



La desalinización de agua de mar: tecnologías, regulaciones y efectos ambientales

Autores

Eduardo Baeza G.
Email: ebaeza@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3902

Enrique Vivanco
Email: evivanco@bcn.cl

Pedro Harris
Email: pharris@bcn.cl

Nº SUP: 121.869

Resumen

Las tecnologías principales para la desalación de aguas se agrupan en dos tipos: la destilación térmica y la osmosis inversa, siendo este último el más utilizado en Chile, debido a su eficiencia energética en comparación con la destilación.

En relación a las regulaciones para el aprovechamiento del agua salada, en la generalidad de los países analizados en este trabajo se requiere de títulos administrativos que les permitan a los particulares aprovechar el elemento, sujetándose en general al otorgamiento de concesiones y autorizaciones, o excepcionalmente uno de estos.

Uno de los aspectos regulatorios relevante es la propiedad del agua una vez desalada. Las reglas civiles aplicables a la especificación permiten establecer que ésta seguirá en general el régimen de un bien privado (régimen en vigor en nuestro país, conforme al artículo 662 del Código Civil). No obstante lo anterior, algunos Estados han alterado esta regla mediante disposiciones legales o soluciones jurisprudenciales. Por ejemplo, en España se mantiene la propiedad pública sobre el agua desalada por ley desde el año 2005; lo mismo en Argelia, pero sólo aquella sujeta a una finalidad pública; de similar forma en Australia e Israel, al considerar las instalaciones de desalinización como “infraestructura nacional” (declaradas de “importancia nacional”). Por su parte, en los Estados Unidos de Norteamérica una solución en este sentido ha sido considerada por la Corte Suprema, bajo el principio de inalienabilidad de los bienes públicos.

En Chile, el proyecto de ley sobre uso de agua de mar para desalinización (Boletín N° 11.608-09) fue recientemente aprobado en particular y despachado a sala por la Comisión Especial sobre Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado, quedando establecido que las aguas resultantes del proceso de desalinización constituyen bienes nacionales de uso público.

Finalmente, los principales impactos ambientales de las plantas de desalinización se enfocan en la influencia de la salmuera sobre los atributos físico-químicos de los ecosistemas receptores, en particular el aumento de la salinidad y la temperatura. Además, la toma de agua de mar para desalación absorbe conjuntamente organismos planctónicos, huevos de peces, larvas, entre otros, que resultarán dañados o muertos al pasar por el sistema de succión. Posteriormente, el cloro y otros químicos usados como anticorrosivos y anti-incrustantes terminarán con la fauna más resistente.

1. Introducción

El presente informe se enfoca en las tecnologías actuales de desalación de agua de mar, la base de las regulaciones en Chile y otros países, con énfasis en la propiedad del agua desalada (casos chileno y de España, Argelia, Estados Unidos, Australia e Israel). Además, se presentan los efectos ambientales del proceso de desalación.

Para la elaboración de este trabajo se recurrió a informes elaborados por la Biblioteca del Congreso Nacional, además de diversas publicaciones internacionales sobre la materia.

2. Contexto actual de la escasez de agua y el uso de tecnologías de desalinización

Contexto General:

Durante las últimas décadas, la escasez de agua dulce a nivel mundial se está convirtiendo en una amenaza para el desarrollo sostenible de la sociedad. Actualmente, cuatro mil millones de personas (dos tercios de la población mundial) experimentan una escasez de agua durante al menos un mes del año. La desalinización del agua de mar o agua salada puede ayudar a resolver esta crisis de escasez de agua, aumentando el suministro de agua dulce (Qu, 2016)¹.

Por otra parte, Carmalin et al. (2016)² señalaron que el agua limpia es el 3% del total de agua en la tierra, de la cual sólo el 1% es accesible. Existe una demanda de agua limpia, debido a que la mayor parte del agua está contenida en los glaciares y la nieve.

