



Universidad
Católica del Norte

N° 9
2020

Programa de Mejoramiento
Institucional en Recursos Hídricos

BOLETÍN VIGILANCIA TECNOLÓGICA

REUTILIZACION DE MEMBRANAS DE OSMOSIS INVERSA



Dirección de Innovación y
Transferencia Tecnológica

Vigilancia Tecnológica ¿Qué es?



La vigilancia tecnológica (VT) es una de las herramientas de los sistemas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i), esta herramienta de manera sistemática detecta, analiza, difunde, comunica y explota las informaciones técnicas útiles para la organización, su propósito es alertar sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la misma. (UNE 166006 EX, 2006).

A nivel mundial la VT es una herramienta muy utilizada por organizaciones independientes, privadas y/o estatales que dentro de su funcionamiento tengan integrado un sistema de gestión I+D+i y/o realicen proyectos de I+D+i.

Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos Hídricos UCN 1795

El Programa de Mejoramiento Institucional PMI en Recursos Hídricos 1795 busca dar continuidad y sustentabilidad en el tiempo a los Programas priorizados por el PMI UCN1302, consolidando competencias y capacidades en torno a un recurso estratégico, como lo es el recurso hídrico en la Región de Antofagasta.

La propuesta de trabajo se orienta a fortalecer la articulación académica y la vinculación con el medio, trabajando articuladamente con la industria y los servicios públicos, con la finalidad de fortalecer las líneas de investigación en recursos hídricos, a través del desarrollo de I+D+i y la formación de cursos de capacitación y postgrado.

Índice de Contenidos

- Introducción.....4
- Publicaciones Científicas.....7
- Patentes.....10
- Patentes en Chile.....15
- Referencias.....16

Membranas de osmosis inversa

La tecnología de ósmosis inversa es uno de los métodos más utilizados para la desalinización de agua de mar. Esto se hace mediante el uso de membranas de película delgada (TFC) y de enrollamiento en espiral. Varios factores afectan la vida útil de las membranas TFC (3-5 años), tales como; el pretratamiento, presiones de trabajo, prevención y control del ensuciamiento (fouling) son los principales.



La eliminación de las membranas de TFC, después del final de su vida útil, tiene un efecto negativo en el medio ambiente, ya que la mayoría de las unidades son desechados en vertederos o incinerados para recuperar energía (Reza y col., 2019). Según los datos de la Asociación Internacional de Desalinización (IDA, 2016), la masa total de las unidades eliminadas en 2016 se estimó en más de 16.500 toneladas, lo que indica que el problema de las membranas eliminadas requiere atención urgente.

Reutilizar las membranas es la opción más estudiada, ya sea como reutilización directa o después de la conversión a membranas de ultrafiltración. Esto se debe a que la reutilización también tiene intereses económicos y no solo beneficios ambientales. La reutilización directa se divide en tres categorías: (1) rejuvenecimiento de las membranas, (2) reutilización en tratamientos de agua de grado inferior y (3) nuevas aplicaciones. El tratamiento de rejuvenecimiento se realiza mediante agentes de limpieza para eliminar la mayor parte de las incrustaciones. Si el rendimiento de las membranas no es adecuado después del tratamiento de rejuvenecimiento, se pueden usar para aplicaciones de tratamiento de nivel inferior como el tratamiento de agua salobre y el pretratamiento de agua de mar. Aparte de estos, las membranas pueden emplearse en otras aplicaciones como la utilización en el Sistema de Bioreactor de Membrana (MBR).

Reciclaje de membranas

La reutilización directa no siempre es posible debido a un alto nivel de incrustaciones o daño irreversible de las membranas. Por lo tanto, siguiendo la jerarquía de manejo de desechos, el reciclaje de los módulos de membrana debe ser el siguiente paso para priorizar.

El reciclaje de materiales es un término general que implica la transformación física del material o sus componentes (para que puedan regenerarse en otros productos útiles) y la recuperación de energía. El reciclaje mecánico es una técnica de destrucción y recuperación física de los elementos valiosos, la cual logra recuperar el 60 % del Acrilonitrilo butadieno estireno o ABS, un componente altamente reciclable, sin embargo, aún queda un 40 % de los componentes de la membrana que deben ser dispuestos en vertederos (Lawler y col., 2015).

