



**CENCOMED (Actas del Congreso), VIGSALUD2026, (Junio 2026) ISSN 2415-0282**

## **Desalinización del agua de mar: tecnologías y salud humana**

### **Seawater desalination: technologies and human health**

Est. Dairon Santana Perez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0002-0946-0153>

Est. Brenda Cisneros Afonso<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0000-7151-2386>

MsC. Lidia Rosa Guerra Pérez<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6860-604X>

Dr. Roberto Vergel Llerena<sup>4</sup> <https://orcid.org/0009-0004-4948-7259>

Est. Ana Beatriz Rodríguez Olmo<sup>5</sup> <https://orcid.org/0009-0003-3411-3150>

Dra. Lisbety Pérez Valdés<sup>6</sup> <https://orcid.org/0009-0005-7597-8825>

Dra. Claudia Silva Vega<sup>7</sup> <https://orcid.org/0000-0000-1947-3695>

<sup>1</sup>Estudiante de 3er año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. [daironsantana135@gmail.com](mailto:daironsantana135@gmail.com)

<sup>2</sup>Estudiante de 4to año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. [cisneroafonsobrenda@gmail.com](mailto:cisneroafonsobrenda@gmail.com)

<sup>3</sup>Licenciada en Psicología. Máster en Sexología Clínica Comunitaria. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. Profesor Asistente. [lidyarosa@infomed.sld.cu](mailto:lidyarosa@infomed.sld.cu)

<sup>4</sup>Doctor en Medicina. Especialista de 1er Grado en Medicina Natural y Tradicional. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. Profesor Auxiliar. [robertovergel001@gmail.com](mailto:robertovergel001@gmail.com)

<sup>5</sup>Estudiante de 3er año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. [anabeatrizrodriguezolmo@gmail.com](mailto:anabeatrizrodriguezolmo@gmail.com)

<sup>6</sup>Doctora en Medicina. Especialista de 1er Grado en Medicina Interna y Medicina Intensiva y Emergencias, Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. [lisbepv95@gmail.com](mailto:lisbepv95@gmail.com)

<sup>7</sup>Doctora en Estomatología. Especialista de 1er grado en Estomatología General Integral. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Faustino Pérez Hernández". Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spíritus, Cuba. Profesor Asistente. [clausilva.vega95@gmail.com](mailto:clausilva.vega95@gmail.com)

## I RESUMEN

**Introducción:** la desalinización del agua de mar constituye una tecnología fundamental para la producción de agua potable en regiones con escasez hídrica. Sin embargo, este proceso también elimina minerales esenciales como magnesio, calcio y yodo, lo que plantea desafíos para la salud pública. **Objetivo:** describir aspectos generales de la desalinización del agua de mar en relación con las tecnologías empleadas y la salud humana. **Método:** la presente investigación consistió en una revisión de la literatura científica actualizada que dio cumplimiento al objetivo propuesto. **Resultados:** la tecnología de ósmosis inversa domina el mercado global de desalinización del agua de mar. El agua desalinizada presenta bajos niveles de minerales esenciales, lo que puede aumentar el riesgo de deficiencia de magnesio, yodo y calcio. La remineralización con dolomita o calcita restaura calcio, magnesio y bicarbonato, mejorando la calidad del agua y reduciendo riesgos cardiovasculares, de cálculos renales y trastornos tiroideos. Las investigaciones han demostrado que la remineralización con proporciones adecuadas de calcio y magnesio reduce la cristalización de oxalato cálcico y la lesión renal. **Conclusiones:** se describieron aspectos generales que mostraron que el empleo de la tecnología de desalinización del agua de mar es indispensable, pero la salud humana requiere que esta agua sea remineralizada. Aún es necesario ampliar la investigación al respecto.