En dicho contexto, según Carmalin et al. (2016)³, las tecnologías de desalinización del agua de mar son cada vez más comunes para la producción de agua potable. Estas tecnologías son de alta demanda de energía y de alto costo. Los requerimientos energéticos de los procedimientos tradicionales de desalinización, ósmosis inversa y otros, constituyen un reto importante para la creación de técnicas alternativas más eficientes energéticamente, tales como el uso de tecnologías de desalación apoyadas por energías renovables (solar, eólica y otras).

Además de las tecnologías de desalinización establecidas, existen otras tecnologías alternativas de congelación e intercambio iónico que no se utilizan ampliamente. También hay varias tecnologías que están en etapa investigación y desarrollo (Gorjian y Ghobadian, 2015)⁴.

Visión general de las tecnologías convencionales de desalación:

Los métodos actuales para purificar el agua incluyen la destilación y la ósmosis inversa. La destilación requiere una cantidad significativa de energía (más del 40% de los costos operacionales del proceso). Por su parte, la osmosis inversa es un proceso más eficiente desde el punto de vista energético, pero

¹ Qu, Y. (2016): Energy consumption and charging dynamics of flow-through capacitive deionization systems. Stanford University, Stanford University. Disponible en línea en <http://bcn.cl/2295v>. Disponible en: <http://bcn.cl/2295v> (agosto, 2019).

² Carmalin, A.; Bhalambaal, V.M.; Lima, E.; Thirunavoukkarasu, M. (2016): Microbial desalination cell technology. Contribution to sustainable waste water treatment process, current status and future applications. En: Journal of Environmental Chemical Engineering 4 (3), pág. 3468–3478. Disponible en: <http://bcn.cl/228r3> (agosto, 2019).

³ Ibídem

⁴ Gorjian, S.; Ghobadian, B. (2015): Solar desalination. A sustainable solution to water crisis in Iran. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews 48, pág. 571–584. Disponible en: <http://bcn.cl/228v4> (agosto, 2019).

que igual requiere bastante energía. Al hacer la membrana más porosa y más delgada, puede aumentar el flujo a través de esta y reducir los requisitos de presión, lo que reduce la cantidad de energía que se necesita para impulsar el proceso (ORNL-led *team demonstrates desalination with nanoporous graphene membrane*, 2015)⁵.

Los procesos convencionales de desalación, separan el agua de mar en dos corrientes principales de agua dulce, una que contienen una baja concentración de sales disueltas y otra una salmuera concentrada (desecho del proceso). Los métodos de desalinización de agua de mar se dividen en dos categorías principales: de evaporación térmica y separación basada en membrana. Los procesos térmicos emplean calor para evaporar el agua de la solución salina, y luego el vapor de agua se condensa y se recupera. Los procesos de desalación térmica más comunes son (Gorjian y Ghobadian, 2015)⁶:

- Destilación instantánea en múltiples etapas (MSF).
- Destilación multiefecto (MED).
- Compresión del vapor (VC).

Por otra parte, la separación en base a membranas utiliza presión mecánica, potencial eléctrico o un gradiente de concentración como las fuerzas motrices a través de una barrera de membrana semipermeable para separar la sal del agua. Los procesos de membrana individuales son:

- Desalinización de membrana (MD).
- Osmosis inversa (RO u OI).
- Electrodialisis (ED).

Comercialmente, las tecnologías más competitivas y usadas a nivel mundial se basan en los procesos MSF, MED y RO.

A continuación la Tabla 1 muestra un resumen de las diferentes tecnologías con sus características y limitaciones⁷:

Tabla 1. Resumen de diferentes tecnologías de desalinización de agua

Tecnología	Características Clave	Limitaciones/Desventajas
Desalinización térmica: • Destilación instantánea en múltiples etapas (MSF).	Los más utilizados (comercialmente disponibles). Económico para grandes volúmenes.	Alta demanda de energía. No es adecuado para volúmenes bajos. Alto costo de capital.

⁵ ORNL-led *team demonstrates desalination with nanoporous graphene membrane* (2015). En: *Membrane Technology* 2015 (5), pág. 7. Disponible en: <http://bcn.cl/228q0> (agosto, 2019).

