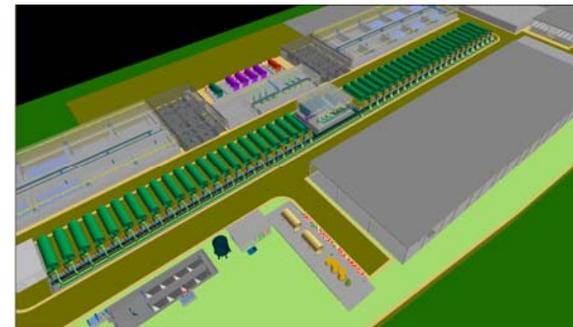
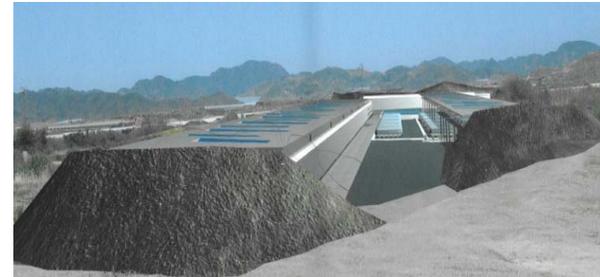
100.000 m³/día. DESALADORA DE SKIKDA (ARGELIA) - GEIDA

200.000 m³/día. DESALADORA DE BENI SAF (ARGELIA) - GEIDA

200.000 m³/día. DESALADORA DE TECLEM-HOUNAINE (ARGELIA) - GEIDA

180.000 m³/día. DESALADORA DE AGUILAS-GUADELENTIN – UTE SACYR-FERROVIAL-CADAGUA-SADYT

200.000 m³/día. AMPLIACIÓN DE LA ETAP DE ABRERA – UTE SACYR-SADYT



De las 20 mayores compañías a nivel mundial en capacidad de desalinización, 8 somos españolas –

INTERNACIONALIZACIÓN



Principales Inconvenientes que plantea la Desalación

- **Consumo de energía**
- **Vertido de salmuera**
- **Coste del agua**

Hay asuntos no resueltos o por resolver que requieren de investigación y desarrollo tecnológico, como son;

Reducción de los costes de energía en desalación y una mayor implantación de energías renovables

El problema del boro; forma de eliminarlo y estudiar su efecto real sobre cultivos y la población para evaluar la realidad del problema

El problema de los rechazos salinos; necesidad de resolver los rechazos de plantas de aguas salobres, por la vía de aprovechamientos de sales o sistemas de vertido cero

Estudio de los efectos de los vertidos hipersalinos (salmueras de agua de mar) y de las soluciones a los mismos

Evolución del consumo de energía en desalinización

AÑO	Tecnología	Kw-h/m ³
1970	MSF	22 (55 incluido energía y vapor)
1980	MSF	18 (45,4 incluido energía y vapor)
1985	VC	15
1988	VC	13
1990	RO	8,5
1994	RO	6,2
1996	RO	5,3
1998	RO	4,8
1999	RO	4,5
2000	RO	4,0
2001	RO	3,7
2002	RO	3,5
2005	RO	3
Actual	RO	< 3

CAMBIOS PRODUCIDOS

Turbina Francis

Turbina Pelton

Sistemas de intercambio de presión

Límite termodinámico de separación (0,97 Kw-h/m³ con 35 g/l)

ATENUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS VERTIDOS DE DESALADORAS

Estudios ambientales rigurosos

Cambio de Ubicación

Modo de vertido (Emisarios, etc.)

Tratamiento previo de otros vertidos (agua lavado de filtros, limp. Química de membranas, etc.)

Dilución previa

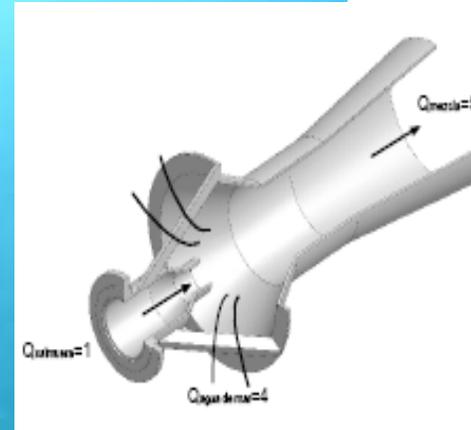
- Dilución con agua de mar
- Dilución con agua residual
- Eductores

Valorización

- Sales
- Productos químicos

Inyección

Planes de vigilancia ambiental



2) APLICACIÓN DE LA DESALINIZACIÓN AL TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES (aplicación RD140/2003)

Estas tecnologías son necesarias para resolver problemas en aguas continentales superficiales o subterráneas de contaminantes:

- 1) Salinidad en general
- 2) Dureza
- 3) Problemas de contaminantes específicos:
 - 1) Sulfatos
 - 2) Nitratos
 - 3) Boro
 - 4) Arsénico
 - 5) Mercurio
 - 6) Plaguicidas
 - 7) Trihalometanos
 - 8) Otros (mercurio, arsénico, etc.)