**Palabras Claves:** agua de mar; desalinización; salud humana; tecnologías.

## I ABSTRACT

**Introduction:** seawater desalination is a fundamental technology for producing drinking water in water-scarce regions. However, this process also removes essential minerals such as magnesium, calcium, and iodine, posing public health challenges. **Objective:** to describe general aspects of seawater desalination in relation to the technologies employed and human health. **Method:** the present research consisted of a review of the updated scientific literature that fulfilled the proposed objective. **Results:** reverse osmosis technology dominates the global seawater desalination market. Desalinated water has low levels of essential minerals, which can increase the risk of magnesium, iodine, and calcium deficiencies. Remineralization with dolomite or calcite restores calcium, magnesium, and bicarbonate, improving water quality and reducing the risk of cardiovascular disease, kidney stones, and thyroid disorders. Research has shown that remineralization with appropriate proportions of calcium and magnesium reduces calcium oxalate crystallization and kidney damage. **Conclusions:** general aspects were described that showed that the use of seawater desalination technology is indispensable, but human health requires that this water be remineralized. Further research is still needed in this area.

**Key Words:** seawater; desalination; human health; technologies.

## II INTRODUCCIÓN

La escasez de agua dulce constituye uno de los desafíos más críticos del siglo XXI, afectando a más de 2,000 millones de personas en todo el mundo. El cambio climático, el crecimiento demográfico y la contaminación de fuentes hídricas han exacerbado esta crisis, obligando a muchos países a explorar fuentes alternativas de

agua potable. En este contexto, la desalinización del agua de mar ha emergido como una solución tecnológica viable y cada vez más implementada a escala global. <sup>(1)</sup>

La desalinización se define como el proceso de eliminación de sales y minerales disueltos del agua de mar o salobre para producir agua apta para consumo humano, agricultura o usos industriales. Las tecnologías más utilizadas incluyen la ósmosis inversa (RO), la destilación multietapa por flash (MSF), la destilación de múltiple efecto (MED) y la electrodiálisis (ED). Entre estas, la ósmosis inversa ha ganado predominio en las últimas décadas debido a su menor consumo energético, costos operativos reducidos y versatilidad para tratar diferentes tipos de agua. <sup>(2)</sup>

A nivel global, existen aproximadamente 22,000 plantas de desalinización operativas en 150 países, produciendo más de 80 millones de metros cúbicos de agua potable por día para satisfacer las necesidades de más de 300 millones de personas. Las plantas más grandes del mundo se encuentran en Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos e Israel, donde la desalinización representa la principal fuente de suministro de agua potable. <sup>(3)</sup>

Sin embargo, el proceso de desalinización, particularmente la ósmosis inversa, elimina no solo las sales indeseables sino también minerales esenciales para la salud humana como magnesio, calcio, yodo y bicarbonato. El agua desalinizada por RO presenta una dureza total inferior a 75 mg/L, concentraciones de magnesio menores a 7 mg/L y de calcio menores a 6 mg/L, valores significativamente inferiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos de salud pública. <sup>(4)</sup>

Esta pérdida de minerales esenciales ha generado preocupación científica y sanitaria, ya que diversos estudios epidemiológicos han asociado el consumo de agua con bajo contenido de minerales con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, cálculos renales, trastornos tiroideos por deficiencia de yodo, y alteraciones metabólicas. En respuesta, se han desarrollado tecnologías de remineralización que buscan restaurar los minerales beneficiosos al agua desalinizada antes de su distribución para consumo. <sup>(5, 6)</sup>

Considerando estos antecedentes, un grupo científico estudiantil de la Cátedra “Juan Tomás Roig” del Departamento de Medicina Natural y Tradicional de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus, en el proceso de su preparación y superación científica y con el asesoramiento adecuado de sus tutores, realiza el presente trabajo investigativo. El objetivo propuesto es describir aspectos generales de la desalinización del agua de mar en relación con las tecnologías empleadas y la salud humana.

### **III DISEÑO METODOLÓGICO**

La presente investigación consistió en una revisión de la literatura científica actualizada que dio cumplimiento al objetivo propuesto.

La estrategia de búsqueda se realizó a través de Google Scholar, la Academia Educación, Scielo, ERIC y la Biblioteca Virtual de Salud en Cuba, lo que propició información de varias revistas científicas.

