



## El segundo aliento del agua: El potencial de las membranas de ósmosis recuperadas

## Breathing new life into water: the potential of recovered RO membranes

**Gustavo Riera**  
Jefe de Explotación en SITRA  
Head of Operations at SITRA

**E**n un mundo donde la escasez hídrica y la sostenibilidad dictan la agenda industrial, la reutilización de componentes críticos se ha vuelto imperativa. Las membranas de ósmosis inversa, tradicionalmente consideradas consumibles de un solo uso, están viviendo una revolución gracias a procesos de regeneración avanzada. Este artículo analiza si estas membranas recuperadas pueden competir en rendimiento con las nuevas, desafiando el paradigma del desecho lineal.

**T**he reuse of critical components is paramount in a world where water scarcity and sustainability govern industrial strategy. Traditionally treated as single use consumables, advanced regeneration processes have triggered a transformation in the field of reverse osmosis (RO) membranes. This article examines whether recovered membranes can match the performance of new elements and thus challenge the paradigm of linear disposal.

### Introducción al Ciclo de Vida de la Membrana desde la perspectiva de SITRA

La ósmosis inversa (OI) es la piedra angular de la desalinización y el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el destino final de la mayoría de las membranas de poliamida es el vertedero. Se estima que anualmente se desechan más de 800.000 elementos de membrana a nivel global. Las empresas especializadas en recuperación han desarrollado protocolos para interceptar estos elementos, revertir el ensuciamiento (fouling) o incrustaciones (Scaling) y devolverles propiedades operativas cercanas a su estado original.

Desde la perspectiva de SITRA, cuyo trabajo implica el conocimiento profundo del comportamiento de las membranas, se trata de aplicar una experiencia acumulada en estos procesos para alargar la vida útil de las unidades, reduciendo así el impacto ambiental sin comprometer la seguridad del proceso.

Esta aproximación, basada en diagnóstico avanzado,

### Introduction to the Membrane Lifecycle from the SITRA perspective

Reverse osmosis (RO) is the cornerstone of desalination and wastewater treatment. Yet most polyamide membranes end up in the landfill. Estimates indicate that over 800,000 membranes are discarded worldwide every year. Companies specialising in recovery have developed protocols to intercept these elements, reverse fouling or scaling, and restore operational properties to values approaching those of new membranes.

SITRA—whose work involves a deep understanding of membrane behaviour—seeks to apply accumulated expertise in these processes to extend membrane service life, thereby reducing environmental impact without compromising operational integrity. This approach—grounded in advanced diagnostics, real plant operation, and a deep understanding of membrane behaviour in service—gives rise to a line of work in which SITRA Agua Industrial & Bioenergía



operación real de plantas y conocimiento profundo del comportamiento de las membranas en servicio, es una línea de trabajo en la que SITRA Agua Industrial & Bioenergía aplica su experiencia acumulada en procesos de membrana para alargar la vida útil de estos equipos y reducir su impacto ambiental sin comprometer la seguridad del proceso.

### El Proceso de Recuperación Técnica

No todas las membranas son candidatas para la recuperación. El proceso comienza con una auditoría técnica que incluye:

1. Inspección física y pesaje: Determina el grado de colmatación interna.
2. Test de integridad (Bubble Test): Identifica fugas mecánicas o daños en los sellos.
3. Regeneración de la membrana: A diferencia de un lavado estándar en planta, las empresas de recuperación utilizan reactivos específicos para eliminar incrustaciones inorgánicas, biopelículas y materia orgánica compleja sin degradar la capa activa de poliamida.
4. Re-caracterización: Cada membrana se prueba en banco de ensayos para certificar su nuevo perfil de rendimiento (Acorde a ello, se puede determinar su nueva posición según destino).

### Análisis Comparativo: Recuperadas vs. Nuevas

La viabilidad de una membrana recuperada se mide bajo tres ejes críticos: presión de operación, caudal de permeado y rechazo de sales.

#### 1. Comportamiento de la Presión (Energía)

Las membranas nuevas operan con una presión diferencial ( $\Delta P$ ) mínima. Con el uso, la acumulación de sólidos aumenta la resistencia hidráulica.

- Membranas Nuevas: Ofrecen mayor rechazo de sales un caudal teórico.
- Membranas Recuperadas: Tras la recuperación, la pérdida de carga suele situarse entre un 5%



applies its accumulated expertise in membrane processes to extend the service life of these units and reduce their environmental impact without compromising operational integrity

### The Technical Recovery Process

Not all membranes are suitable for recovery. The process begins with a technical audit encompassing:

1. Physical inspection and weighing: Determines the extent of internal fouling.
2. Integrity Test (Bubble Test): Identifies mechanical leaks or damage to the seals.
3. Membrane regeneration: Unlike standard in plant cleaning, recovery companies use specific chemicals to remove inorganic scaling, biofilms, and complex organic matter without degrading the polyamide active layer.
4. Re characterisation: Each membrane is tested on a test bench to certify its new performance profile (this determines the new position of the membrane in the RO process).

