



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE DERECHO
ESCUELA DE POSTGRADO

DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR IMPLICANCIAS JURÍDICAS EN CHILE

ACTIVIDAD FORMATIVA EQUIVALENTE A TESIS

MAGÍSTER DE DERECHO AMBIENTAL

Alumno: Agustín Silva Almarza

Profesor Guía: Sergio Montenegro Arriagada

Septiembre, 2019

CONTENIDO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Abreviaturas..... | 5 |
| 2. Introducción..... | 7 |
| 3. Explicación del proceso de desalación y sus orígenes | 13 |
| 3.1. El proceso de desalación..... | 13 |
| 3.2. Historia de la desalación..... | 16 |
| 3.3. Mecanismos de desalación | 20 |
| 3.3.1. Procesos que separan el agua | 20 |
| 3.3.2. Procesos que separan las sales..... | 22 |
| 4. Naturaleza jurídica de las aguas desaladas | 24 |
| 4.1. Titularidad de las aguas del mar | 24 |
| 4.2. Régimen jurídico aplicable a la apropiabilidad del agua de mar..... | 32 |
| 4.2.1. Apropiación del agua desalada por medio de un tipo de accesión conocido como “especificación o mezcla” | 34 |
| 4.2.2. Apropiación del agua desalada por medio de la ocupación..... | 35 |
| 4.2.3. La apropiación privada del agua de mar..... | 36 |
| 4.3. Naturaleza jurídica de las aguas desaladas | 37 |
| 5. Permisos asociados a la desalación | 43 |
| 5.1. Necesidad de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental | 43 |
| 5.2. Permisos asociados al componente agua | 45 |
| 5.2.1. Agua potable..... | 45 |
| 5.2.2. Aguas servidas | 46 |
| 5.2.3. Aguas marítimas | 47 |
| 5.3. Permisos asociados al componente aire..... | 49 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4. Permiso asociado al componente ruido | 50 |
| 5.5. Permisos asociados a la conducción de aguas | 51 |
| 5.6. Residuos..... | 51 |
| 5.7. Sustancias peligrosas | 52 |
| 5.8. Electricidad y combustibles..... | 53 |
| 5.9. Recursos naturales y fauna | 54 |
| 5.10. Patrimonio cultural | 54 |
| 5.11. Vialidad y transporte | 55 |
| 5.12. Ordenamiento territorial | 55 |
| 5.13. Permisos ambientales sectoriales de contenido únicamente ambiental del D.S. N° 40/12 | 56 |
| 5.14. Permisos ambientales sectoriales mixtos del D.S. N° 40/12 | 57 |
| 6. Principales desafíos de la desalación..... | 60 |
| 6.1. Costos asociados..... | 60 |
| 6.2. Problemáticas ambientales | 63 |
| 7. Conclusiones y propuestas | 68 |
| 7.1. En cuanto a la técnica de desalación | 68 |
| 7.2. En cuanto a los desafíos de la actividad | 69 |
| 7.3. Propuestas concretas..... | 69 |
| 8. Bibliografía..... | 72 |

1. ABREVIATURAS.

En el presente trabajo, cada una de las siguientes abreviaciones tendrá indistintamente el significado que se describe a continuación:

| | |
|--------------|----------------------------------------------------------------|
| “CdA” | Código de Aguas |
| “CBR” | Conservador de Bienes Raíces |
| “CC” | Código Civil |
| “CGR” | Contraloría General de la República |
| “CPA” | Catastro Público de Aguas |
| “CPR” | Constitución Política de la República de Chile |
| “DAA” | Derecho de Aprovechamiento de Aguas |
| “DGA” | Dirección General de Aguas |
| “DIRECTEMAR” | Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante |
| “D.F.L.” | Decreto con Fuerza de Ley |
| “D.L.” | Decreto Ley |
| “D.S.” | Decreto Supremo |
| “l/s” | Litros por Segundo |
| “N°” | Número |
| “NCh” | Norma Chilena |
| “Minagri” | Ministerio de Agricultura |
| “Mineduc” | Ministerio de Educación |

| | |
|-------------|---------------------------------------------------------|
| “Minsal” | Ministerio de Salud |
| “Minsegres” | Ministerio Secretaría General de la Presidencia |
| “MOP” | Ministerio de Obras Públicas |
| “MTT” | Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones |
| “ONG” | Organización No Gubernamental |
| “PAS” | Permiso Ambiental Sectorial |
| “PNU” | Patente por no uso de DAA |
| “RETC” | Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes |
| “RPA” | Registro de Propiedad de Aguas |
| “SEIA” | Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental |

2. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad del recurso hídrico es un elemento crucial para el consumo humano, saneamiento y también para las actividades productivas, en particular, la agricultura y la minería, actividades que se desarrollan especialmente en la zona centro-norte Chile, donde la disponibilidad de agua es menor. Específicamente, en la industria minera, el recurso hídrico es necesario para la exploración, el procesamiento del mineral,¹ la construcción de los proyectos, el consumo de los trabajadores, el riego de caminos, entre otros usos y consumos.

