

remembrane



RECUPERACIÓN DE  
**LAS MEMBRANAS**  
DE OSMOSIS INVERSA

LIFE ENV/ES/626

With the contribution of the LIFE financial  
instrument of the European Community





**F03**  
Membranas desgastadas/ Worn out membranes

---

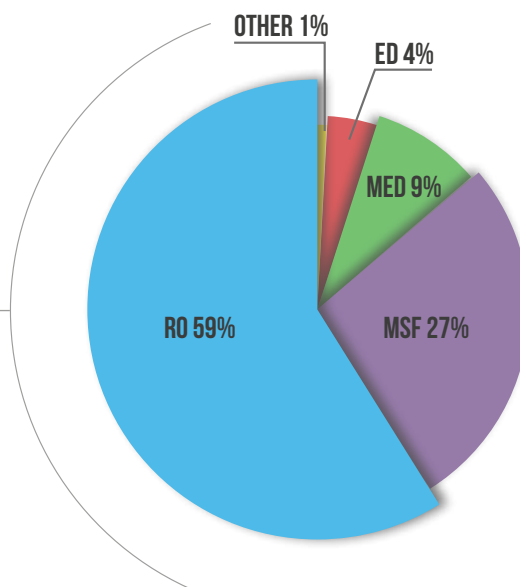
**F02**  
Nueva membrana / New membrane

---



### F01

Desalination processes distribution (RO: Reverse osmosis, MSF: Multi-stage flash distillation, MED: Multiple-effect distillation, ED: Electrodialysis).



## BACKGROUND

Currently, there are more than 15.000 desalination plants operating in 100 countries. More than 80% of these installations work with membranes based in reverse osmosis technologies. The growth of the global market for desalination, especially in the Mediterranean region, Asia, America and Middle East, is estimated at over 10% per year with an expected capacity of 100 million m<sup>3</sup> per day and a specified investment of €50.000 per m<sup>3</sup> per day, which defines a potential volume of €50 million.

A reverse osmosis membrane normally lasts between 5 and 10 years. Membranes tend to be discarded when the flow rate/water quality is not acceptable. On average, membrane replacement rates at brackish water treatment plants are around 10%, meaning that 10% of the installed membranes are replaced each year. But this rate can go up to 25% in some industrial plants.

## THE PROJECT

The main objective is the recovery of reverse osmosis membranes that have reached the end of its useful life.

**REMEMBRANE** proposes an innovative and environment-friendly technology in which diverse mechanical and chemical treatments are developed in order to recover these membranes to reuse them in the same desalination process or in other applications which need a lower quality water specification, but always in reverse osmosis technology (i.e. tertiary treatment of wastewater for irrigation and reuse, industrial water with low salinity requirements, etc.) avoiding landfill disposal and thus extending the life of the membranes.

## ANTECEDENTES

Actualmente, hay más de 15.000 plantas de desalinización que operan en 100 países en todo el mundo. Más del 80% de estas instalaciones utilizan membranas basadas en tecnologías de ósmosis inversa. El crecimiento del mercado mundial de la desalación, sobre todo en la región del Mediterráneo, Asia, América y Oriente Medio, se estima en más del 10% por año, con una capacidad prevista de 100 millones de m<sup>3</sup> por día y una inversión específica de 50.000 € por m<sup>3</sup> por día, definiéndose un volumen de mercado potencial de 50 millones de €.

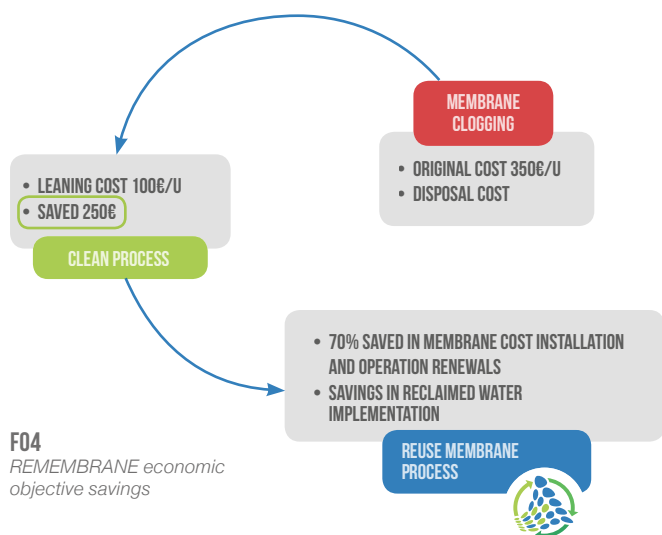
Una membrana de ósmosis inversa tiene una vida media de entre 5 y 10 años. Las membranas tienden a ser desechadas cuando la velocidad de flujo/calidad del agua no es aceptable. En promedio, las tasas de sustitución de membranas en las plantas de tratamiento de aguas salobres son alrededor del 10%, lo que significa que el 10% de las membranas instaladas se sustituyen cada año. Sin embargo, esta tasa puede llegar hasta el 25% en algunas plantas industriales.

## EL PROYECTO

El principal objetivo es la recuperación de las membranas de ósmosis inversa que han llegado al final de su vida útil.

**REMEMBRANE** propone una tecnología innovadora y respetuosa con el medio ambiente en la que se desarrollan diversos tratamientos mecánicos y químicos con el fin de recuperar estas membranas para reutilizarlas en el mismo proceso de desalinización o en otras aplicaciones que requieran una especificación más baja de la calidad del agua, pero siempre para aplicaciones de ósmosis inversa ( p.ej, el tratamiento terciario de las aguas residuales para el riego, agua industrial con requisitos de baja salinidad, etc.), evitando la eliminación en vertedero y extendiendo la vida útil de las membranas.