⁶ Op. Cit. Gorjian, S.; Ghobadian, B. (2015): *Solar desalination. A sustainable solution to water crisis in Iran*. En: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 48, pág. 571–584.

⁷ Biblioteca del Congreso Nacional (2017). *Nuevas tecnologías para hacer más eficientes las plantas desalinizadoras*. Informe elaborado por Eduardo Baeza (agosto, 2019).

<ul style="list-style-type: none"> • Destilación de efectos múltiples (MED). • Compresión de vapor mecánica (VC). 	<p>Adecuado para eliminar la alta concentración de sal.</p> <p>Adecuado cuando la fuente de calor residual está disponible o el costo de la energía es bajo.</p>	<p>Alto costo de mantenimiento.</p>
<p>Desalinización a base de membranas (MD):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Osmosis inversa (RO) • Electrodiálisis (ED) • Célula de desalinización microbiana 	<p>Adecuado para el tratamiento del agua salada.</p> <p>El consumo de energía es bajo en comparación con el proceso térmico.</p> <p>Alta tasa de recuperación.</p> <p>El arranque y cierre del proceso es rápido.</p> <p>Comercialmente disponible.</p> <p>Separación electroquímica de iones y sal.</p> <p>Larga duración de la membrana.</p> <p>Alta recuperación de agua y alta eficiencia.</p> <p>Comercialmente disponible.</p> <p>La desalinización es impulsada por la energía proveniente del tratamiento de las aguas residuales.</p> <p>Tratamiento de aguas residuales, desalación y producción de energía en un mismo sistema.</p> <p>No necesita fuente de alimentación externa.</p>	<p>Suciedad de membrana.</p> <p>Alto costo de mantenimiento.</p> <p>Alto costo operativo.</p> <p>Alto costo de capital.</p> <p>Comercialmente no disponible.</p> <p>Tiempo de arranque más largo.</p> <p>Aún a escala de laboratorio.</p> <p>Alto costo de capital.</p>

Fuente: *Desalination* (2015)

2. Regulaciones en materia de desalación de agua de mar

La desalación como gestión privada en Chile y otros países:

Si bien la incorporación de particulares no desnaturaliza *per se* el carácter público que posee un servicio en cuestión, ello sí influye en el modelo de gestión que es consagrado por él. En Chile, la gestión privada del servicio en materia de desalación ha sido establecida mediante el otorgamiento de títulos concesionales o autorizatorios a favor de particulares. El título concesional se aplica respecto de la

instalación de la industria y el autorizatorio se relaciona con el aprovechamiento del agua salobre por el particular que desea desalarla (Harris, 2015)⁸.

No obstante, existen sistemas alternativos como el de Argelia, que en principio establece un único título administrativo para estos efectos: la concesión, que contempla por lo demás de manera expresa un uso destinado para desalar el agua de mar, a diferencia de lo que ocurre en nuestro país y España, donde este empleo sólo se afirma de manera interpretativa, a partir de disposiciones generales. Finalmente, los regímenes de propiedad privada para la desalinización son también consagrados en los Estados Unidos de Norteamérica, ya sea bajo modalidades de permisos o contratos⁹.

Una vez analizadas las posibilidades de configurar el régimen del aprovechamiento del agua salobre y de desalación, queda por determinar la propiedad del agua desalada.

La propiedad del agua desalada:

La publicación corresponde al estado primitivo del agua salobre en la mayor parte de los países, que califican el agua de su mar territorial y costas bajo este régimen jurídico. Si bien esta calificación puede ser debatida una vez ocurrida su desalación, en ciertos casos ella es consagrada de manera expresa.

De acuerdo a lo anterior, surgen dos posibilidades regulatorias en relación al régimen aplicable al agua desalada. Por una parte, aquel en el cual ésta conserva su régimen público y, por el otro, aquel por el que ella es calificada como un bien privado, mediante la especificación. La Tabla 2 muestra un comparado de Chile y otros países sobre el régimen de propiedad aplicado al agua desalada.