La historia minera de nuestro país, y sobre todo el auge e industrialización que la actividad ha experimentado en las últimas décadas, han conducido a que diferentes compañías mineras adquieran derechos de aprovechamiento de aguas en grandes volúmenes, tanto así, que se generó una impresión colectiva de monopolización de los recursos hídricos por parte de esta industria, al menos en la zona centro-norte del país. Sin embargo, del total de agua disponible en el territorio nacional, se estima que el 82% es utilizado por el sector Agropecuario, un 7% por el área Industrial, un 3% en Minería y un 8% es por los servicios de Agua Potable y Saneamiento.^{2,3}

En efecto, la limitada disponibilidad del recurso en el norte de nuestro país ha dado paso a importantes conflictos sociales y, en cierta medida, al reproche de la actividad minera por parte de diversas ONG. No podía ser de otra manera, ya que el acceso al agua siempre ha

¹ En el proceso de lixiviación se utiliza abundante agua.

² *Atlas del Agua Chile 2016, Capítulo 1 Chile en el mundo*. Páginas 8 y 125. Documento elaborado por la Dirección General de Aguas, disponible en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx> (Sitio web consultado con fecha 20 de febrero de 2018).

³ Otras estimaciones han establecido la siguiente proporción de uso: “*la agricultura es por lejos el mayor consumidor de agua de Chile, responsable del 73% del consumo total. El consumo residencial en zonas urbanas y rurales representa solo el 6% del consumo, mientras que la minería y otros usos industriales son responsables del 9% y del 12% del consumo, respectivamente*”. *Aspectos técnicos de la gestión integrada de las aguas (GIRH) – Primera etapa diagnóstico*. (Ayala, L. 2010.) Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile. (Citado en: CHILE Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Documento del Banco Mundial, disponible en http://www.dga.cl/eventos/Diagnostico%20gestion%20de%20recursos%20hidricos%20en%20Chile_Banco%20Mundial.pdf, página 10. Sitio web consultado con fecha 27 de abril de 2017).

sido eje de conflictos, que se remontan a la revolución neolítica, entre 8.000 y 6.000 años A.C., cuando el ser humano se hizo sedentario y comenzó a cultivar sus alimentos. El lenguaje recuerda esas raíces antiguas: de acuerdo con la Real Academia Española, la palabra “rival” proviene del latín “rivālis”, (de rivus 'arroyo' o río), y significa “*dicho de una persona: que compite con otra, pugnando por obtener la misma cosa o superar a aquella*”. Al respecto se ha dicho que “*aunque las controversias por el agua pueden esconder diversas razones, como luchas de poder e intereses de sectores que compiten por el recurso, todas las disputas por el agua pueden atribuirse a una o varias de estas tres cuestiones: cantidad, calidad y disponibilidad*”.⁴

Por su parte, el *sobre otorgamiento* de los derechos de aprovechamiento de aguas por parte de la autoridad,⁵ junto con la disminución de las precipitaciones y el cambio climático, han hecho que situación de indisponibilidad hídrica haya pasado a ser crítica, al punto que la legislación de aguas en Chile ha sido blanco de constantes cuestionamientos y, consecuentemente, su modificación se ha vuelto una recurrente promesa en campañas políticas.⁶ Desde el año 2012 se tramita un proyecto de modificación al Código de Aguas que pretende, entre otros aspectos, sentar nuevos criterios de reasignación del recurso hídrico, principalmente para privilegiar el consumo humano y saneamiento.⁷

Las reformas legales propuestas buscan dar respuesta a una serie de demandas sociales insatisfechas. Asimismo, estas reformas buscan reducir el tinte liberal que caracteriza

⁴ Pochat, Víctor. *Conflictos por el agua*. Columna publicada en la revista Diplomacia N° 129, agosto de 2015, Santiago de Chile. Páginas 9-15.

⁵ A este respecto sugerimos revisar la siguiente publicación: Meza Suárez, Catalina y Sturla Zerené, Gino. *Escasez y sequía en el acuífero del Río Copiapó*. Publicado en la Revista de Derecho Ambiental de la Universidad de Chile N° 5 (2015), Páginas 81-89.

⁶ La gran promesa de campaña de la diputada electa Daniella Cicardini (Copiapó) fue reformar el Código de Aguas.