**F04**  
REMEMBRANE economic objective savings



**F04**  
Ahorros económicos objetivos de REMEMBRANE

### The expected results foreseen in the project:

- Technological innovation by:
  - a) Identification of target membranes fouling problems.
  - b) Construction of a demonstration plant. Cleaning and test modules.
  - c) Demonstration plant for recovered membrane application tests.
- Turning a residue into a value by increasing its lifespan.
- Decrease on landfill disposal and use of resources, reduction in membrane production due to reutilization growth.
- Enhance regenerated water feasibility and applications by focusing on reducing operational costs of the plant.

### Construction of a pilot plant for membrane testing and cleaning

The membrane recovery prototype enables the evaluation of the condition of the membrane, prior to and after the application of the cleaning treatments, in order to determine the state of membranes with respect to output flow and salt rejection. In addition, the prototype carries out of physicochemical cleaning treatment and checks the properties of treated membranes by means of a further water test in standard conditions.

### Construction of a pilot plant for recovered membrane testing

The portable prototype for recovered membrane testing offers the possibility of checking the stability and viability of recovered membranes in water treatment applications in real conditions.

The use of the recovered membranes enables compliance with the analytical requirements set out for reclaimed water for agricultural and recreational uses, etc.

### Resultados previstos en el proyecto:

- Innovación tecnológica a través de:
  - a) Identificación de las membranas objetivo según su problemática.
  - b) Construcción de un prototipo demostrativo. Módulos de limpieza y prueba.
  - c) Unprototipo demostrativo para pruebas de aplicación de membranas recuperadas.
- Convertir un residuo en un subproducto mediante el aumento de su vida útil.
- Disminución de la deposición en vertederos y el uso de las materias primas. Al reutilizar las membranas, una menor producción de las mismas es necesaria.
- Mejorar la viabilidad del agua regenerada y sus aplicaciones, centrándose en la reducción de los costes operativos de la planta.

### Construcción de una planta piloto para la prueba y limpieza de las membranas

El prototipo de recuperación de membranas permite la evaluación de la membrana, antes y después de la aplicación de los tratamientos de limpieza, con el fin de determinar el estado de las membranas con respecto al flujo de salida y al rechazo de sal. Además, el prototipo lleva a cabo tratamientos de limpieza fisicoquímicas y comprueba las propiedades de las membranas tratadas por medio de una prueba de agua en condiciones estándar.

### Construcción de una planta piloto para la validación de membranas recuperadas

El prototipo portátil para pruebas de membranas recuperadas ofrece la posibilidad de comprobar la estabilidad y viabilidad de las membranas recuperadas en aplicaciones de tratamiento de agua en condiciones reales.

El uso de las membranas recuperadas garantiza el cumplimiento de los requisitos analíticos establecidos para el agua regenerada para usos agrícolas y recreativos, etc.

	FOULING	BIOFOULING	SCALING	AGEING
SW - SEA WATER	SW-A	-	SW-A	SW-A
BW- BRACKISH WATER	BW-A	BW-A	BW-S	BW-A
	BW-AF	BW-F	BW-F BS-S2	BW-AF
BW INDUSTRIAL	INDUSTRIAL-2	INDUSTRIAL-2	INDUSTRIAL-1	-

T01  
Casos estudiados /  
Studied cases

## RESULTADOS

### PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS MEMBRANAS

Valores destinados para las membranas recuperadas:

**Recuperación > 96% of NaCl**

**Flujo > 1000 l/h**

## RESULTS

### CLEANING PROCESSES OF WORN OUT MEMBRANES

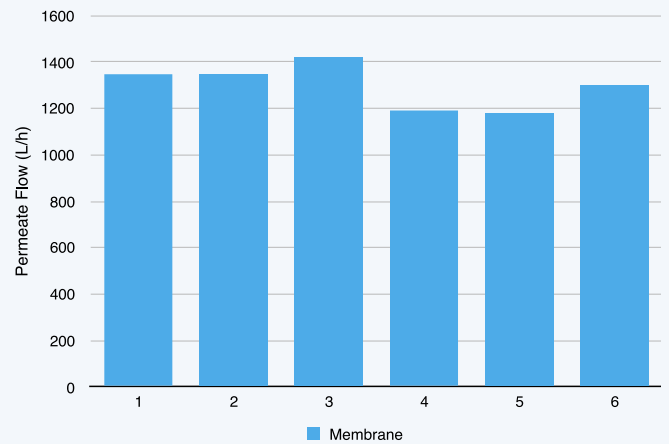
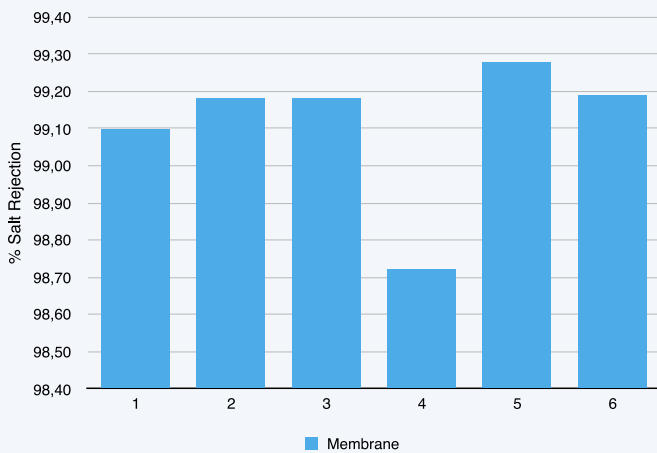
Aimed values for the recovered membranes:

**Recovery > 96% of NaCl**

**Flow > 1000 l/h**

#### BW-A

F07 BW-A: Rechazo de sal y flujo de permeado / BW-A: Salt rejection and permeate flow