Tabla 2. Regímenes de propiedad del agua desalada en diferentes países

País	Régimen de propiedad del agua desalada
Chile	En general, es posible considerar que la pérdida de salinidad del agua de mar provoca su desnaturalización y, por consiguiente, su desafectación al régimen propio de los bienes públicos. En nuestro país, dada la inexistencia de disposiciones que dispongan lo contrario, es posible sostener que éste es el régimen vigente, al menos por la aplicación de las reglas generales previstas por el Código Civil relativas a la adquisición de muebles. En efecto, la especificación corresponde a un tipo de adquisición que se verifica “cuando de la materia perteneciente a una persona, hace otra persona una obra o artefacto cualquiera” (artículo 662 del Código Civil). De este modo, la producción de agua desalada seguiría un curso similar al aprovechamiento de otros bienes naturales, como los bienes mineros, donde el especificante pasa a adquirir por sus labores, sin perjuicio que en principio dichos elementos se encuentren excluidos del régimen de propiedad, por aplicación del artículo 19 N° 23 de la Constitución Política de la República.

⁸ Biblioteca del Congreso Nacional BCN (2015). La desalación del agua: regímenes comparados (Informe BCN). Elaborado por Harris, P. (mayo de 2015).

⁹ Pappas, M. (2011). Unnatural Resource Law: Situating Desalination in Coastal Resource and Water Law Doctrines, p. 93 y siguientes. Disponible en: <http://bcn.cl/2a35a> (agosto, 2019).

España	Actualmente la ley en España es tajante al considerar que “el agua desalada es demanial en todo caso” ¹⁰ (disposición final primera del artículo 2 de la Ley 11/2005, del 22 de junio, por la que se modifica el Plan Hidrológico Nacional).
Argelia	La Ley N° 5-12 del 4 de agosto de 1995, relativa al agua, artículo 5, señala que sólo forman parte del dominio público las aguas desaladas y las aguas submarinas desmineralizadas afectas a un fin de utilidad pública. Esta referencia final permite mantener el régimen de propiedad privada respecto del agua que no se encuentra sujeta a dicha afectación, lo que en general ocurre mediante la especificación privada ¹¹ .
Estados Unidos de Norteamérica	Aquellos estados que siguen un régimen de propiedad sujeta al <i>public trust</i> , doctrina que consagra deberes de conservación para los poderes públicos, característica que se opone a la variación de la propiedad. Conforme a este razonamiento, una propiedad pública deberá seguir siendo pública, sin perjuicio de los esfuerzos del desalinizador. La doctrina considera la posibilidad de otorgarle comisiones ¹² al desalinizador, sin que por ello pueda ser considerado como propietario privado ¹³ . Esta teoría ha sido aceptada en materia de aguas por algunas sentencias de la Corte Suprema (v.gr: California v. Estados Unidos, 438 U.S. 645, 645-46 1978).
Israel	La legislación señala que todas las fuentes de agua (no diferencia si son marinas o continentales) son públicas. Por otra parte, las instalaciones para la desalinización de agua son consideradas como “infraestructura nacional”, cuando estas son declaradas de “importancia nacional” ¹⁴ , circunstancia que permitiría derivar que el agua desalada es “agua pública”.
Australia (Estado de Victoria)	Las actividades de desalinización son desarrolladas por Melbourne Water y otras empresas del gobierno del Estado de Victoria encargadas del suministro de agua potable y reciclada, y de la gestión de las cuencas de abastecimiento de las ciudades ¹⁵ (se deriva que el agua desalada es agua pública). Sin embargo en periodo de extraordinaria crisis hídrica (2007-2010) se impulsó la construcción de una planta con inversión público-privada ¹⁶ .

Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de Harris (2015)¹⁷ y otras fuentes citadas en tabla.

¹⁰ Op. Cit. Pappas, M. (2011). Unnatural Resource Law: Situating Desalination in Coastal Resource and Water Law Doctrines, p. 93 y siguientes.