DIRECTIVA MARCO EUROPEA

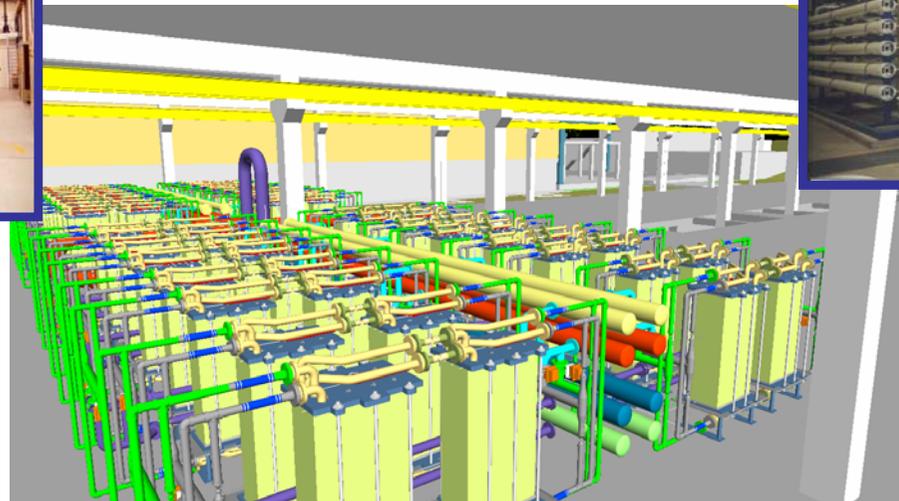
Algunos ejemplos de proyectos en España con aplicación de tecnologías de membranas para potabilización de aguas salobres

Reducción de salinidad en agua potable de origen superficial; Desalobrador de El Atabal (Málaga), Denia (Alicante), La Solana o en agua subterránea; Son Tugores (Palma)

Reducción de sulfatos en agua potable de origen superficial: Planta de Almoguera-Algodor (Canal de Isabel II), ETAP de Seseña, desalobrador de Cuevas de Almanzora

Reducción de nitratos en agua potable subterránea: varias plantas de ósmosis inversa en Castellón (Nules, Burriana, Vall D'Uixó, Betxi, etc.) y de EDR (Gandía)

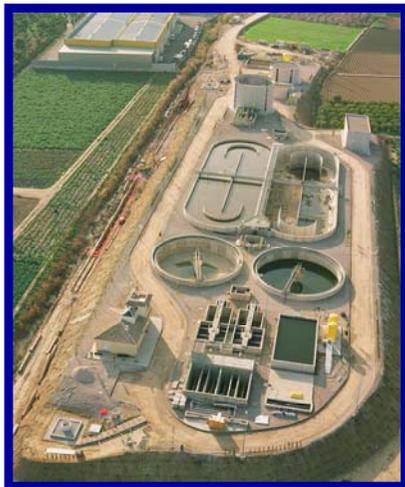
Reducción de THM's en agua potable de origen superficial; planta de Abrera, Barcelona (ATLL). Tecnología; electrodiálisis reversible (EDR)



3) USO DE MEMBRANAS EN TRATAMIENTOS SECUNDARIOS Y TERCIARIOS DE AGUA RESIDUAL

Las tecnologías disponibles para el tratamiento terciario son diversas;

- tratamientos que podemos llamar “clásicos” o “convencionales”, como son el trat. físico-químico con decantación o flotación, distintos tipos de filtraciones, y desinfecciones
- tratamientos de membranas; ultra y microfiltración
- en el caso de requerirse desalinización; ósmosis inversa, nanofiltración y electrodiálisis
- Tratamiento biológico de membranas (MBR); tratamiento secundario/terciario
 - Menor superficie de implantación y rendimientos muy superiores



Un problema común en zonas costeras mediterráneas es el de elevada salinidad en las aguas residuales, cuyo origen puede ser una combinación de mala calidad del agua de aporte y filtraciones en la red de saneamiento. En estos casos se requieren tecnologías de desalinización