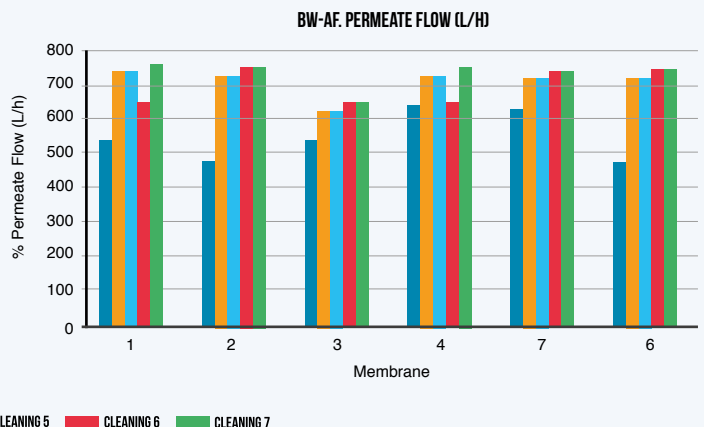
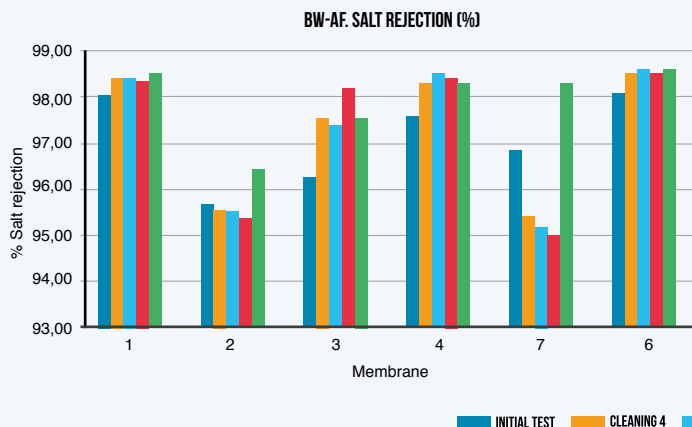


Este tipo de membrana no necesitaba una limpieza química.

This type of membrane did not need chemical cleaning.

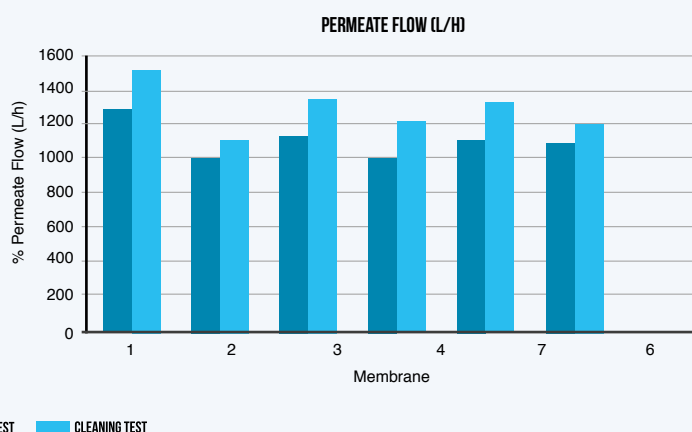
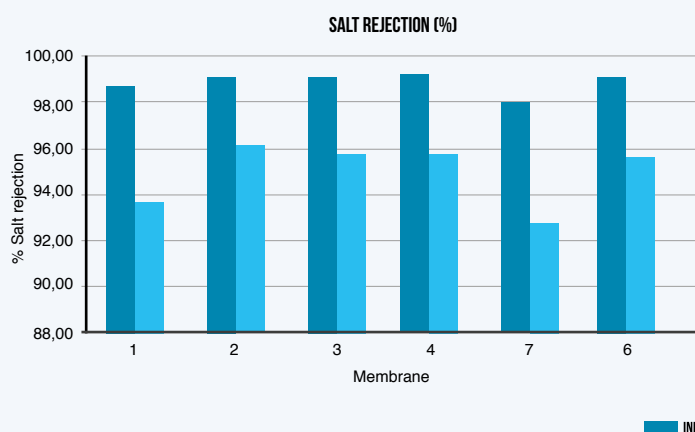
#### BW-AF

F08 BW-AF: Rechazo de sal y flujo de permeado / BW-AF: Salt rejection and permeate flow

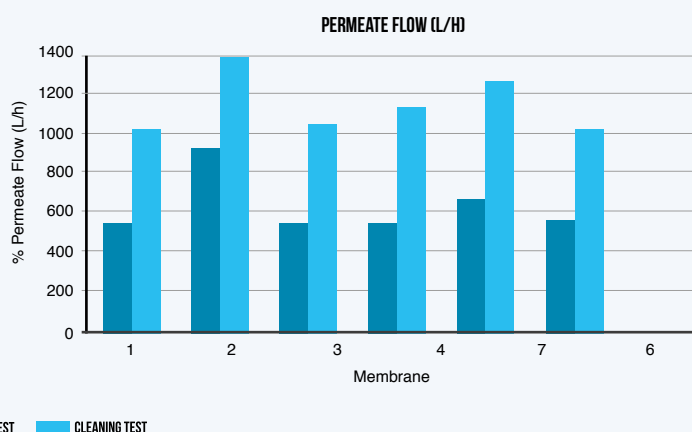
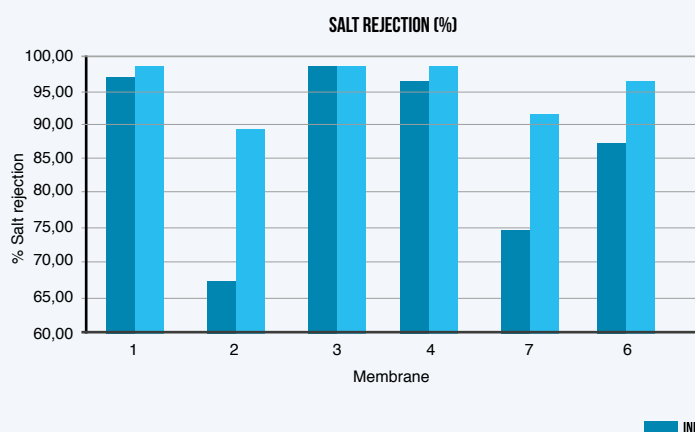