La incineración para la recuperación de energía se realiza en países donde la falta de terreno es un problema. Los polímeros de las membranas TFC contienen entre 62 y 88 % de carbono logrando obtener de un elemento, 9 kg de carbono para combustión. Sin embargo, es importante recalcar que el proceso de incineración de tales desechos requiere buenas prácticas operativas, la gestión y el control inadecuados podrían provocar emisiones de gases de efecto invernadero y riesgos de salud asociados a la generación de elementos carcinógenos tales como las dioxinas.

En consecuencia, prolongando el ciclo de vida de las membranas de osmosis inversa podría reducir la importante masa anual de membranas desechadas que generalmente se envían a los vertederos. Se espera que la prevención, la reutilización y el reciclaje de las membranas de osmosis inversa desechadas contribuyan a reducir los costos sociales y ambientales asociadas a la implementación de esta tecnología, lo que a largo plazo brinda una mayor sostenibilidad.

Se realizó un análisis de las publicaciones científicas desde 2015 a 2019, utilizando la plataforma Scopus de Elsevier. Se encontraron alrededor 32 publicaciones científicas en este periodo. Desde 2016 se observa un incremento sostenido en las publicaciones, llegando a su peak el año 2019 (ver figura 1). Las revistas del área de las ciencias ambientales presentaron la mayor cantidad de estudios (37,5%), seguido por el área de química (18,8%) y de la ingeniería (14,1%), el resto se divide en otros ámbitos interdisciplinarios.