Futuro de las tecnologías de membranas para potabilización y reutilización

En agua potable, la legislación va imponiendo límites cada vez más rigurosos a distintos parámetros, por lo que las tecnologías de membranas acabarán generalizándose para la potabilización

Los tratamientos terciarios también requieren cada vez agua de mayor calidad, sobre todo en aplicaciones industriales

La generalización en el uso de los distintos tipos de membranas en estas aplicaciones conseguirá reducir los costes de inversión

Ya está próximo a ser aprobado el nuevo Real Decreto de reutilización que contribuirá a la regulación de esta aplicación

El suministro de aguas procedente de desalación de agua de mar favorecerá la reutilización de esas aguas, una vez utilizadas por las poblaciones

Como ya se ha comentado aún quedan temas no bien resueltos, como es el caso del boro o los vertidos de rechazos

I + D EN DESALACIÓN. AVANCES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

ASPECTOS DE LA DESALACIÓN EN LOS QUE SE DEBE AVANZAR;

- Reducción del consumo de energía;

desarrollo de nuevos recuperadores de energía u optimización de los actuales.

Nuevos desarrollos de membranas y optimización de los sistemas (sistemas híbridos, membranas de mayor tamaño, etc.)

- Reducción de los impactos de los vertidos

Desarrollo de los sistemas de vertido

Aprovechamiento de salmueras (valorización)

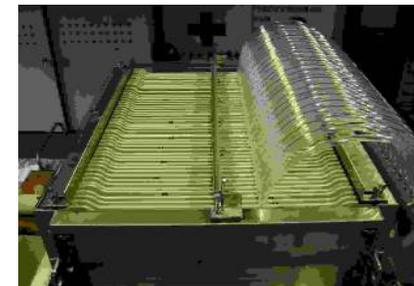
Recuperación de sales y productos químicos

Uso directo

- Sistemas de reducción de la concentración de boro; membranas de mayor rechazo, combinaciones con dobles pasos o resinas, etc.

- Nuevos retos en aguas continentales; eliminación de contaminantes como plaguicidas, disruptores hormonales, ácidos haloacéticos, etc.

- Desarrollo de los sistemas de membranas para aguas residuales (tratamientos secundarios (MBR) y terciarios)



Líneas de investigación desarrolladas en SADYT

Vertido y revalorización de salmueras

Proyecto a desarrollar sobre inyección de salmuera en acuífero profundo

Proyecto sobre valorización de salmueras

Tratamientos terciarios urbanos e industriales y MBR

Proyecto piloto de tratamientos terciarios Diputación de Alicante

Tratamiento mediante MBR de aguas procedentes de industrias de aderezo de aceitunas

Proyecto piloto de tratamientos terciarios para agua industrial

Proyecto piloto de tratamiento de lixiviados de vertedero de RSU

Tratamientos de aguas potables

Planta piloto de EDR en Abrera

Eliminación de distintos contaminantes con carbón activo, sistemas de filtración diversos



Se desarrollan fundamentalmente mediante acuerdos con distintas Universidades y organismos públicos y privados

Algunos ejemplos de Proyectos de investigación (1)

SADYT construyó para Proaguas Costablanca (empresa Pública de la Excm. Diputación de Alicante) una planta de tratamientos terciarios transportable, de caudal 100 m³/día, que ha sido instalada en diversas EDAR de la provincia de Alicante y Valencia para el ensayo de distintas combinaciones de tratamientos terciarios incluyendo la desalinización.

La planta dispone de un gran número de tecnologías:

- Tratamiento físico-químico con decantación lamelar
- Filtración sobre sílex
- Filtración sobre lecho mixto de sílex/antracita
- Microfiltración de cartuchos
- Microfiltración de malla autolimpiable
- Varios sistemas de Ultrafiltración (capilar y plana)
- Desinfección UV
- Ósmosis Inversa
- Nanofiltración

Y un módulo adicional de MBR que se instaló posteriormente. Actualmente se está ampliando con nuevos sistemas de membranas.



La planta ha sido instalada a lo largo de un periodo de 8 años en las EDAR de Benidorm, Rincón de León (Alicante capital), Denia, Elche, Torrevieja, Alcoy, Canals-L'Alcudia de Crespins y Guardamar, durante periodos entre 6 meses y 1 año.