INITIAL TEST CLEANING 4 CLEANING 5 CLEANING 6 CLEANING 7

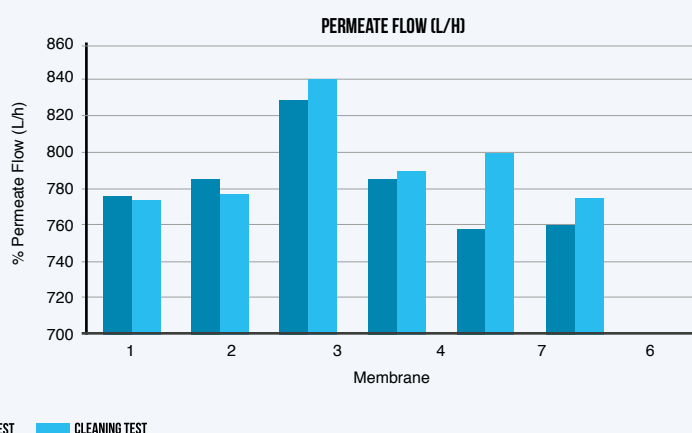
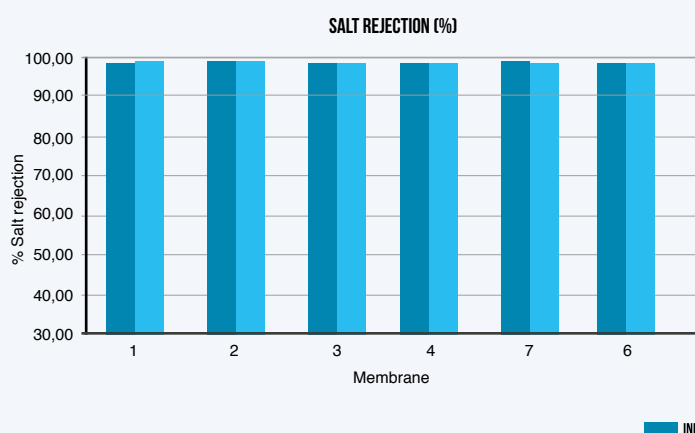
**INDUSTRIAL 2** F09 *Industrial 2. Rechazo de sal y flujo de permeado / Industrial 2. Salt rejection and permeate flow*



**BW-F** F10 *BW-F. Rechazo de sal y flujo de permeado / BW-F. Salt rejection and permeate flow*



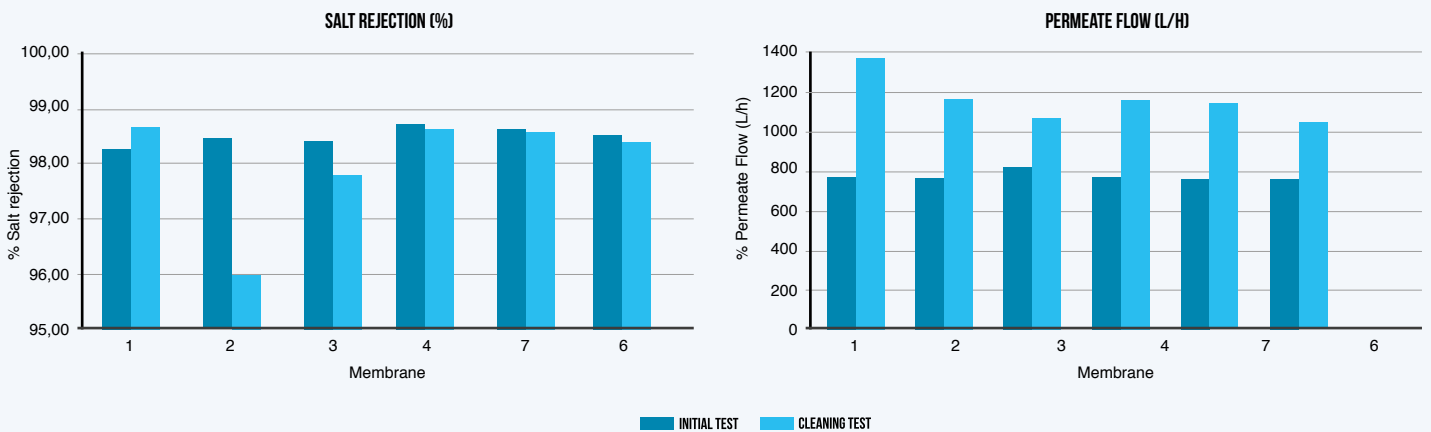
**SW-A** F11 *SW-A. Rechazo de sal y flujo de permeado / SW-A. Salt rejection and permeate flow*



As observed in the above charts, the cleaning recipe proposed did not achieve the requirements established in the project. Therefore a partial oxidation with NaClO (sodium hypochlorite) was proposed as a contingency plan. This partial oxidation was controlled in order to guarantee reverse osmosis conditions.

Como se observa en los gráficos anteriores, la receta de limpieza propuesta no alcanzó los requisitos establecidos en el proyecto. Por lo tanto, se propuso una oxidación parcial con NaOCl (hipoclorito de sodio) como plan de contingencia. Esta oxidación parcial se controló con el fin de garantizar las condiciones de ósmosis inversa.