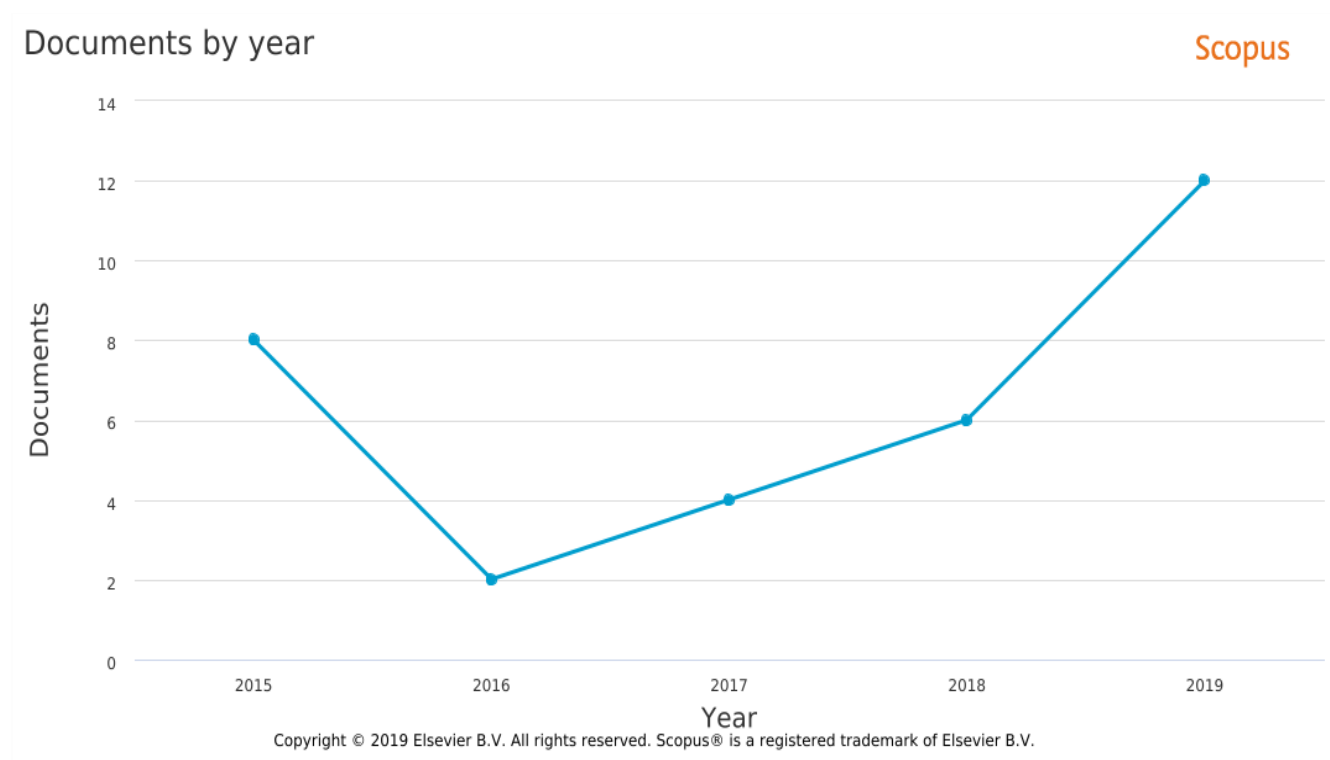


Figura 1. Publicaciones científicas relacionadas innovación en reciclaje de membranas de osmosis inversa

A continuación, este boletín entrega información seleccionada de los últimos 5 años de publicaciones científicas y patentes relacionadas con la reutilización de membranas de osmosis inversa.

Reciclaje de membranas de ósmosis inversa al final de su vida útil para reactores de biopelículas de membrana (MBfRs). Efecto de la cloración en la superficie de la membrana y permeabilidad a los gases. (Publicado 2019)

Reducir los impactos humanos en el agua es uno de los principales desafíos para la industria de tratamiento de agua. Este trabajo proporciona nuevos resultados para respaldar el reciclaje de las membranas de ósmosis inversa (RO) al final su vida útil, para los reactores de biopelículas de membrana (MBfRs). Investigamos si la eliminación controlada de las incrustaciones y la capa de poliamida puede favorecer el uso de estas membranas en MBfRs. También permitiría establecer una metodología normalizada de reciclaje de membranas, independientemente de las incrustaciones heredadas durante su vida útil. Para este propósito, transformamos por cloración las membranas salobres (BWd) y agua de mar (SWd) desechadas en membranas de nanofiltración (BWt-NF y SWt-NF) y ultrafiltración (BWt-UF y SWt-UF). Nuestros resultados muestran que los ataques de cloro permiten la limpieza de incrustaciones al tiempo que mejoran la hidrofiliidad y mantienen la rugosidad solo en BWt-NF. Por lo tanto, la deposición bacteriana en esta membrana es mayor que las otras membranas probadas. Además, la capacidad de degradación de la microcistina (MC) de BWt-NF verifica la compatibilidad de la modificación química para la actividad biológica de las bacterias que degradan la MC. Finalmente, nuestros resultados también proporcionan que las membranas compuestas de película delgada de poliamida (PA-TFC), originalmente fabricadas para el rechazo de la sal durante los procesos de desalinización, ofrecen una difusión competitiva de gases a bajas presiones. Por lo tanto, concluimos que el reciclado de membranas puede proporcionar membranas permeables al gas y de bajo costo alternativas para los MBfR, de acuerdo con los principios de economía circular.

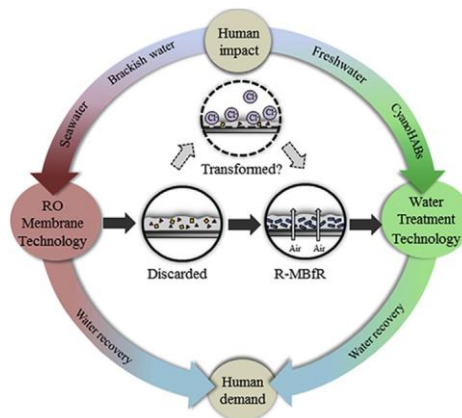


Figura2 Diagrama resumen del trabajo.

Leer artículo [completo](#).

Dosis de exposición al cloro libre (ppm*h) y su impacto en el potencial de envejecimiento y reciclaje de las membranas RO.