Inicialmente se identificaron 18 artículos y documentos científicos de diversas fuentes nacionales e internacionales, se realizó un cribado por título y resumen. Finalmente, 9 estudios fueron incluidos en la revisión.

Los hallazgos fueron sintetizados mediante un análisis cualitativo narrativo.

## IV RESULTADOS

En relación al objetivo propuesto se describieron aspectos generales de la desalinización del agua de mar en relación con las tecnologías empleadas y la salud humana.

### *A Tecnologías de desalinización del agua de mar*

Al profundizar en las tecnologías de desalinización se clasifican principalmente en dos categorías: métodos térmicos y métodos de membrana. Los métodos térmicos incluyen la destilación multietapa por flash (MSF), la destilación de múltiple efecto (MED) y la destilación por compresión de vapor (MVC). Los métodos de membrana comprenden la ósmosis inversa (RO), la electrodiálisis (ED), la nanofiltración (NF) y la ósmosis directa (FO).<sup>(2)</sup>

La ósmosis inversa es actualmente la tecnología dominante a nivel mundial, representando aproximadamente el 65% de la capacidad global de desalinización. En este proceso, el agua de mar se somete a alta presión (40-80 bar) para forzar su paso a través de membranas semipermeables de poliamida que retienen iones, moléculas y partículas disueltas, permitiendo solo el paso del agua purificada. La RO es preferida por su menor consumo energético (5-9 kWh/m<sup>3</sup>) en comparación con los métodos térmicos (13.5-25.5 kWh/m<sup>3</sup> para MSF), su modularidad y su capacidad para tratar diferentes calidades de agua.<sup>(2, 3)</sup>

La destilación multietapa por flash (MSF) fue la tecnología pionera en desalinización a gran escala, desarrollada en la década de 1950. Consiste en calentar agua de mar y pasarla a través de múltiples cámaras a presiones progresivamente menores, donde una porción del agua se "flasha" en vapor que luego se condensa en agua dulce. Aunque consume más energía que la RO, sigue siendo ampliamente utilizada en el Medio Oriente debido a la abundancia de combustibles fósiles baratos.<sup>(3)</sup>

La electrodiálisis (ED) utiliza un potencial eléctrico para mover iones a través de membranas selectivas, separando las sales del agua. Es más comúnmente empleada para agua salobre que para agua de mar, y presenta mayor resistencia al ensuciamiento de membranas que la RO.<sup>(2)</sup>

Un estudio de revisión publicado en 2025 analizó los avances recientes en tecnologías de desalinización impulsadas por energía solar. Los sistemas de ósmosis inversa fotovoltaica (PV-RO) han emergido como alternativas limpias y rentables, particularmente en regiones áridas y remotas. La integración de dispositivos de recuperación de energía (ERDs) elimina la necesidad de precalentamiento del agua de alimentación, mejorando la eficiencia general del sistema. Sin embargo, la incorporación de baterías en sistemas PV-RO resulta poco práctica debido a altos costos de capital y mantenimiento.<sup>(3)</sup>

### *B composición química del agua desalinizada*

El agua de mar natural contiene aproximadamente 3,5 % de sales disueltas (35 g/L), con iones predominantes de cloruro (55 %), sodio (30,6 %), sulfato (7,7 %), magnesio (3,7 %), calcio (12 %) y potasio (1,1 %), además de oligoelementos esenciales como yodo, zinc, selenio y hierro.<sup>(1)</sup>

El proceso de desalinización por ósmosis inversa reduce drásticamente la concentración de sólidos disueltos totales (TDS) de aproximadamente 35,000 mg/L en el agua de mar a menos de 500 mg/L en el agua permeada. Sin embargo, esta reducción no discrimina entre sales nocivas y minerales beneficiosos. Un análisis comparativo de parámetros fisicoquímicos en una planta de desalinización argelina mostró reducciones significativas en conductividad, cloruros, dureza total, calcio y magnesio tras el tratamiento RO, con valores de  $p < 0.001$  para la mayoría de los parámetros. <sup>(4)</sup>

El agua desalinizada por RO presenta características químicas particulares: <sup>(4, 6)</sup>