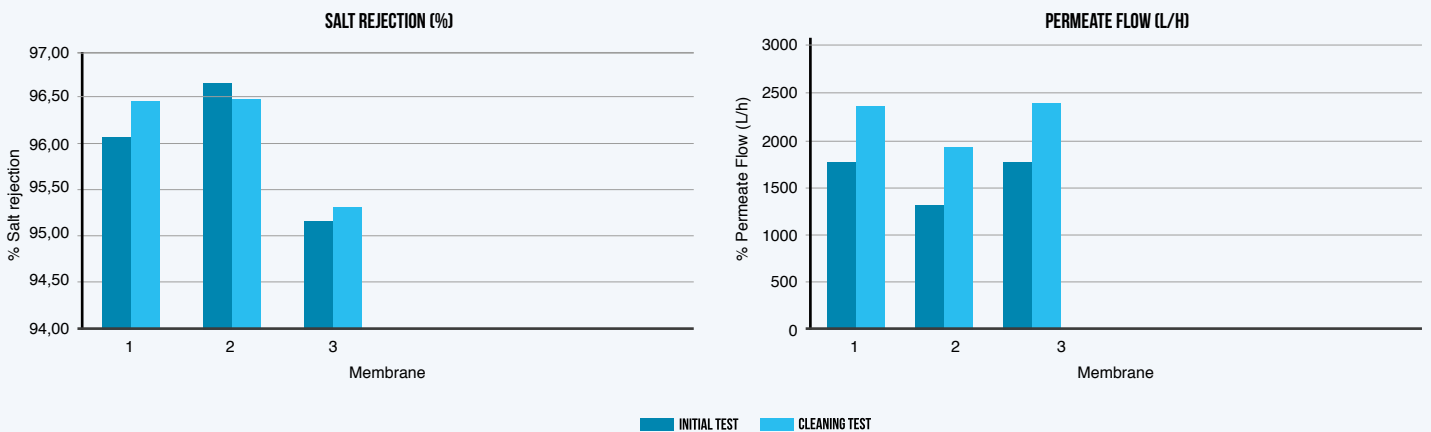
**SW-A** F12 SW-A: Rechazo de sal y flujo de permeado con el tratamiento de oxidación parcial / SW-A: Salt rejection and permeate flow with partial oxidation treatment



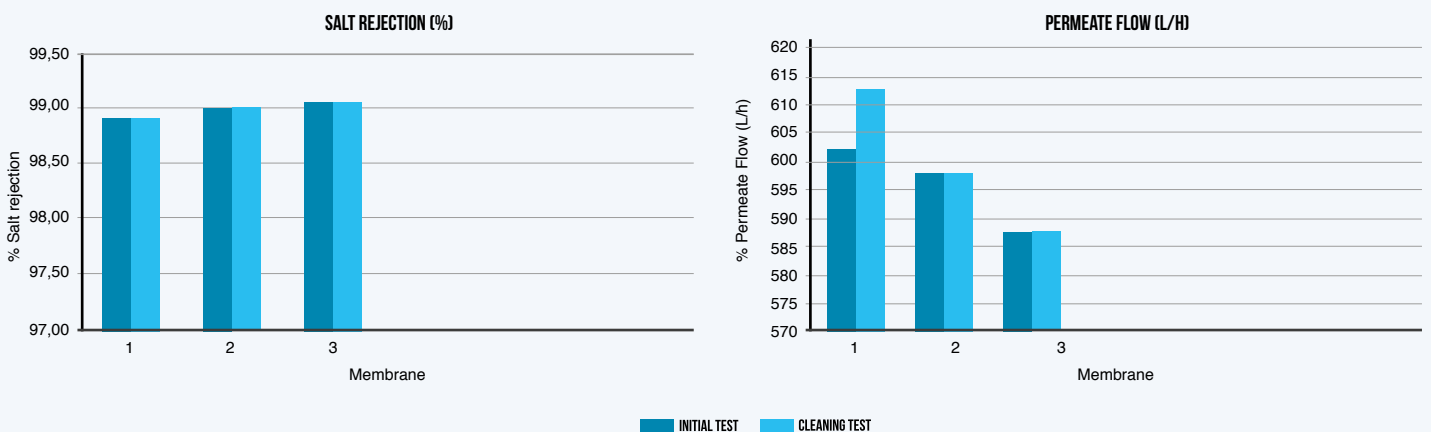
Como se puede ver en la **Figura F12**, los requisitos del proyecto se han alcanzado parcialmente (> 1000 l/h; <96% de rechazo de sal). Este tipo de membranas recuperadas se puede utilizar en agua salobre, tratamientos terciarios y también en plantas de agua de mar (únicamente en un segundo paso).

As it may be seen in **Figure F12** project requirements have been partially achieved (>1000 l/h; <96% salt rejection). This type of recovered membranes may be used in brackish water and tertiary treatments and also in seawater plants but in second step.

**INDUSTRIAL 1** F13 Industrial 1: Rechazo de sal y flujo de permeado / Industrial 1: Salt rejection and permeate flow



**BW-S2** F14 BW-S2: Rechazo de sal y flujo de permeado / BW-S2: Salt rejection and permeate flow





**Figure 14** shows that the proposed treatment was not able to increase water production or salt rejection, although it could be said that remained roughly constant in the three membranes. Before considering the membranes completely unrecoverable, it was proposed to go beyond the initial objectives of the project, trying to partially oxidize through a process of controlled oxidation.

MEMBRANE	PERMEATE FLOW (L/H)	SALT REJECTION (%)
BW-S2	969	84,5
BW-S2	969	82,2
BW-S2	969	79,9

T02 BW-S2: Oxidation trials

Once different oxidation trials were performed it was concluded that the increased production of permeate flow (RO water) was made at the expense of excessive salt rejection reduction (79-84%). Therefore, for this type of membranes of both washes, chemical and partial oxidation did not allow to make this type of membrane reusable.