La experiencia ha permitido determinar, con tipos de agua residual muy diferentes, los pretratamientos más adecuados para los sistemas de desalinización por membranas (ósmosis inversa y nanofiltración). Durante 6 meses incluso se estuvo tratando con esta instalación, como experiencia piloto, lixiviados de un vertedero de RSU, con unos resultados excelentes.

Algunos ejemplos de Proyectos de investigación (2)

Proyecto de investigación sobre reducción y valorización de sales de salmueras de desalinizadoras de agua salobre

El proyecto ha resultado viable en fase de laboratorio (con salmueras reales de desalinizadoras) y ahora va a comenzar su fase de pilotaje. Los resultados de laboratorio son muy esperanzadores



Si es viable económicamente permitirá reducir los vertidos de rechazo de desaladoras y obtener sales susceptibles de aprovechamiento económico

Por tratarse de un proyecto con tecnología pendiente de patente, no puede hacerse público de momento el proceso utilizado



Algunos ejemplos de Proyectos de investigación (3)

Proyecto piloto reutilización de agua para industria (Holmen Paper)

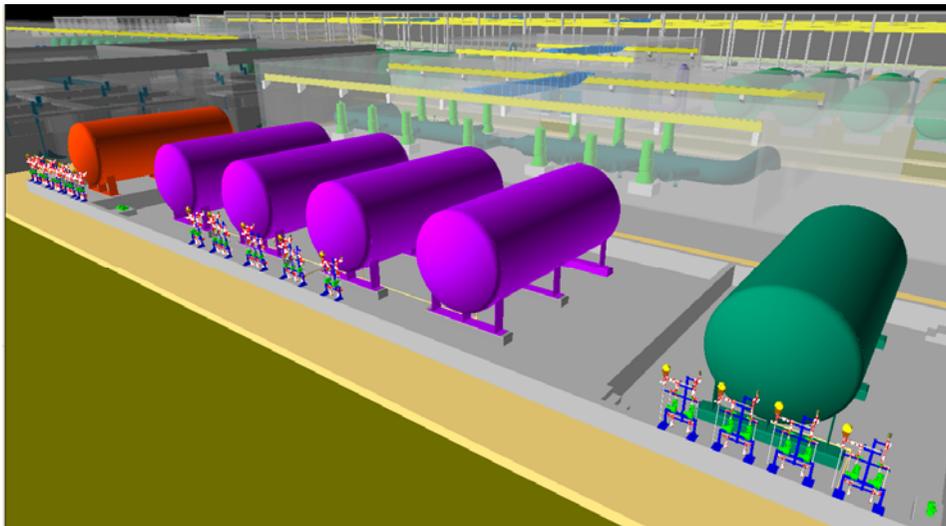
SADYT está realizando para Holmen Paper un pilotaje sobre tecnologías de reutilización de membranas utilizando distintos tipos de membranas de Ultrafiltración seguidos de ósmosis inversa

El objetivo es determinar la calidad del agua obtenida de este modo a partir de agua residual urbana para ser reutilizada en el proceso industrial. Los resultados obtenidos permitirán diseñar el tratamiento más adecuado para este fin



EJEMPLOS DE PLANTAS TECNOLÓGICAMENTE INNOVADORAS

- **AMPLIACIÓN ETAP ABRERA**
- **SEDEBISA**
- **CTCC SAGUNTO**
- **CÍTRICOS DEL ANDÉVALO**



Ejemplo 1. Ampliación de la Planta potabilizadora de Abrera (Barcelona)