(Publicado 2019)

Las membranas de poliamida (PA) compuesta de película delgada en espiral (AP) dominan el mercado de la desalinización. A pesar del rendimiento comprobado de las membranas de ósmosis inversa (OR), se reemplazan periódicamente y generalmente se eliminan en vertederos. El presente estudio investiga el efecto de usar una combinación diversa de soluciones de cloro libre (de 1 a 12.240 ppm) y tiempos de exposición (de 0.5 a 6.500 h) con dos propósitos, a saber: i) para simular el envejecimiento acelerado de la membrana (baja concentración de cloro libre) y ii) para optimizar el proceso de reciclaje existente de las membranas de OR al final de su vida útil. Los trozos de membrana se tomaron de módulos de 8" de diámetro (prístinos y viejos). La permeabilidad de la membrana y los coeficientes de rechazo se obtuvieron filtrando agua salobre sintética (BW). Las superficies de la membrana se caracterizaron mediante técnicas SEM y ATR-FTIR. Este trabajo muestra una clara vulnerabilidad de PA dependiendo del diseño de la membrana (agua salobre (BWRO) y agua de mar (SWRO) membranas de ósmosis inversa). Los resultados revelan que el uso del parámetro de nivel de exposición (ppm*h) como una base independiente para comparar la exposición al cloro libre debe emplearse cuidadosamente durante las evaluaciones de envejecimiento y el monitoreo de la transición entre el rendimiento similar a la nanofiltración (NF) al rendimiento similar a la ultrafiltración (UF). Sin embargo, se puede usar de manera consistente para convertir la membrana de OR al final de su vida útil en membranas recicladas similares a las de NF usando concentraciones superiores a 10 ppm.

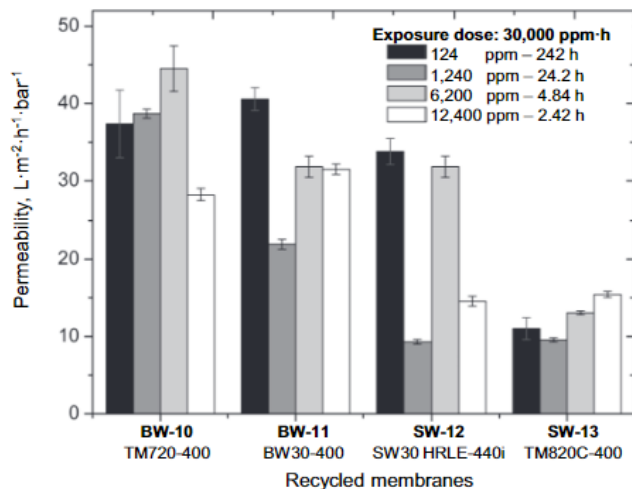


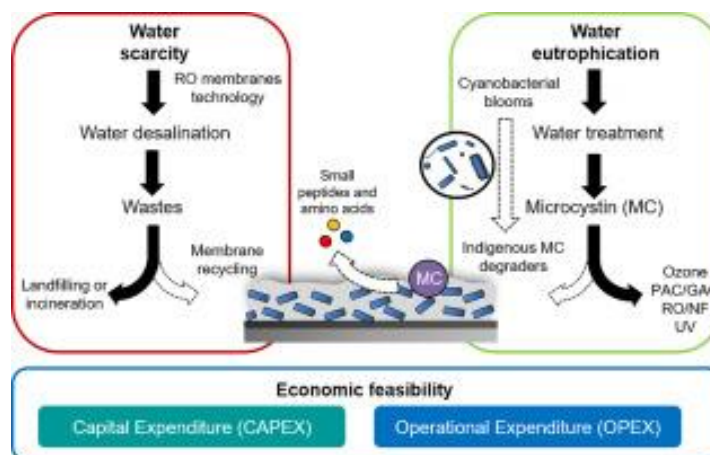
Figura 3. Resultados de permeabilidad de distintas membranas recicladas expuestas a distintas concentraciones de cloro libre.