### Comparative analysis: Recovered vs New membranes

Three critical parameters are used to measure the viability of a recovered membrane: operating pressure, permeate flow, and salt rejection.

#### 1. Pressure Behaviour (Energy)

New membranes operate with a minimal differential pressure ( $\Delta P$ ). With use, the accumulation of solids increases hydraulic resistance.

- New Membranes: Provide higher salt rejection and the expected theoretical flow.
- Recovered Membranes: After regeneration, the pressure drop typically lies between 5% and 15% above that of a new element. Although energy consumption may be slightly higher, in systems equipped with variable speed drives this impact is usually marginal compared with the savings in capital expenditure (CAPEX).

#### 2. Permeate flow (Productivity)

The design flow of a new membrane is predictable. In recovered membranes, the flow depends on the success of removing the "irreversible fouling".

- Performance — A high quality recovered membrane typically delivers 85% to 95% of the nominal permeate flow of a new element. Recovery companies commonly classify recovered membranes as "grade" A, B, or C based on this percentage, allowing the operator to adjust the configuration of the RO racks in accordance with the required permeate flow.



y un 15% por encima de una nueva. Aunque el consumo energético puede ser ligeramente superior, en sistemas con variadores de frecuencia, este impacto suele ser marginal frente al ahorro en el gasto de capital (CAPEX).

### 2. Caudal de Permeado (Productividad)

El flujo de diseño de una membrana nueva es predecible. En las recuperadas, el flujo depende del éxito en la eliminación del “irreversible fouling”.

- Rendimiento: Una membrana recuperada de alta calidad suele alcanzar entre el 85% y el 95% del caudal nominal de una nueva. Es común que las empresas las clasifiquen por “grados” (A, B o C) según este porcentaje, permitiendo al operador ajustar la configuración de los racks de ósmosis según la productividad requerida.

### 3. Calidad del Agua (Rechazo de Sales)

Este es el punto más crítico. La capa de poliamida sufre degradación química (especialmente por oxidación con cloro) que es irreversible.

- Membranas Nuevas: Rechazo de sales típico del 99.5% al 99.8%.
- Membranas Recuperadas: Generalmente ofrecen un rechazo de entre el 98% y el 99.2%.
- Consideración técnica: Para aplicaciones de agua potable o procesos industriales estándar, un rechazo del 98.5% es perfectamente aceptable. Sin embargo, para agua de alimentación a calderas de alta presión o semiconductores (donde se busca conductividad ultra baja), las recuperadas suelen relegarse a etapas de pre-tratamiento o sistemas de menor exigencia.

### 3. Water quality (Salt Rejection)

This is the most critical parameter. The polyamide layer undergoes irreversible chemical degradation (especially due to chlorine oxidation).

- New membranes — Typical salt rejection rates range from 99.5% to 99.8%.
- Recovered membranes — Generally offer rejection rates between 98% and 99.2%.
- Technical consideration — For drinking water applications or standard industrial processes, a rejection rate of 98.5% is perfectly acceptable. However, for high pressure boiler feedwater or semiconductor manufacturing (where ultra low conductivity is required), recovered membranes are usually relegated to pretreatment stages or systems with less stringent requirements.

### Strategic and Financial Benefits

Using recovered membranes is not only an environmental decision; under certain conditions, it is a financially sound option.

- Lower cost — The cost of a recovered membrane is typically between 30% and 60% that of a new one.
- Sustainability (ESG) — recovered membranes drastically reduce treatment plant carbon footprint by reducing the need to manufacture new polymers and consequently reducing waste generation.
- Supply chain resilience — During global logistics disruptions, locally available recovered membranes provide a rapid alternative to the long lead times of international manufacturers.
- Membrane verification — Each membrane is



### Ventajas Estratégicas y Económicas

El uso de membranas recuperadas no es solo una decisión ambiental; es una decisión financiera lógica bajo ciertas condiciones:

- Reducción de Costes: El precio de una membrana recuperada suele oscilar entre el 30% y el 60% del valor de una nueva.
- Sostenibilidad (ESG): Reduce drásticamente la huella de carbono de la planta de tratamiento al evitar la fabricación de nuevos polímeros y la generación de residuos.
- Resiliencia en la Cadena de Suministro: Ante las crisis de logística global, el stock de membranas recuperadas localmente ofrece una alternativa rápida frente a los plazos de entrega de fabricantes internacionales.
- Verificación de la membrana: Cada membrana es testeada físicamente de modo que se obtiene sus datos operativos sin desviaciones.