### CLEANING PROCESSES OF WORN OUT MEMBRANES

This task was to assess and validate the stability of the recovered membranes obtained in the cleaning process. Each type of the recovered membranes described above was tested during certain time in a continuous mode as it is shown in **Table 3**.

BW-PLANT	BW- PLANT	WWTP-PLANT	SW-PLANT
BWA-1 MONTH	BWA-1+9 MONTHS	BWA-7 MONTHS	SWA- 1 MONTH
		BWAF-7 MONTHS	
	IND-2*-7 MONTHS	BWF-7 MONTHS	
		IND-1-7 MONTHS	

T03 Membrane validation sites

La **Figura F14** muestra que el tratamiento propuesto no fue capaz de aumentar la producción de agua o rechazo de sal, aunque se podría decir que se mantuvo aproximadamente constante para las tres membranas. Antes de considerar las membranas totalmente irrecuperables, se propuso ir más allá de los objetivos iniciales del proyecto, tratando de oxidarlas parcialmente a través de un proceso de oxidación controlada.

MEMBRANA	FLUJO DE PERMEADO (L/H)	RECHAZO DE SAL (%)
BW-S2	969	84,5
BW-S2	969	82,2
BW-S2	969	79,9

T02 BW-S2: Ensayos de oxidación

Una vez se llevaron a cabo los diferentes ensayos de oxidación, se concluyó que el aumento de la producción del flujo de permeado (agua RO) tuvo lugar a expensas de la reducción de rechazo de sal excesivo (79-84%). Por lo tanto, para este tipo de membranas sometidas a ambos lavados, la oxidación química y parcial no permitió hacer este tipo de membrana reutilizable.

### PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS MEMBRANAS

Esta tarea consistió en evaluar y validar la estabilidad de las membranas recuperadas obtenidas en el proceso de limpieza. Cada tipo de las membranas recuperadas descritas anteriormente se ensayó durante cierto tiempo en modo continuo, como se muestra en la **Tabla 3**.

BW-PLANTA	BW- PLANTA	WWTP-PLANTA	SW-PLANTA
BWA-1 MES	BWA-1+9 MESES	BWA-7 MESES	SWA- 1 MES
		BWAF-7 MESES	
	IND-2*-7 MESES	BWF-7 MESES	
		IND-1-7 MESES	

T03 Plantas de validación de las membranas

## BW-A

### TRIALS PERFORMED IN A WWTP

PFEED (BAR)	RECOVERY (%)	CONDUCTIV. INLET (µS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (µS/CM)	PERFORMANCE (%)
11,2	50	799	19	97,6

T04 BW-A performance

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

PRESIÓN (BAR)	RECUPERACIÓN (%)	CONDUCTIV. ENTRADA (µS/CM)	CONDUCTIV. SALIDA (µS/CM)	RENDIMIENTO (%)
11,2	50	799	19	97,6

T04 BW-A rendimiento

MUESTRAS	ENTRADA (DECANTADOR SECUNDARIO)	PERMEADO (BW-A)
COLIFORMES TOTALES	5,5 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	20 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	80 CFU/ML	AUSENTE
LEGIONELLA SPP.	AUSENTE	AUSENTE

T05 Ensayos microbiológicos

Se verificó la estabilidad de la membrana.

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA SALOBRE

MEMBRANAS	PRESIÓN (BAR)	CONDUCT. ENTRADA (μS/CM)	CONDUCT. OSALIDA (μS/CM)	RECHAZO DE SAL (%)
BW-A RECUPERADA (SITE A)	9,5	1.458	28	98,7
BW-A RECUPERADA (SITE A)	11,6	1.085	31	97,1
MEMBRANAS OPERATIVAS EN LA PLANTA A BW	11,6	1.085	57	94,7

T06 BW-A plantas de agua salobre

Los valores obtenidos durante estos ensayos muestran mejores resultados con las membranas recuperadas que con las ya existentes. Aunque estos valores son difíciles de comparar, ya que no se conocía la situación real de las membranas de las plantas existentes, la tendencia es claramente positiva.

SAMPLES	INLET (SECONDARY DECANTER)	PERMEATE (BW-A)
TOTAL COLIFORMS	5,5 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	20 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	80 CFU/ML	ABSENCE
LEGIONELLA SPP.	ABSENCE	ABSENCE

T05 Microbiological trials

Stability of the membrane was verified.

### TRIALS PERFORMED IN BRACKISH WATER TREATMENT PLANT

MEMBRANES	PFEED (BAR)	CONDUCTIV. INLET (μS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (μS/CM)	SALT REJECTION (%)
RECOVERED BW-A (SITE A)	9,5	1.458	28	98,7
RECOVERED BW-A (SITE A)	11,6	1.085	31	97,1
OPERATING MEMBRANES IN SITE A BW PLANT	11,6	1.085	57	94,7

T06 BW-A brackish water plants

Values obtained during these trials show better results with the recovered membranes that with the existing ones. Although these values are difficult to compare since it was not known the real situation of the existing plant membranes, the trend is clearly positive.