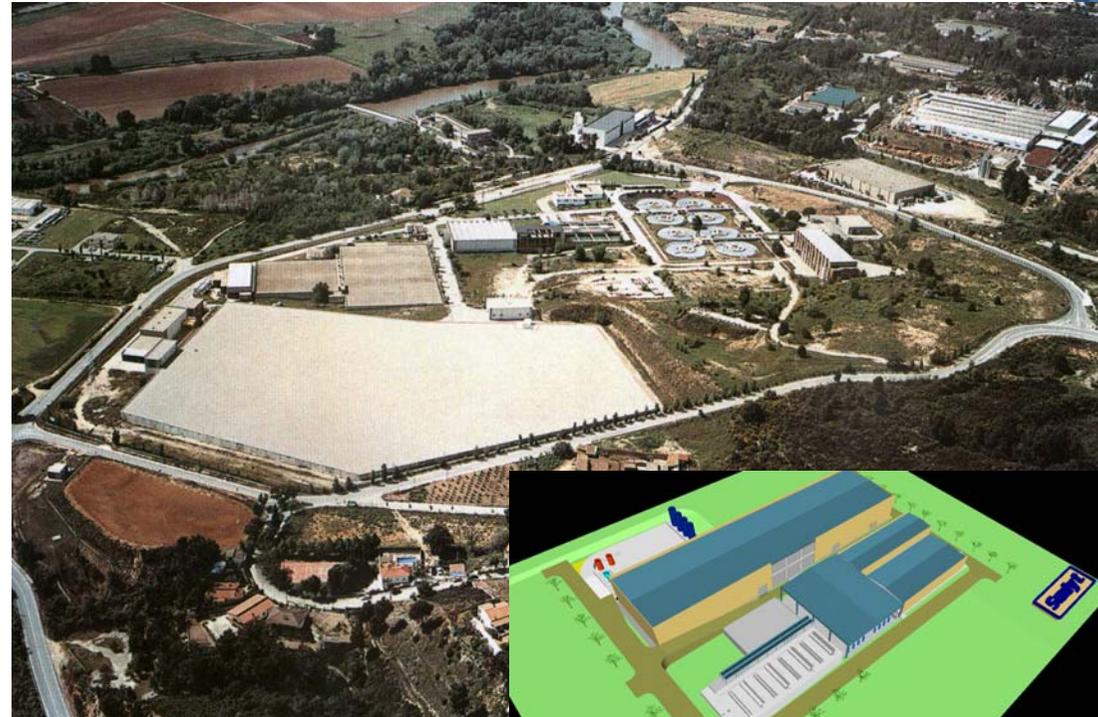
200,000 m³/día de tratamiento por ELECTRODIÁLISIS REVERSIBLE (EDR)

Objetivo: reducir la concentración de THMs en aguas potables por debajo de los límites fijados por la legislación vigente

Origen del agua; Río Ter-Llobregat

La reducción de THMs se basa en la eliminación de los precursores de los THMs, eliminando salinidad en general y bromuros en particular

Estudios a nivel piloto desaconsejaron el uso de ósmosis inversa, decidiendo a favor de la EDR



Las obras consisten en ampliar la filtración y los sistemas de carbón activo e implementarlos con un sistema de desalinización por EDR

PLANTA POTABILIZADORA DE ABRERA

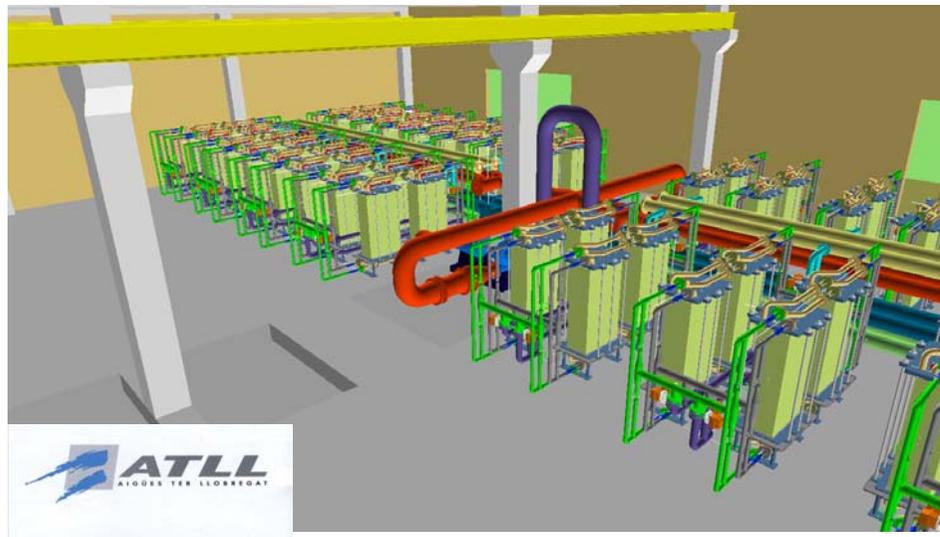
Rendimientos del tratamiento de EDR

Rendimiento de recuperación de caudales: 90 %

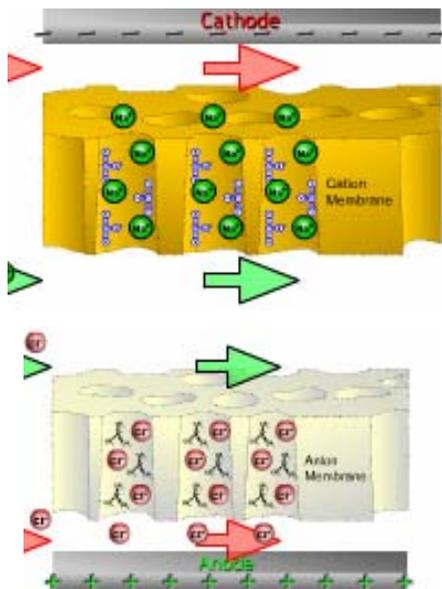
Rendimiento de eliminación de (Br-)-THM: 60-80%