### Limitaciones y Riesgos

Si bien es cierto que el polímero (la poliamida) sufre un desgaste químico con los años, una membrana recuperada puede tener una vida operativa sorprendentemente larga si se dan dos condiciones:

1. Integridad Estructural: Si el soporte de polisulfona y los espaciadores (malla plástica) no han sufrido deformaciones mecánicas por alta presión, la membrana "mecánicamente" está nueva.
2. Calidad de la Regeneración: Las empresas especializadas no solo lavan; algunas aplican re-recubrimientos químicos (capas de sacrificio) que sellan microporos y restauran el rechazo de sales.

Según los condicionantes indicados nos podemos encontrar con limitaciones operativas, riesgos de la regeneración y de integridad estructural-

### Experiencia técnica de SITRA en tecnologías de membrana

La aplicación industrial de tecnologías de membranas —incluyendo diseño, operación avanzada y tratamientos de ósmosis inversa— forma parte del núcleo de la actividad técnica de SITRA, compañía que cuenta con más de 300 referencias industriales en proyectos de gestión integral del agua en sectores con demandas de alta exigencia operacional.

Además de su rol como integrador de soluciones de ósmosis inversa para procesos industriales (donde tecnologías de membrana son clave para obtener agua de alta calidad y gestionar rechazos en condiciones severas), SITRA ha desarrollado alternativas tecnológicas que permiten realizar ensayos piloto y ajustar diseños para aplicaciones complejas, como plantas piloto de ósmosis inversa basadas en mem-

physically tested, ensuring that operational data is obtained without deviations.

### Limitations and Risks

Although the polymer (the polyamide layer) does undergo chemical degradation over the years, a recovered membrane can still deliver a surprisingly long operational life if two conditions are met:

1. Structural Integrity: If the polysulfone support layer and the feed spacers (plastic mesh) have not



branas “disco-tubo”, concebidas para tratar lixiviados y aguas con elevada carga orgánica y salina. Se trata de aprovechar las capacidades técnicas para integrar todos estos procesos en soluciones completas de tratamiento y reutilización de agua. Alternativas que tengan un impacto medible tanto en términos de sostenibilidad como de eficiencia operativa.

### Conclusión

Las membranas de ósmosis recuperadas han pasado de ser un “experimento de laboratorio” a una solución industrial madura. Si bien no igualan el rendimiento del 100% (en ciertos casos casi lo obtienen) de una membrana virgen en términos de rechazo y presión, su balance costo-beneficio es extraordinario. Además de su uso en aguas salobres, riego agrícola y etapas secundarias de tratamiento, las membranas recuperadas ya permiten obtener calidades de agua aptas para consumo e integración en procesos industriales.

La clave del éxito radica en trabajar con empresas que certifiquen el ensayo de cada elemento individualmente, garantizando que el ahorro económico no comprometa la integridad del proceso reduzca al máximo las limitaciones conocidas. Un enfoque que forma parte del día a día de SITRA en su gestión de sistemas de membrana en los entornos industriales más exigentes. 🌈



suffered mechanical deformation due to excessive pressure, the membrane is essentially “as good as new” in mechanical terms.

2. Quality of the Regeneration Process: Specialist companies do more than simply clean the element; some apply chemical re coating treatments (sacrificial layers) that seal micro-pores and restore salt rejection performance.

Based on the conditions outlined above, operational limitations and risks associated with the regeneration process and structural integrity may be encountered.

### SITRA's technical expertise in membrane technologies

The industrial application of membrane technologies — including system design, advanced operation, and reverse osmosis treatments — lies at the core of SITRA's technical activity. With more than 300 industrial references, the company has delivered comprehensive water management projects across sectors with demanding operational requirements

In addition to its role as an integrator of reverse osmosis solutions for industrial processes — where membrane technologies are essential for producing high quality water and managing concentrates under severe operating conditions — SITRA has developed technological alternatives that enable pilot testing and design optimisation for complex applications. These include reverse osmosis pilot plants based on “disc tube” membranes, specifically conceived for the treatment of leachates and waters with high organic and saline loads.

The aim is to leverage these technical capabilities to integrate all of these processes into comprehensive water treatment and reuse solutions — alternatives that deliver a measurable impact both in terms of sustainability and operational efficiency.

### Conclusion

Recovered reverse osmosis membranes have evolved from a “laboratory experiment” into a mature industrial solution. Although they do not always match the full performance (in some cases they come remarkably close) of new membranes in terms of rejection and operating pressure, they offer an exceptional cost-benefit ratio. In addition to use in brackish water, agricultural irrigation, and secondary treatment stages, recovered membranes can now deliver water qualities suitable for human consumption and industrial processes.

The key to successful membrane reuse lies in working with companies that certify the testing of each individual element, ensuring that cost savings do not compromise process integrity and that known limitations are minimised as far as possible. This approach forms part of SITRA's day to day practice in managing membrane systems within the most demanding industrial environments. 🌈