## BW-AF

PRESIÓN (BAR)	RECUPERACIÓN (%)	CONDUCTIV. ENTRADA (μS/CM)	CONDUCTIV. SALIDA (μS/CM)	RENDIMIENTO (%)
18,5	50	849	25	97,4

T07 Rendimientos BW-AF

MUESTRAS	ENTRADA (DECANTADOR SECUNDARIO)	PERMEADO (BW-A)
COLIFORMES TOTALES	8,0 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	6,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	AUSENTE	AUSENTE

T08 Ensayos microbiológicos

PFEED (BAR)	RECOVERY (%)	CONDUCTIV. INLET (μS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (μS/CM)	PERFORMANCE (%)
18,5	50	849	25	97,4

T07 BW-AF performance

SAMPLES	INLET (SECONDARY DECANTER)	MEATE (BW-A)
TOTAL COLIFORMS	8,0 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	6,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	ABSENCE	ABSENCE

T08 Microbiological trials

## INDUSTRIAL 2

### TRIALS PERFORMED IN BRACKISH WATER TREATMENT PLANT

MEMBRANES	PFEED (BAR)	CONDUCTIV. INLET (μS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (μS/CM)	SALT REJECTION (%)
RECOVERED MEMBRANES INDUSTRIAL 2 (SITE A)	10,8	1.085	18	98,3
OPERATING MEMBRANES IN SITE A BW PLANT	10,8	1.085	57	94,7

T09 IND-2 Performance

Values obtained during these trials show better results with the recovered membranes that with the existing ones.

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA SALOBRE

MEMBRANAS	PRESIÓN (BAR)	CONDUCT. ENTRADA (μS/CM)	CONDUCT. OSALIDA (μS/CM)	RECHAZO DE SAL (%)
MEMBRANAS RECUPERADAS INDUSTRIAL 2 (SITE A)	10,8	1.085	18	98,3
MEMBRANAS RECUPERADAS EN PLANTA A BW	10,8	1.085	57	94,7

T09 Rendimiento IND-2

Los valores obtenidos durante estos ensayos muestran mejores resultados con las membranas recuperadas que con las ya existentes.

## BW-F

### TRIALS PERFORMED IN A WWTP

PFEED (BAR)	RECOVERY (%)	CONDUCTIV. INLET (μS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (μS/CM)	PERFORMANCE (%)
7,9	50	542	33	93,7

T10 BW-F Performance

SAMPLES	INLET (SECONDARY DECANTER)	MEATE (BW-A)
TOTAL COLIFORMS	1,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0,07 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	7,0 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	0,04 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	ABSENCE	ABSENCE

T11 Microbiological parameters

As it may be seen in above tables, performance and microbial removal were satisfactory for this and different applications.

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

PRESIÓN (BAR)	RECUPERACIÓN (%)	CONDUCTIV. ENTRADA (μS/CM)	CONDUCTIV. SALIDA (μS/CM)	RENDIMIENTO (%)
7,9	50	542	33	93,7

T10 Rendimiento BW-F

MUESTRAS	ENTRADA (DECANTADOR SECUNDARIO)	PERMEADO (BW-A)
COLIFORMES TOTALES	1,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0,07 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	7,0 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	0,04 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	AUSENTE	AUSENTE

T11 Parametros microbiologicas

Como se puede ver en las tablas anteriores, el rendimiento y la eliminación microbiana fueron satisfactorios para esta y diferentes aplicaciones.

## INDUSTRIAL 1

### TRIALS PERFORMED IN A WWTP

PFEED (BAR)	RECOVERY (%)	CONDUCTIV. INLET (μS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (μS/CM)	SALT REJECTION (%)
12,1	50	531	39	94,1

T12 IND-1 Performance

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

PRESIÓN (BAR)	RECUPERACIÓN (%)	CONDUCTIV. ENTRADA (μS/CM)	CONDUCTIV. SALIDA (μS/CM)	RECHAZO DE SAL (%)
12,1	50	531	39	94,1

T12 Rendimiento IND-1

MUESTRAS	RAW WATER (CLARIFICADOR SECUNDARIO PTAR)	PERMEADO (BW-F)
COLIFORMES TOTALES	1,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0,06 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	7,0 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	0,05 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	AUSENTE	AUSENTE

T13 Rendimiento microbiological

SAMPLES	RAW WATER (WWTP SECONDARY CLARIFIER)	PERMEATE (BW-F)
TOTAL COLIFORMS	1,4 X 10 <sup>3</sup> CFU/ML	0,06 CFU/ML
ESCHERICHIA COLI	7,0 X 10 <sup>2</sup> CFU/ML	0,05 CFU/ML
LEGIONELLA SPP.	ABSENCE	ABSENCE

T13 Microbiological performance

## SW-A

### ENSAYOS REALIZADOS EN PLANTA DE AGUA DE MAR

PRESIÓN (BAR)	RECUPERACIÓN (%)	CONDUCTIV. ENTRADA (µS/CM)	CONDUCTIV. SALIDA (µS/CM)	RECHAZO DE AGUAS (%)
65	52,4	56.275	5.650	90,0

T14 Rendimiento SW-A

En este caso, las membranas recuperadas de agua de mar de **REMEMBRANE** no son lo suficientemente buenas para ser utilizadas como primer paso en una planta de desalinización, sin embargo, estamos seguros de que van a funcionar perfectamente como segundo pasos para aplicaciones de agua de mar.

### TRIALS PERFORMED IN A SEA WATER PLANT

PFEED (BAR)	RECOVERY (%)	CONDUCTIV. INLET (µS/CM)	CONDUCTIV. OUTLET (µS/CM)	SALT REJECTION (%)
65	52,4	56.275	5.650	90,0

T07 BW-AF performance

In this case, **REMEMBRANE** sea water recovered membranes are not good enough to be used as a 1st pass in a desalination plant, however, we are sure that they will operate perfectly as 2nd pass membrane for sea water applications.

## CONCLUSIONES

- Las membranas son más resistentes que lo que los proveedores puedan decir. Es posible trabajar con una membrana que ha sido mal conservada después de su uso y hacer la limpieza química frecuentemente sin degradar la capa activa. Por lo tanto, las membranas pueden soportar "malas" condiciones de almacenamiento (ambiente seco y altas temperaturas).
- No es fácil oxidar una membrana de ósmosis inversa con cloro. Por lo tanto, es posible obtener membranas modificadas. Las recetas de limpieza con cloro son útiles para reutilizar membranas "no recuperables".