Leer artículo [completo](#)

Publicaciones Científicas

Membranas de desalinización recicladas como material de soporte para el desarrollo de biopelículas: un nuevo enfoque para la eliminación de microcistina durante el tratamiento con agua (Publicado 2018)

El aumento de la proliferación de cianobacterias dañinas y la sequía son algunos de los impactos negativos del calentamiento global. Para lidiar con la liberación de cianotoxinas durante el tratamiento del agua y para administrar las cantidades masivas de desechos de la membrana al final de su vida útil generados por los procesos de desalinización, proponemos un sistema biológico innovador desarrollado a partir de membranas de ósmosis inversa (OI) recicladas para eliminar las microcistinas (MC). Nuestro sistema, denominado Reactor de biopelículas de membrana reciclada (R-MBfR), elimina eficazmente las microcistinas, al tiempo que reduce el impacto de la contaminación de los desechos de la membrana de OI al prolongar su vida útil al mismo tiempo. Este trabajo multidisciplinario demostró que el defecto inherente de las membranas de OI, es decir, el ensuciamiento, puede considerarse una característica ventajosa para la unión de biopelículas. Factores como la rugosidad, las superficies hidrófilas y el papel del calcio en las interacciones célula-célula y célula-superficie alentaron el crecimiento bacteriano en las membranas desechadas. El desarrollo de biopelículas se estimuló mediante el uso de una célula simuladora de módulo de membrana a escala de laboratorio. El R-MBfR demostró ser versátil y fue capaz de degradar 2 mg/L de MC en 24h. También se validó la viabilidad económica de la ampliación del hipotético R-MBfR. Por lo tanto, este reciclaje de membrana podría ser una futura tecnología alternativa rentable y ecológica para la eliminación de microcistina.



Leer artículo [completo](#).

Patentes

La búsqueda de patentes sobre la reutilización de membranas de osmosis inversa se ha realizado en la base de datos de Lens.org, la cual abarca patentes de EEUU, Europa y Australia, entre otros. Se consideró las solicitudes de patentes desde el año 2014 hasta 2019.

Patentes sobre reutilización de membranas de osmosis inversa.

Los resultados obtenidos muestran que los países con mayor interés en patentar ideas sobre el tema son; EEUU con más de 1.000 solicitudes de patentes, le sigue China con 311, la Organización Mundial de propiedad intelectual (WIPO) con 295 solicitudes, y Australia con 228 solicitudes (Figura 4).