Rendimiento de eliminación de sales (conductividad): 60-80%

Caudal medio producido en EDR: 2,4 m³/s = 200.000 m³/día



Será la mayor planta del mundo de EDR y de remineralización con lechos de calcita



Consumo de energía: 0,8 Kw-h/m³

0,4 Kw-h/m³ en bombeo

0,4 Kw-h/m³ en pilas de EDR

Coste del agua < 0,2 €/m³

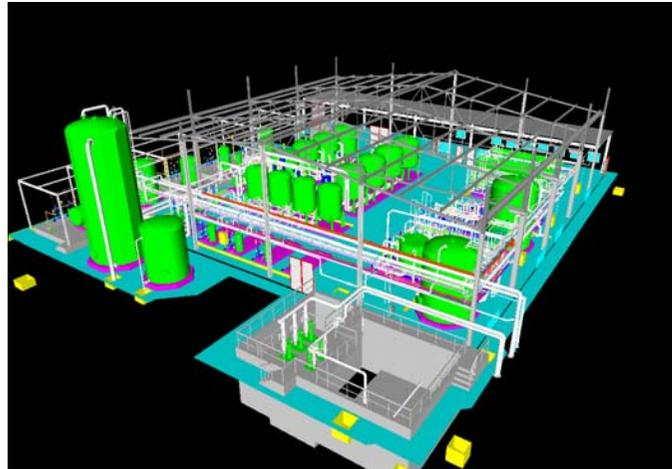
Ejemplo 2. Planta industrial SEDEBISA. Central Térmica de Biomasa (Puente Genil)

- La planta contiene prácticamente todos los tipos de tecnología de membranas existentes
- Agua de procesos (ultrapura). Partiendo de agua superficial con alto contenido en materia orgánica y sólidos de $3.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ se obtiene agua de $< 0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$
 - Ultrafiltración como pretratamiento
 - Ósmosis inversa de doble paso y doble etapa
 - Ósmosis inversa de recuperación de rechazos (concentrador de salmuera)
 - Electrodesionización (EDI)
- Agua de efluentes (residual)
 - DAF (flotación por aire disuelto)
 - MBR (reactor biológico con membranas sumergibles)



Ejemplo 3. Planta de tratamiento de aguas de la CTCC de Sagunto (Socoin)

Planta de ósmosis inversa de agua de mar de 2.250 m³/día y agua ultrapura por EDI de 1.440 m³/día.



Incluye
asimismo un
sistema de
electrocloración
(producción de
hipoclorito
sódico in situ a
partir de agua de
mar)



Ejemplo 4. Proyecto de tratamiento avanzado de aguas industriales (aportación y efluentes) con vertido cero en industria alimentaria. Cítricos del Andévalo (Huelva). Grupo García Carrión

Incluye 2 Plantas de tratamiento de aguas:

- **ósmosis inversa en 2 líneas para producir 1.200 m³/día** para agua de proceso de distintas calidades para la fábrica partiendo de un agua subterránea
- **depuradora de aguas residuales de 1.000 m³/día** con tecnología de reactor biológico de membranas (MBR).