⁷ En el proyecto de reforma del código de Aguas (Boletín N° 7543-12), se identificaron los siguientes conflictos por el agua: (i) Problemas de acceso y abastecimiento; (ii) Escasez hídrica y la extracción ilegal; (iii) Sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas; (iv) Concentración de propiedad de derechos de aprovechamiento; (v) Desarrollo local y abastecimiento primario sin seguridad jurídica; (vi) Degradación ambiental de salares, humedales y cuencas hidrográficas; (vii) Condiciones de mercado erráticas y muy disímiles en el territorio; e (viii) Información limitada y dispersa sobre los recursos hídricos.

nuestra legislación de aguas, que –junto con la institucionalidad hídrica y ambiental del país⁸– han sido insuficientes para dar solución a las distintas complejidades que genera la situación del agua en el país, en particular en la zona centro-norte. Hay una discusión política y técnica pendiente en el país, para llegar a consensos sobre si lo que requiere Chile es más modificaciones legales o mejor implementación de normas y gestión. Sin embargo, hay consenso en que el país requiere con urgencia implementar medidas que permitan enfrentar la escasez de agua de manera inmediata y efectiva, no siendo recomendable seguir dilatando la solución a esta necesidad.

En efecto, en Chile existen múltiples iniciativas legales en trámite en materia de derechos de aprovechamiento de aguas,⁹ que buscan facilitar el acceso de los más necesitados al

⁸ En Chile es un error frecuente culpar al marco regulatorio de los problemas climáticos, de infraestructura o incluso de gestión. No hay que perder de vista que en materia de derecho de aguas participan aspectos como: (i) Políticas públicas (que pueden ser bien o mal diseñadas/implementadas); (ii) Instituciones y organismos administrativos; y la (iii) Infraestructura específica del país.

⁹ Destacamos las siguientes iniciativas: Boletín N° 6124-09 (ingresado el año 2008), sobre dominio público de las aguas; Boletín N° 6141-09 (ingresado el año 2008), sobre exploración, explotación y constitución de derechos de aprovechamiento de aguas; Boletín N° 6208-09 (ingresado el año 2008), sobre modificaciones al CdA; Boletín 6254-09 (ingresado el año 2008), sobre acceso y uso del agua; Boletín N° 6268-07 (ingresado el año 2008), que modifica artículo 19 N° 24 de la Constitución Política de la República, con el objeto de establecer que las aguas, tienen la calidad de bienes nacionales de uso público (en similar sentido, boletines N° 6816-07, 7927-07 y 10496-07); Boletín N° 8678-07 (ingresado el año 2012), sobre reforma Constitucional que consagra el derecho al agua como derecho humano (en similar sentido, boletines N° 6795-07, 7589-07, 8898-07, 9321-12 y 10497-07); Boletín N° 9392-09 (ingresado el año 2014), que modifica CdA, con el fin de resguardar el consumo humano; Boletín 6697-07 (ingresado el año 2009), sobre reforma constitucional en materia de concesiones de derechos de agua; Boletín N° 6387-09 (ingresado el año 2009), que modifica el CdA para la protección de aguas y ecosistemas en áreas protegidas; Boletín N° 6763-01 (ingresado el año 2009), sobre reforma el CdA, el Código de Minería y otros cuerpos legales, con el objeto de garantizar la conservación del medio ambiente y los recursos naturales; Boletín N° 7459-09 (ingresado el año 2011), sobre proyecto de ley relativo a la disposición de las aguas en concesión; Boletín N° 7522-07 (ingresado el año 2011), proyecto de ley que aumenta las penas para delito de usurpación de aguas, precisando que los acuíferos están incorporados como objeto de protección penal (en similar sentido, boletín N° 7756-07); Boletín N° 8260-09 (ingresado el año 2012), que aumenta las penas en caso de infracción de normas establecidas en el CdA; Boletín N° 8149-09 (ingresado el año 2012), que introduce modificaciones al marco normativo que rige las aguas en materia de fiscalización y sanciones; Boletín N° 8430-09 (ingresado el año 2012), modifica diversos cuerpos legales, con el objeto de fortalecer el catastro público de aguas; Boletín N° 8006-08 (ingresado el año 2011), que obliga a grandes explotadores mineros a la desalinización de agua para sus procesos productivos (en sentido similar, boletín N° 9185-08); Boletín N° 8960-33 (ingresado el año 2013), que modifica CdA y otros cuerpos legales, respecto al uso de las aguas subterráneas; Boletín N° 9102-01 (ingresado el año 2013), que modifica el CdA, respecto a la solicitud y otorgamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas; y Boletín N° 10854-33 (ingresado el año 2016), que modifica el CdA, en

recurso, principalmente para saneamiento y consumo humano, entregando mayores facultades discrecionales a la DGA y debilitando en cierta medida la férrea protección jurídica que nuestro ordenamiento jurídico –y en particular la CPR– otorga a los derechos de aprovechamiento de aguas legalmente constituidos. De esta manera, en el fondo, las iniciativas presentadas en general pretenden generar cierto margen de disponibilidad para la reasignación del recurso hídrico.