¹¹ Ello contrasta con el régimen de la concesión, que prevé otorgarlas, ya sea para el cumplimiento de una finalidad de utilidad pública o por el sólo interés del concesionario (artículo 77).

¹² Este título es denominado por la doctrina anglosajona como “*conveyance rights*”.

¹³ Op. Cit. Pappas, M. (2011). Unnatural Resource Law: Situating Desalination in Coastal Resource and Water Law Doctrines, p. 123.

¹⁴ Así se dispone en el artículo 1° de las Planning and Building Law 5725-1965 Excerpts, de 1965. Disponible en: <http://bcn.cl/2a3b4> (agosto, 2019).

¹⁵ Melbourne Water and GHD (2007). Seawater Desalination Feasibility Study, p. 38. Disponible en: <http://bcn.cl/2a3bo> (agosto, 2019).

¹⁶ Ferguson, B. C., et. al. (2013); Crisp, G., & Swinton, B. (2008). Desalination in Australia: A review. Journal of the Australian Water Association, (March), pp. 94 y 95. Disponibles en: <http://bcn.cl/2a3bz> (agosto, 2019).

¹⁷ Biblioteca del Congreso Nacional BCN (2015). La desalación del agua: regímenes comparados (Informe BCN). Elaborado por Harris, P. (mayo de 2015).

Proyectos de Ley en Chile en materia de desalación de agua de mar:

La Tabla 3 a continuación resume los actuales proyectos de ley en materia de desalación de agua de mar en el país, los que se encuentran en diferentes etapas de tramitación.

Tabla 3. Proyectos de Ley sobre Desalinización en Chile

Nombre Proyecto (año ingreso)	N° Boletín	Estado	Objetivos Proyecto
Sobre el uso de agua de mar para desalinización (2018)	11608-09	Primer trámite constitucional en Senado	<p>Definir el agua de mar desalada como bien nacional de uso público.</p> <p>Contar con una Estrategia Nacional de Desalinización que determine las orientaciones y prioridades para el uso del agua de mar y la instalación de plantas.</p> <p>Modificar el D.F.L. 340, de 1960, sobre Concesiones Marítimas, en el sentido que los solicitantes de agua de mar para desalación deberán señalar la cantidad de agua requerida y su finalidad, con prioridad para consumo humano.</p>
Faculta al Estado para la creación de plantas desalinizadoras (2015)	9862-33	Segundo trámite constitucional en Senado	Se apunta a permitir que el Estado tenga la facultad de desarrollar los estudios, proyección, construcción y creación de estas plantas, a fin de enfrentar la escasez hídrica que mantiene a las regiones del centro y norte de Chile. El Estado tendrá la facultad de llevar a cabo actividades empresariales con el objeto de fomentar y desarrollar la creación de plantas desalinizadoras.
Establece la desalinización del agua de mar para su uso en proceso productivos mineros (2013)	9185-08	Primer trámite constitucional en Cámara Diputados	Modificación del Código de Minería en el sentido que el uso de aguas por el sector minero se sujetará al Código de Aguas y demás leyes aplicables, salvo aquellas aguas desalinizadas, que serán reguladas por un reglamento especial. Por otra parte, si la extracción de agua por la minera sobrepasa los 150 litros por segundo, tendrá la obligación de incorporar la desalinización de agua de mar en sus procesos productivos.
Obliga a grandes explotadores mineros a la desalinización de agua	8006-08	Primer trámite constitucional	Obliga a incorporar agua desalinizada en los procesos cuando la empresa minera exceda los 200 l/seg. de extracción de agua desde

para sus procesos productivos (2011).		en Cámara de Diputados	<p>afluentes superficiales y subterráneos actuales. Lo anterior será exigible a partir del año 2020 a los explotadores mineros cuya extracción exceda los 150 l/seg.</p> <p>El Estado tendrá preferencia para la adquisición o expropiación, según sea el caso, de los derechos de aprovechamiento de aguas que fueran liberados.</p>
---------------------------------------	--	------------------------	---