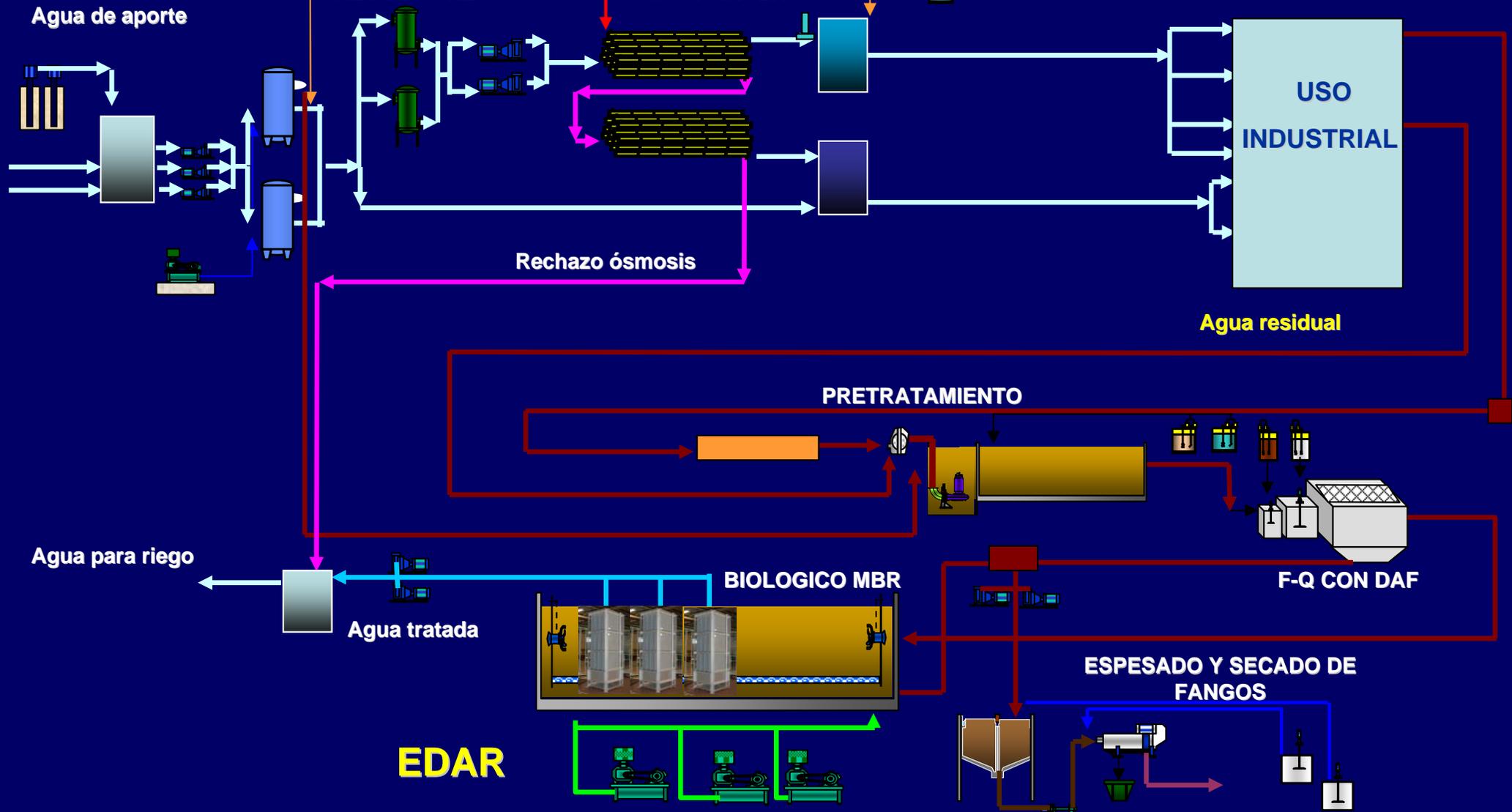
Puntos destacables:

- el agua de aportación procede de pozos de la finca, entre otros aportes, que se desaliniza para producir el agua para la fábrica.
- el tratamiento de agua residual es por membranas (sistema MBR), con una calidad de agua tratada excelente para reutilización
- el agua residual tratada se utilizará para el riego de frutales en la propia finca donde está ubicada la fábrica;
- El rechazo de la desalinizadora se mezcla con el agua residual tratada, produciendo un agua de calidad adecuada para riego y un **VERTIDO CERO**