- Baja dureza total: Inferior a 75 mg/L como  $\text{CaCO}_3$ , clasificándose como agua blanda.
- Bajo magnesio: Menor a 7 mg/L, muy por debajo de los 10-30 mg/L recomendados.
- Bajo calcio: Menor a 6 mg/L, insuficiente para la salud ósea.
- Bajo yodo: Casi completa eliminación del yodo ( $< 1 \mu\text{g/L}$  vs. 27-170  $\mu\text{g/L}$  en agua natural).
- pH ligeramente ácido: 6.5-6.9 debido a la liberación de  $\text{CO}_2$  de los bicarbonatos.
- Alcalinidad reducida: Disminución de bicarbonatos, afectando la capacidad amortiguadora.

Esta composición química, aunque segura microbiológicamente y libre de contaminantes, carece de los minerales esenciales que el agua natural aporta a la dieta humana, lo que plantea riesgos para la salud a largo plazo. <sup>(4, 6)</sup>

### ***C Impacto en la salud: deficiencia de minerales***

El consumo crónico de agua desalinizada con bajo contenido de minerales ha sido asociado con diversos riesgos para la salud pública, particularmente en países donde la desalinización representa la principal fuente de agua potable, como Israel, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y partes de España.

Deficiencia de magnesio: El magnesio es un mineral esencial que actúa como cofactor en más de 300 reacciones enzimáticas, incluyendo la síntesis de proteínas, la regulación de la glucosa, la presión arterial y la función neuromuscular. Aproximadamente el 20% del aporte diario de magnesio proviene del agua de bebida en poblaciones con agua dura. La eliminación del magnesio en la desalinización reduce significativamente esta fuente de intake. <sup>(5, 6)</sup>

Un estudio de cohorte anidado publicado en 2022 evaluó la asociación entre el consumo de agua desalinizada y enfermedades cardiovasculares (ECV) en una población de 7,806 habitantes de una isla de China. Aunque no encontró diferencias significativas en el riesgo de ECV entre grupos con consumo de agua desalinizada versus agua dulce, identificó que la obesidad (OR=5.38), hipertensión (OR=3.61), consumo de alcohol (OR=2.57) e irritabilidad (OR=4.30) eran factores de riesgo independientes. Los autores señalaron que la falta de asociación podría deberse al corto período de seguimiento y a que el agua desalinizada en esa región aún contenía algo de magnesio residual. <sup>(7)</sup>

En Israel, donde más del 80% del agua potable proviene de desalinización, estudios epidemiológicos han mostrado una reducción significativa de los niveles séricos de magnesio en poblaciones que consumen agua desalinizada. Se estima que la deficiencia de magnesio relacionada con la desalinización podría ser responsable de aproximadamente 250 muertes anuales por enfermedades cardiovasculares, con proyecciones

que sugieren hasta 600 muertes anuales si se considera también la reducción de magnesio en alimentos irrigados con agua desalinizada. <sup>(6)</sup>

**Deficiencia de yodo:** El yodo es esencial para la síntesis de hormonas tiroideas y el desarrollo neurológico fetal. La desalinización por RO elimina casi completamente el yodo del agua (<1 µg/L). Un estudio realizado en Ashkelon, Israel, mostró que el 70 % de los participantes tenían un intake de yodo por debajo de los requerimientos estimados promedio (EAR), y el 97 % de pacientes con enfermedad tiroidea no autoinmune (NATD) tenían intake insuficiente. El análisis de modelos predictivos indicó que la reducción de la concentración de yodo en el agua de 27 µg/L a 1 µg/L (agua desalinizada) aumentaba la prevalencia de insuficiencia de yodo en un 40 %. <sup>(6)</sup>

**Deficiencia de calcio:** El calcio es vital para la salud ósea, la contracción muscular y la coagulación. El agua desalinizada presenta concentraciones de calcio inferiores a 6 mg/L, muy por debajo de los niveles recomendados. Estudios han asociado el consumo de agua con bajo contenido de calcio con mayor riesgo de fracturas óseas en niños y osteoporosis en adultos. <sup>(5)</sup>

### ***D Tecnologías de remineralización***

La remineralización del agua desalinizada constituye un paso crítico en el post-tratamiento para restaurar minerales esenciales, mejorar la calidad del agua, reducir la corrosividad de las tuberías de distribución y proteger la salud pública.