Fuente: Cámara de Diputados¹⁸

En relación al proyecto sobre uso de agua de mar para desalinización (Boletín N° 11.608-09), este fue aprobado en general en septiembre de 2018. La reciente aprobación en particular y despacho a sala fue el 06 de agosto de 2019 por la Comisión Especial sobre Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado. Quedó establecido que las aguas resultantes del proceso de desalinización constituyen bienes nacionales de uso público. Por otra parte, el Ejecutivo señaló que a través de una indicación a la Ley General sobre Bases del Medio Ambiente, está incorporando la tipología de las plantas desalinizadoras, pero aún no es ley. Actualmente, a las plantas desalinizadoras para efectos de evaluación ambiental se les aplica el reglamento que rige para las plantas de tratamiento de aguas, es decir se evalúan cuando abastecen una población mayor a 10 mil personas (Senado, 2019)¹⁹.

3. Impacto Ambiental de la Desalación

De acuerdo al informe elaborado por Vivanco (2017)²⁰, los impactos ambientales descritos para plantas desaladoras se agrupan en impactos físico-químicos de la salmuera e impactos sobre la biota marina, los que se detallan a continuación.

Impacto físico-químico de la descarga de salmuera en el medio marino:

Salinidad

Los efectos de la pluma salina pueden percibirse desde metros alrededor de la descarga, hasta cientos de kilómetros en casos extremos. Estas diferencias, pueden darse por una serie de combinaciones tales como la capacidad y tecnología de la planta, diseño de los difusores al final de los emisarios de descarga y la hidrología (profundidad, temperatura, recarga natural de agua, entre otras) del ecosistema.

En la mayoría de los casos la intensidad de la pluma salina (concentración de sales) disminuye rápidamente dentro de los 20 primeros metros de la descarga. En zonas costeras con corrientes prevalentes la pluma salina tendería a seguir la línea de costa, antes que salir mar afuera.

El volumen y concentración de sales contenida en la salmuera dependerá de la tecnología utilizada. Por ejemplo, en la desalación por destilación la salmuera representa de 8 a 10 veces el volumen de agua

¹⁸ Cámara de Diputados (s/f). Proyectos de Ley sobre Desalinización. Disponible en: <http://bcn.cl/2b2mv> (agosto, 2019)

¹⁹ Senado (2019). Avanza moción sobre uso de agua de mar para desalinización. Disponible en: <http://bcn.cl/2b2m9> (agosto, 2019)

²⁰ Biblioteca del Congreso Nacional (2017). Impacto Ambiental de Desalinización de Agua de Mar. Informe elaborado por Enrique Vivanco (mayo de 2017).

desalada, mientras que en las plantas de OI el volumen de salmuera es 2,5 a 3 veces el volumen de agua desalada, por lo tanto la concentración de sales es mucho mayor.

En resumen, los cambios medioambientales que pueden generarse por la descarga de la salmuera, responden a la combinación tanto de las condiciones oceanográficas del lugar (profundidad, temperatura, recarga natural de agua, entre otras) como de la calidad, cantidad y frecuencia del vertido.

Temperatura

Las tecnologías para desalinización evacúan salmueras que pueden elevar la temperatura de las aguas en los ecosistemas receptores, lo que variará significativamente según el tipo de tecnología utilizada para desalar el agua de mar. Por ejemplo, las plantas MSF (Destilación Flash Multi-etapas) u otras formas de destilación, ubicadas mayormente en medio oriente por la alta disponibilidad de combustibles fósiles, suelen emitir salmueras con 10° a 15°C de temperatura más altas que las aguas receptoras. Por el contrario, las plantas de OI vierten salmueras con temperaturas no mayores de 1° C por sobre el agua circundante.

No obstante, en la mayoría de los casos el incremento de temperatura que aporta la salmuera al medio ambiente se disipa rápidamente, dependiendo fuertemente de las características oceanográficas del entorno, es decir, una bahía pequeña, cerrada y poco profunda debería demorar más tiempo en disipar la mayor temperatura de la salmuera.