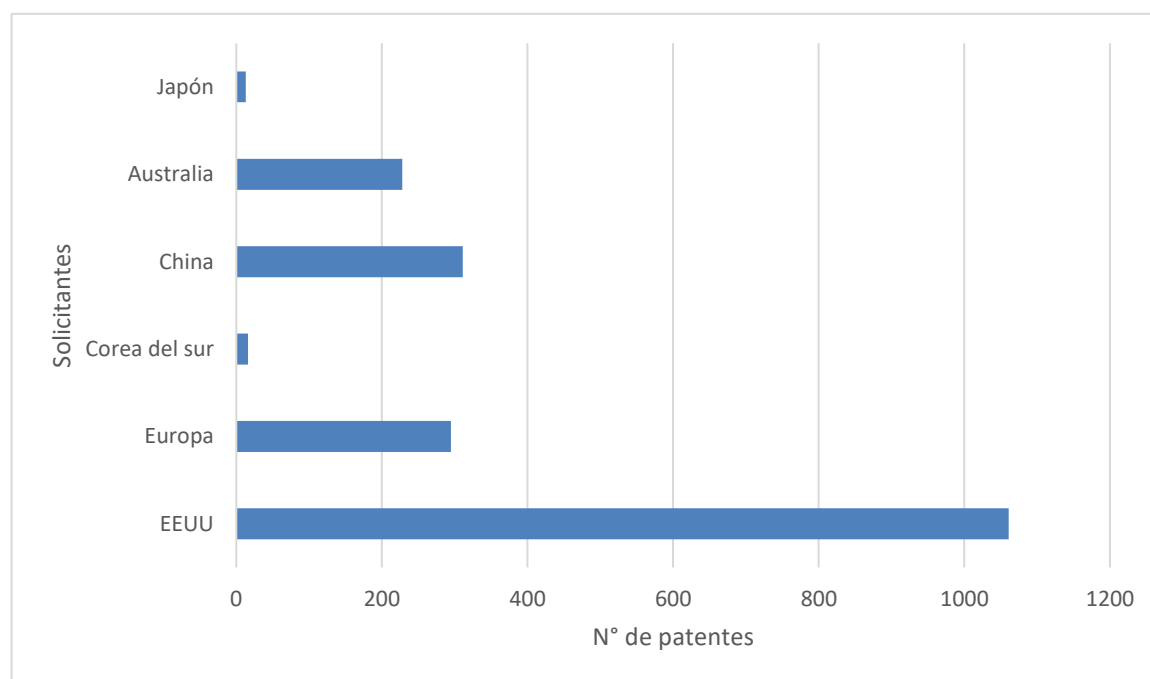


Figura 4. Solicitantes y número de patentes otorgadas (2014-2019)

Patentes

La Figura 5 muestra que durante el periodo estudiado 2014-2019 las solicitudes de patente se han mantenido estable, con solicitudes por sobre las 300 patentes por año. La mayor cantidad de publicaciones de patentes fue en 2017 donde publicaron 383 patentes, y la más baja en 2019 con 301 patentes.

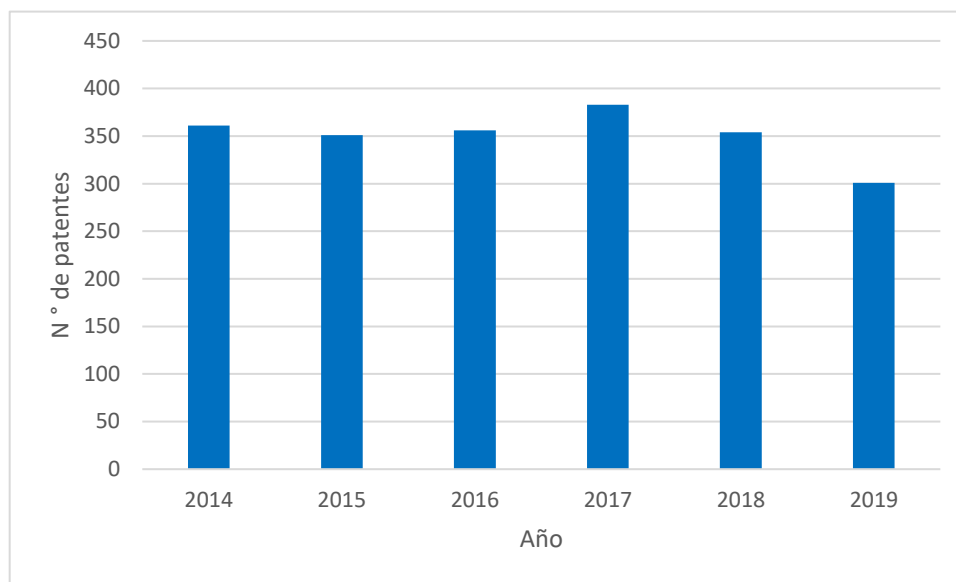


Figura 5. Distribución de patentes por años

Patentes

Método para reciclar elementos de membrana de ósmosis inversa tipo rollo de poliamida desechada.

Chen Yili, (17 de agosto de 2016)

N° de solicitud/publicación de patente: CN 103657425A

La patente incluye un método para reciclar elementos de membrana de ósmosis inversa de tipo rollo de poliamida de desecho. El método incluye los siguientes pasos: (1) después de adoptar una solución ácida para el tratamiento, adoptando agua pura para lavar hasta neutralizar; (2) después de adoptar una solución alcalina para el tratamiento, adoptando el agua pura para lavar hasta neutralizar; (3) después de usar la solución ácida nuevamente para el tratamiento en remojo, adoptando el agua pura para lavar hasta que la solución sea neutral; (4) después de usar una solución oxidante para Tratamiento en el modo de remojo, adoptando el agua pura para lavar hasta que la solución sea neutral para obtener un producto terminado reciclado. El método puede reciclar los desechos y piezas originales de ósmosis inversa de tipo rollo de poliamida rechazadas para ser utilizadas como membranas de micro filtración. Se logra el propósito del reciclaje y se reduce el costo de fabricación de la membrana de ósmosis inversa.