**Remineralización con calcita (CaCO<sub>3</sub>):** La calcita, una forma natural de carbonato de calcio, se utiliza ampliamente para añadir calcio y bicarbonato al agua desalinizada. Cuando el agua ácida pasa a través de un lecho de calcita, se disuelve liberando iones Ca<sup>2+</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, lo que aumenta la dureza del agua, eleva el pH a niveles neutros o ligeramente alcalinos, y mejora el sabor y la palatabilidad. La remineralización con calcita ha demostrado beneficios para la salud ósea, cardiovascular y metabólica. <sup>(4)</sup>

**Remineralización con dolomita (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>):** La dolomita es un mineral compuesto por carbonato de calcio y magnesio que ofrece ventajas sobre la calcita al aportar simultáneamente ambos minerales esenciales. Un estudio de campo realizado en Arabia Saudita entre octubre 2024 y septiembre 2025 evaluó la transición de calcita a dolomita en una planta de desalinización. Los resultados mostraron que la dolomita aumentó la concentración de magnesio de 3.1±1.3 ppm a 5.6±0.6 ppm, manteniendo la alcalinidad promedio en 52±7 ppm y la dureza de calcio en 19±3 ppm. El índice de saturación de Langelier se mantuvo en 0.00±0.11, dentro del rango objetivo de 0.0-0.3 para prevenir corrosión. <sup>(6)</sup>

Sin embargo, el estudio también identificó desafíos técnicos: la disolución de la dolomita es más lenta que la de la calcita, especialmente en meses cálidos, lo que requiere ajustes en el diseño de los contactores y el flujo del agua. Además, la relación Ca:Mg en la dolomita (aproximadamente 1.7:1) puede no ser óptima para todos los contextos de salud pública. <sup>(6)</sup>

**Remineralización con proporciones controladas de Ca:Mg:** Un estudio experimental publicado en 2025 evaluó los efectos de diferentes proporciones de calcio:magnesio (Ca:Mg) en agua remineralizada sobre la formación de cristales de oxalato cálcico y la función renal en ratas. Los resultados demostraron que las proporciones de Ca:Mg entre 0.5 y 3.4 reducían significativamente la cristalización urinaria de oxalato cálcico, disminuían los marcadores de lesión renal (KIM-1, NGAL) y mejoraban la función renal. En

contraste, proporciones desbalanceadas (Ca:Mg >10 o >100) aumentaban el riesgo de cálculos renales y alteraban el metabolismo óseo. <sup>(5)</sup>

Este estudio reveló que la remineralización con Ca:Mg equilibrado también reducía la hormona antidiurética (vasopresina), promoviendo una mayor diuresis y reduciendo la concentración urinaria, lo que disminuye el riesgo de litiasis renal. Los cambios en hormonas reguladoras del calcio (PTH, vitamina D3, calcitonina) indicaron que la remineralización balanceada normalizaba el metabolismo óseo, mientras que el calcio excesivo sin magnesio adecuado perturba la homeostasis mineral. <sup>(5)</sup>

### ***E Eficiencia energética y sostenibilidad ambiental***

La sostenibilidad de la desalinización depende críticamente de la reducción del consumo energético, el aumento de las tasas de recuperación de agua y la gestión adecuada de la salmuera residual. La energía representa el componente de costo más significativo en la desalinización, representando hasta el 50% del costo total de producción. <sup>(3)</sup>

Las innovaciones tecnológicas recientes han logrado reducir el consumo energético de la ósmosis inversa de 15-20 kWh/m<sup>3</sup> en las primeras plantas a 3-5 kWh/m<sup>3</sup> en las instalaciones modernas, mediante la incorporación de dispositivos de recuperación de energía (ERDs), bombas de alta presión optimizadas y sistemas de monitoreo digital. Las membranas de nueva generación con mayor permeabilidad, resistencia al ensuciamiento y vida útil extendida también contribuyen a la reducción de costos operativos. <sup>(3)</sup>