Contaminantes

Durante la operación, pre y post tratamiento de una planta desaladora, se usan productos químicos como biocidas, anti-incrustantes y antiespumantes. En el caso de la tecnología de OI todos estos químicos deben ser extraídos antes de entrar a las membranas de filtración. También se utilizan detergentes en bajas dosis durante la limpieza de las membranas de OI. Sin embargo, las cantidades y concentraciones de estos productos son muy bajas reduciendo su posible impacto. En general, todas las plantas desaladoras –algunas más que otras- emiten productos contaminantes al ambiente generados durante su funcionamiento, entre estos están el cloro, anti-incrustantes y cobre (presente en forma natural en el medio marino).

La contaminación acústica es descrita durante la construcción de las plantas desaladoras y en su fase de operación. Es común el ruido que se produce al momento de elevar la presión de impulsión del agua de alimentación por encima de la presión osmótica de las membranas.

Impacto sobre organismos marinos:

En ambientes del mediterráneo de baja profundidad y de menor movimiento en la columna de agua, la pluma salina de mayor densidad tiende a desplazarse a lo largo del fondo marino. Bajo estas condiciones, los organismos que componen el bentos –sobre todo los organismos sésiles- deberían recibir la mayor descarga de la salmuera, por ejemplo, praderas de algas submarinas y su fauna asociada.

En estas zonas del mediterráneo, la flora marina costera muestra variaciones en abundancia y distribución por recibir directamente la descarga de salmuera que proviene de plantas desaladoras. Específicamente, praderas de *Posidonia oceanica*, cuyo rol ecológico es retener sedimentos, protección de la línea costera, servir de hábitat para organismos marinos y preservar la biodiversidad del lugar, han visto reducidas tanto su biomasa y afectada su estructura ecológica. El incremento de la salinidad en el sistema interfiere el metabolismo del nitrógeno y carbono reduciendo los procesos fotosintéticos.

En otros estudios realizados en Key West, Estados Unidos, se apreció que la descarga de salmuera generó la desaparición de las comunidades originales siendo reemplazados por organismos propios de situaciones de estrés tales como poliquetos serpúlidos, sabélidos y crustáceo balano.

Otras investigaciones han mostrado que la descarga de salmuera en fondos blandos someros podría alterar la estructura y biodiversidad de la fauna asociada a sedimentos. Por ejemplo, se reportó la mayor presencia de nematodos y reducción en la abundancia y diversidad de poliquetos en áreas aledañas a la descarga de la salmuera.

Impacto de las tomas de agua

La toma de agua de mar para desalación absorbe conjuntamente organismos planctónicos, huevos de peces, larvas, entre otros, que resultarán dañados o muertos al pasar por sistemas de filtros físicos de las bocas de succión. También, al interior del proceso los cambios de presión y velocidad de las bombas eliminarán los organismos sobrevivientes que pudieron pasar la primera barrera física. Posteriormente, el cloro y otros químicos usados como anticorrosivos y anti-incrustantes terminarán con la fauna más resistente.

La mayoría de los trabajos sobre muertes de organismos marinos por toma de agua de mar se han realizado en plantas de energía. Por ejemplo, estudios realizados en las dos mayores centrales nucleares de California, Diablo Canyon y San Onofre, mostraron que durante un año promedio son absorbidos 1.8 billones de larvas de peces y 400 peces mayores para la primera central. En contraste, San Onofre, absorbió 5.6 billones de larvas de peces y 3.5 millones de peces. La diferencia en las dos centrales se debe a diversas causas, como condiciones locales del medio ambiente, diseño de las centrales, tecnologías de toma y descarga, entre otras.

La distribución y abundancia de peces puede variar anualmente, así como dentro de periodos más cortos de tiempo. Esta variación, de acuerdo a estudios en la costa de California, muchas veces no ha sido reflejada en estudios de corto plazo de la dinámica poblacional de la *ictiofauna*. Asimismo, se ha recomendado aumentar la frecuencia del monitoreo en las plantas de desalinización de California, para obtener información que ayude a mejorar las medidas de adaptación.

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)