Depuración y Reutilización

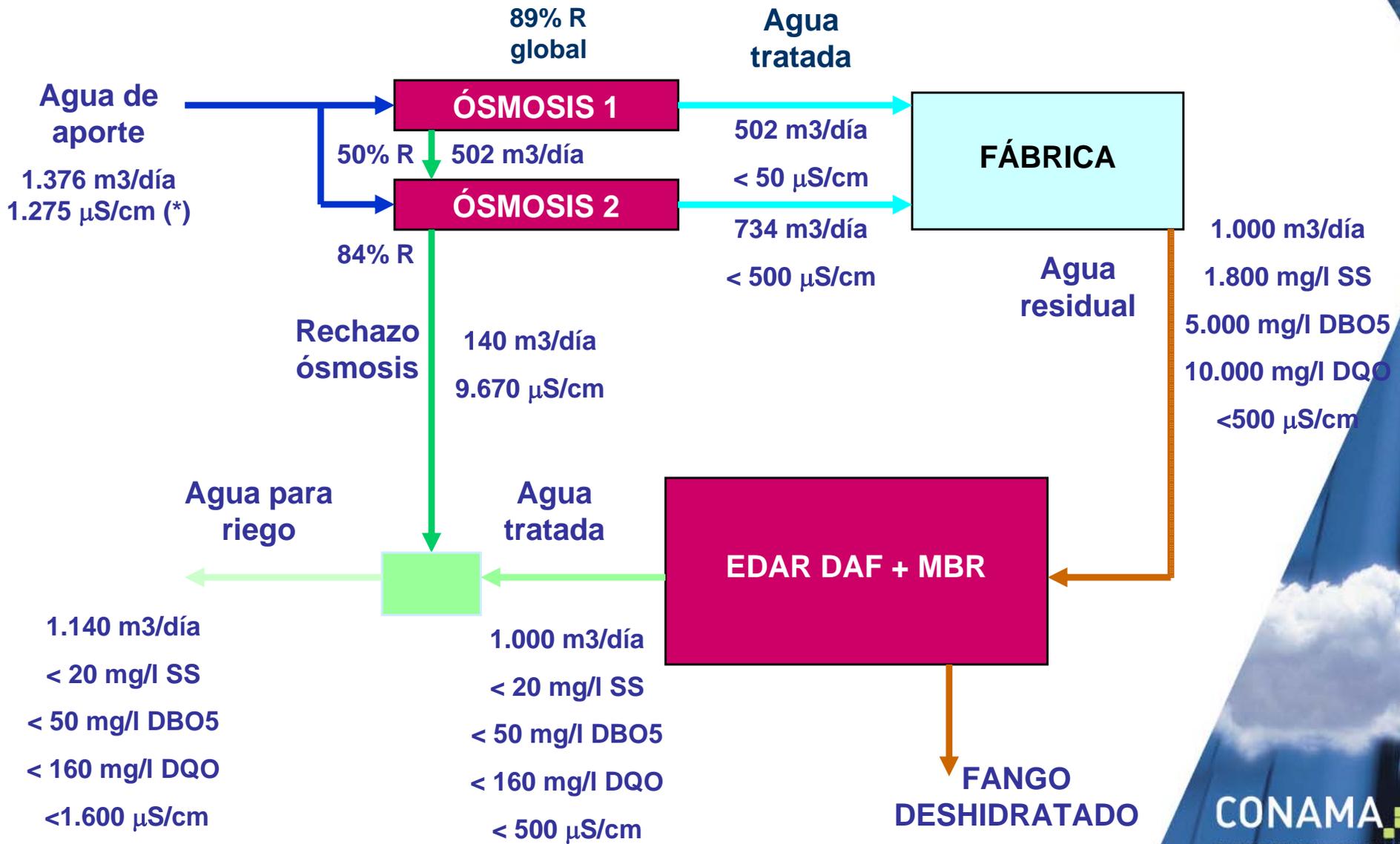
PLANTA DE PROCESO

DOSIF. QUIMICAS



ESQUEMA DE TRATAMIENTO

BALANCE DE CAUDALES – VERTIDO CERO



(*) Análisis más desfavorable

Conclusiones

- ❑ **La desalinización es una fuente de abastecimiento fiable y segura que también plantea problemas, pero que están identificados y acotados**
- ❑ **La reutilización de aguas residuales en España es absolutamente necesaria y debe ponerse el mayor esfuerzo por parte de todos (administración, empresas privadas, etc.) en potenciarla por la vía de las inversiones y de la regulación legal (Real Decreto pendiente de aprobación)**
- ❑ **El futuro/presente de la depuración y la reutilización pasa por la utilización de tecnologías de membranas**
- ❑ **La reutilización por tratamiento terciario con desalinización solo se hace necesaria, cuando no se desala en origen. El abastecimiento de agua potable mediante agua desalada en las zonas costeras, evitará en gran medida esta salinización posterior de las aguas residuales.**
- ❑ **Es necesario un esfuerzo en desarrollar investigación aplicada que potencie el uso de estas tecnologías reduciendo sus costes y haciéndolas sostenibles ambientalmente. Las empresas españolas debemos continuar a la vanguardia de la tecnología por la vía del desarrollo tecnológico y la innovación continua, potenciando así su competitividad.**
- ❑ **Un factor importante del éxito de SADYT desde sus comienzos se ha basado en su alto componente tecnológico e innovador.**