Por otra parte, la integración de energías renovables, particularmente solar fotovoltaica, ha emergido como una estrategia prometedora para reducir la huella de carbono de la desalinización. Los sistemas PV-RO han demostrado viabilidad técnica y económica en regiones con alta irradiación solar, aunque la implementación a gran escala aún enfrenta desafíos relacionados con la intermitencia de la energía solar y los costos de almacenamiento. <sup>(3)</sup>

El manejo de la salmuera residual, concentrada en aproximadamente el doble de sales del agua de mar original, representa un desafío ambiental significativo. La descarga directa de salmuera puede dañar los ecosistemas marinos por aumento de salinidad, reducción de oxígeno disuelto y presencia de productos químicos de pre-tratamiento. Tecnologías emergentes exploran la extracción de minerales valiosos (litio, magnesio, uranio) de la salmuera antes de su descarga, transformando un residuo en recurso. <sup>(3)</sup>

### ***F Normativas y estándares de calidad***

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en sus "Guidelines for Drinking-water Quality" (2022), reconoce que el agua es una fuente importante de magnesio y recomienda su adición al agua de bebida, especialmente en poblaciones con bajo consumo de magnesio. Sin embargo, la OMS no ha establecido guías específicas sobre la cantidad deseable de magnesio en el agua potable, lo que ha generado variabilidad en los estándares nacionales. <sup>(6)</sup>

En Arabia Saudita, la Autoridad de Agua (SWA) estableció en octubre 2020 especificaciones para el contenido de magnesio en el agua producto de nuevos proyectos de desalinización, fijando objetivos sin mandar un método particular para su incorporación. Se anticipa que las futuras guías de la OMS apuntarán

a 5-10 ppm de magnesio, niveles inferiores a los que han demostrado producir beneficios significativos para la salud cardiovascular. <sup>(6)</sup>

En Israel, a pesar de la recomendación de la OMS, la adición de magnesio al agua desalinizada no es obligatoria a nivel nacional. El Ministerio de Salud israelí estima que el costo anual de añadir magnesio al agua utilizando la tecnología más económica sería de aproximadamente 37 millones de NIS (10 millones USD) para abastecer a 10 millones de personas, mientras que con tecnología más cara pero técnicamente más simple, el costo alcanzaría 270 millones de NIS anuales. <sup>(6)</sup>

A partir de lo que mostró la literatura revisada, se puede considerar que la falta de estándares uniformes y la variabilidad en la implementación de la remineralización entre países y regiones representan un desafío para la salud pública global, particularmente en el contexto de la creciente dependencia mundial de la desalinización como fuente de agua potable.

Con respecto a las tecnologías de desalinización, se ha demostrado que la ósmosis inversa, en particular, ofrece una eficiencia técnica y económica notable en la producción de agua potable a gran escala, con más de 22,000 plantas operativas en 150 países. Sin embargo, el agua desalinizada presenta niveles críticamente bajos de magnesio (<7 mg/L), calcio (<6 mg/L) y yodo (<1 µg/L), minerales esenciales para la salud cardiovascular, ósea, tiroidea y metabólica. <sup>(8)</sup>

La implementación de estándares de calidad que incluyan niveles mínimos de magnesio, calcio y yodo en el agua desalinizada es imperativa para proteger la salud pública. La OMS y los organismos nacionales de salud deben establecer guías claras sobre la remineralización, considerando las proporciones óptimas de Ca:Mg que maximicen los beneficios para la salud. <sup>(9)</sup>

En síntesis, la evidencia científica reciente ha confirmado que el consumo crónico de agua desalinizada sin remineralización adecuada se asocia con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, cálculos renales, trastornos tiroideos por deficiencia de yodo, y alteraciones del metabolismo óseo. Los estudios epidemiológicos en Israel, China y otros países dependientes de la desalinización sugieren que la deficiencia de magnesio relacionada con el agua desalinizada podría ser responsable de cientos de muertes prematuras anuales por enfermedades cardiovasculares.