Leer documento [completo](#)

Patentes

Proceso de transformación de membranas de poliamida con enrollamiento en espiral que han agotado su vida útil en membranas de utilidad industrial.

FUNDACION IMDEA AGUA, (10 de noviembre de 2016)

N° de solicitud/publicación de patente: ES 2589151 A1

Proceso de transformación de membranas de poliamida con enrollamiento en espiral que han agotado su vida útil en membranas de utilidad industrial. El proceso comprende la exposición de una membrana de poliamida con enrollamiento en espiral desechada tras ser utilizada en un proceso industrial, tal como la desalinización de agua salobre de pozos o la desalación de agua de mar, a una disolución de un compuesto con una concentración de cloro libre superior a 100 ppm a un nivel de exposición igual o superior a 1.000 ppm*h, estando dicha disolución o bien en reposo o bien en recirculación para mantener constante la concentración de cloro libre. Se obtienen membranas recicladas de nanofiltración o ultrafiltración con una permeabilidad mayor a la de la membrana desechada y con un rechazo en sales divalentes mayor del 30% y menor de 30%, respectivamente.

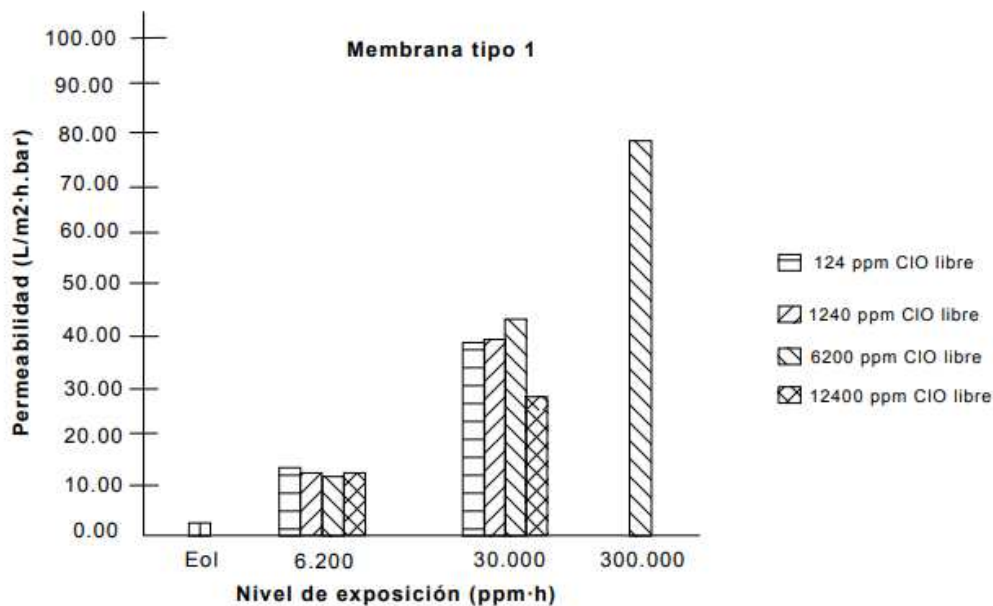


Figura 6. Gráfico de permeabilidad de membrana reciclada en función de tiempo de exposición y concentración de ClO libre expuesta.

Leer documento [completo](#).

Método de reciclaje para membranas de ósmosis inversa severamente contaminadas.