## CONCLUSIONS

- Membranes are tougher than suppliers may say. It is possible to work with a membrane that has been poorly conserved after usage and make frequent chemical cleaning without degrading the active layer. Therefore, membranes can withstand "bad" storage conditions (dry atmosphere and high temperatures).
- It is not easy to oxidise a reverse osmosis membrane with chlorine. Thus, it is possible to obtain customised membranes. Cleaning recipes with chlorine are useful to upgrade "not recoverable" membranes.

**REMEMBRANE** strategy has overcome an environmental problem related to the worn out reverse osmosis membranes. The technology proposed is sustainable and its benefits may be summarised in:

- Recovery of a residue: Recovered membranes can be reused in RO applications
- Reduction of landfill disposal: less membranes are going to be disposed at landfill since they are being reused, approximate 6.700 Tm/ per year less only in Spain.
- Carbon foot print reduction using 226000 recovered membranes for one year in Spain may go from 5990 Tm of CO<sub>2</sub> (worst case) to 8815 Tm of CO<sub>2</sub> (best case).
- Decrease in raw material production related to membrane manufacture: reusing worn out membranes has a direct effect on the number of new membranes needed and its environmental impact.
- Increase of the regenerated water reuse due to the cost reduction related to the use of recovered membranes through REMEMBRANE process.

Other collateral benefits of the strategy proposed in REMEMBRANE aiming to give applicability, reproducibility and economic feasibility in the future market are:

- Regenerated water use, i.e. for irrigation, will be cheaper with recovered membranes so application of this technology may be enhanced.
- Membrane replacement will be cheaper than with new modules so operation costs will be reduced. From 350 to 100 €/module.
- Reduction of the membrane's management cost as a residue, including its carbon footprint due to transport.
- Since membranes become cheaper, it would not be necessary to install intensive pre-treatment processes such as ultrafiltration or physicochemical operations to protect them; therefore, installation costs of the reverse osmosis plants will be reduced.
- Appearing on the market of recovered membranes with a very low price, may cause that reverse osmosis membrane manufactures lower their prices
- Tap quality guaranteed for stakeholders under fewer maintenance costs.
- Increase of R+D from membrane providers to improve the resistance and work quality of new membranes
- More benefits due to cost savings in industries that use intensively high water quality (beverages, fruit, etc.)

La estrategia de **REMEMBRANE** ha superado un problema ambiental relacionado con las membranas de ósmosis inversa consumidas. La tecnología propuesta es sostenible y sus beneficios se pueden resumir en:

- La recuperación de un residuo: las membranas recuperadas pueden ser reutilizadas en aplicaciones de ósmosis inversa.
- La reducción de residuos en vertederos: menos membranas van a ser enviadas a vertedero, ya que están siendo reutilizadas; aproximadamente 6.700 Tm / año menos tan sólo en España.
- La reducción de la huella de carbono utilizando 226.000 membranas recuperadas en un año en España puede oscilar entre 5990 Tm de CO<sub>2</sub> (peor caso) y 8815 Tm de CO<sub>2</sub> (mejor de los casos).
- La disminución de la producción de materias primas relacionadas con la fabricación de membranas: reutilizar membranas tiene un efecto directo sobre el número de nuevas membranas necesarias y su impacto ambiental.
- Aumento del consumo de agua regenerado gracias a la reducción de costes debido al uso de membranas recuperadas por el proceso REMEMBRANE

Otros beneficios colaterales de la estrategia propuesta en REMEMBRANE con el objetivo de dar aplicabilidad, reproducibilidad y viabilidad económica en el mercado futuro son:

- El uso de agua regenerada, p.ej para riego, será más barata con membranas recuperadas por lo que la aplicación de esta tecnología puede ser incentivada.
- La sustitución de la membrana será más barata que con nuevos módulos, reduciendo así los costes de operación de 350 a 100 € / módulo.
- La reducción de los costes de gestión de las membranas como un residuo, incluido su huella de carbono debida al transporte.
- Dado que las membranas se vuelven más baratas, no sería necesaria la instalación de procesos intensivos de pre-tratamiento como la ultrafiltración o de operaciones físico-químicas para protegerlos; por lo tanto, se reducirán los costes de instalación de las plantas de ósmosis inversa.
- La aparición en el mercado de las membranas recuperadas con un precio muy bajo, puede provocar que los fabricantes de membranas de ósmosis inversa bajen sus precios.
- Calidad garantizada para los interesados con menores costes de mantenimiento.
- Aumento de la I+D de los proveedores de membrana para mejorar la calidad y resistencia de las nuevas membranas.
- Mayores beneficios debido al ahorro de costes en las industrias que usan intensivamente agua de calidad alta (bebidas, frutas, etc.).



## AGRADECIMIENTOS

REMEMBRANE es un proyecto co-financiado por la Comunidad Europea, a través del instrumento LIFE +, en virtud del acuerdo de subvención LIFE11ENV / ES / 626. Los participantes del proyecto incluyen cinco socios (AQUALIA, TYP SA, AMBICAT, ARC y LEITAT-) y los Ayuntamientos de Denia y Talavera de la Reina, donde se ubican los prototipos suministrados por el Grupo Oceanía metal.

## ACKNOWLEDGMENTS

REMEMBRANE is a project co-funded by the European Community, through the LIFE+ funding instrument, under grant agreement LIFE11ENV/ES/626. Project participants include five partners (Aqualia, TYP SA, MBICAT, ARC and LEITAT) and the Municipal Councils of Denia and Talavera de la Reina, which house the prototypes supplied by Grupo Oceanía Metal.



LIFE ENV/ES/626



# remembrane



LIFE ENV/ES/626



With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community