La remineralización con calcita, dolomita o proporciones controladas de Ca:Mg representa una solución efectiva para restaurar minerales beneficiosos al agua desalinizada. Los ensayos clínicos y estudios de campo demuestran que la remineralización adecuada reduce el riesgo de litiasis renal, mejora la salud cardiovascular, normaliza el metabolismo óseo y mejora la palatabilidad y aceptación del agua por parte de los consumidores.

## **V CONCLUSIONES**

Se concluyó que la literatura científica revisada permitió una descripción de aspectos generales de la desalinización del agua de mar en relación con las tecnologías empleadas y la salud humana.

En este sentido, la desalinización del agua de mar es una tecnología indispensable para enfrentar la escasez hídrica global. La ósmosis inversa es actualmente la tecnología dominante a nivel mundial; sin embargo, este proceso requiere tratamientos de remineralización obligatorios que garanticen que el agua producida sea no solo microbiológicamente segura, sino también nutricionalmente adecuada.

De este modo, resulta imperativo ampliar la investigación con vistas a optimizar las tecnologías de remineralización, evaluar los efectos a largo plazo del consumo de agua desalinizada en diferentes poblaciones y establecer políticas de salud pública que integren la calidad nutricional del agua en la planificación hídrica sostenible.

## VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mourelle ML, Gómez CP, Legido JL, et al. The chemical basis of seawater therapies: a review. *Environ Chem Lett.* 2024; 22(4): 2301-2340. Disponible en: [doi:10.1007/s10311-024-01720-8](https://doi.org/10.1007/s10311-024-01720-8)
2. Štanfel D, Kalogjera L, Ryazantsev SV, et al. The role of seawater and saline solutions in treatment of upper respiratory conditions. *Mar Drugs.* 2022; 20(5): 330. Disponible en: [doi:10.3390/md20050330](https://doi.org/10.3390/md20050330)
3. Dabelo LH, Woldemariam GW, Wondimu A, et al. Review of solar-powered reverse osmosis desalination systems: structure, performance, and efficiency. *Water Sci Technol.* 2025; 92(8): 1077-1103. Disponible en: [doi:10.2166/wst.2025](https://doi.org/10.2166/wst.2025)
4. Ouali S, Doucoure A. Adopting sea water reverse osmosis desalination technologies for sustainable development: lessons learnt from Algiers Science and Technology for membranes 2023 workshop. *Front Membr Sci Technol.* 2024; 3: 1352799. Disponible en: [doi:10.3389/frmst.2024.1352799](https://doi.org/10.3389/frmst.2024.1352799)
5. Zhang Y, Luo J, Tan Y, Wang Z, Qian K, Chen W, Cui K, Chen JA, Huang Y. Impact of Calcium-Magnesium Ratio in Purified Water Remineralization on Calcium Oxalate Crystal Formation and Renal Injury. *Nutrients.* 2026; 18(5): 792. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu18050792>
6. Al Hamzah AA, Fellows CM, Al Bishri M, Al Rabai Z. Dolomite for Supplementation of Desalinated Drinking Water in Saudi Arabia with Magnesium, Calcium, and Hydrogen Carbonate Ions. Part 2. *Water.* 2026; 18(10): 1171. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w18101171>
7. Dong S, Shi J, Liu Y, et al. The risk of CVDs from desalinated seawater: a nested case-control study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(12): 7422. Disponible en: [doi:10.3390/ijerph19127422](https://doi.org/10.3390/ijerph19127422)
8. Lesimple A, Ahmed FE, Hilal N. Remineralization of desalinated water: Methods and environmental impact. *Desalination.* 2020; 496(): 114692. Disponible en: [doi: 10.1016/j.desal.2020.114692](https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114692)
9. Kovalenko VF, Sova AM. Effects of calcium and magnesium ion ratios in natural and drinking water on the vitality of test organisms. *Journal of Water Chemistry and Technology.* 2024; 46(4): 414-418. Disponible en: [doi: 10.3103/S1063455X24040052](https://doi.org/10.3103/S1063455X24040052)