Zhang Jinshan, Xia Zhixian (30 de marzo de 2016)

N° de solicitud/publicación de patente: CN 105439247A

La invención se refiere a un método de reciclaje para membranas de RO (ósmosis inversa) severamente contaminadas. El método de reciclaje se caracteriza porque una membrana con contaminada se somete, al menos a un tratamiento con ácido y/o al menos un tratamiento con álcali, luego se mezcla con una membrana oxidada y reciclada, en donde la relación de masa de mezcla de la membrana contaminada con la membrana oxidada es 1:(0.1-10). Según el método de reciclaje, se mezclan dos membranas desechadas después del pretratamiento, de modo que las dos membranas desechadas se pueden reciclar de manera efectiva, y los efectos de la utilización de desechos y la protección del medio ambiente es posible además de reducir costos.

Leer documento [completo](#)

Patentes en Chile

En el buscador de patentes del sitio web del Instituto Nacional de Propiedad Industrial INAPI (www.inapi.cl), no se encontró patentes relacionadas con la reutilización o el reciclaje de membranas de osmosis inversa

Referencias

E. Coutinho de Paula and M.A Santos. 2017. Extending the life-cycle of reverseosmosis membranes: A review. *Waste Management & Research* 1– 15.

M. Pontie. 2015. Old RO membranes: solutions for reuse. *Desalination and Water Treatment*, 53, 1492–1498.

M. Reza, A. Pihlajamäkia, M. Hesampoura, J. Ahlgrenb, M Mänttäräia. 2019. End-of-life RO membranes recycling: Reuse as NF membranes bypolyelectrolyte layer-by-layer deposition. *Journal of Membrane Science* 584 (2019) 300–308.

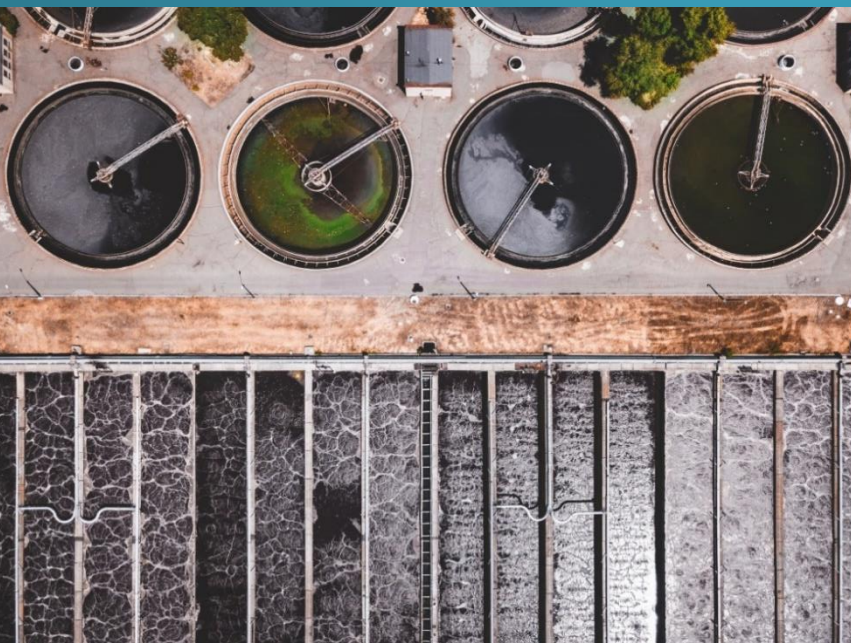
W Lawler, J Alvarez-Gaitan, G Leslie. 2015. Comparative life cycle assessment of end-of-life options for reverse osmosis membranes. *Desalination* 357: 45–54.

IDA (2016) Desalination yearbook. Global Data Report DesalData 2015– 2016. International Desalination Association. Available at: <http://www.idadesal.org> (accessed 10 May 2016).



Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos
Hídricos
Universidad Católica del Norte
Pabellón E2 / Av. Angamos 0610, Casilla 1280, Antofagasta
Fono:
(55) 2651740 / (55) 2355044
E-Mail:
ceitsaza@ucn.cl
Página Web:
www.ceitsaza.cl

Proyecto de Consolidación de Oficinas de Transferencia
y Licenciamiento
Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica
Universidad Católica del Norte
E-Mail:
Innovacion.vridt@ucn.cl
Página Web:
ditt.ucn.cl



Dirección de Innovación y
Transferencia Tecnológica