Algo similar ha ocurrido en materia de políticas públicas,¹⁰ donde los sucesivos gobiernos ha comprometido e impulsado, aunque con poco avance, la construcción de múltiples embalses para la acumulación de agua para aumentar la disponibilidad del recurso en épocas de escasez.¹¹ Del mismo modo, muchas veces la autoridad ambiental ha condicionado ciertos proyectos (principalmente mineros)¹² con el objetivo de que sus

materia de exigencias para las obras de aprovechamiento de aguas subterráneas y monto de las multas aplicables.

¹⁰ En la *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2015*, el Gobierno ha promovido la construcción de embalses “y la exploración de alternativas no tradicionales como la desalación, evaluando fuentes no convencionales de aguas, tales como ductos submarinos o terrestres para la conducción de caudales de agua desde cuencas con disponibilidad del recurso hacia zonas del país que presentan escasez”, entre otros. *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2015*. Página 5. Documento elaborado por MOP, disponible en: http://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf (página web consultada el 30 de abril de 2017).

¹¹ El domingo 22 de marzo de 2015, en el marco de la celebración del día mundial del agua, el entonces ministro de Agricultura, Carlos Furche, aseguró que *“la Presidenta ha comprometido un programa de construcción de embalses de 15 pequeños y medianos embalses más otros 10 más pequeños todavía, y estamos desarrollándolos a la mayor velocidad posible, pero obviamente nada de esto se puede resolver de un día para otro”*.

¹² Por ejemplo, la desalación de agua de mar para la fase de operación de la mina fue parte de las propuestas presentadas por el titular del Proyecto Minero Cerro Casale como un plan de respaldo frente a una potencial afectación del acuífero de Piedra Pómez, donde la empresa tiene sus derechos de aprovechamiento de aguas legalmente constituidos. Al respecto la RCA del proyecto señala en su página 52 que: *“El sistema de suministro de agua de mar de respaldo corresponde a un plan de acción dentro del marco del ‘Plan de Alerta Temprana’. En este sentido, ante eventuales cambios en las condiciones hidrogeológicas del acuífero de Piedra Pómez, que impidan seguir adelante con la explotación planificada de éste, se prevé la utilización del agua de mar a modo de fuente alternativa para abastecimiento del Proyecto. La habilitación de este sistema de respaldo dependerá de los resultados del ‘Plan de Alerta Temprana’ (PAT) de Piedra Pómez disponible en el Anexo 2-I del Capítulo 2 del EIA. Su construcción se iniciará una vez que los indicadores del PAT así lo señalen, con un tiempo de anticipación suficiente al inicio de obras, para disponer del respaldo antes de que el acuífero experimente cambios en sus condiciones hidrogeológicas”*.

necesidades hídricas sean satisfechas desde fuentes alternativas del recurso,¹³ como lo son las aguas desaladas¹⁴ o el tratamiento y reutilización de aguas.

Una tercera alternativa que se ha barajado en nuestro país para superar el déficit hídrico, es la construcción de *megatuberías* que trasladen grandes volúmenes de agua desde el sur de nuestro país hacia el norte. Para este efecto se han planteado principalmente dos vías: En primer lugar, el año 2012 la empresa Vía Marina presentó al gobierno de aquella época el proyecto denominado “Aguatacama”, que proponía llevar el agua por la costa (bajo el mar), a través de tramos e impulsando el recurso con electricidad proveída por plantas de energías renovables no convencionales. Sin embargo, posteriormente no se supo mucho más de esta iniciativa, la que tuvo un aporte del gobierno de Francia para el estudio de prefactibilidad. En su oportunidad, el costo de construcción (sin contar operación y construcción de unidades generadoras de electricidad) de este proyecto fue de aproximadamente USD \$15.000 millones;¹⁵ En segundo lugar, se encuentra un proyecto para llevar agua dulce por la cordillera, utilizando principalmente la fuerza de gravedad. Este segundo proyecto está siendo desarrollado por el empresario agrícola Juan Sutil, presidente y fundador de la “Corporación Reguemos Chile”, y su costo ha sido estimado en USD \$20.000 millones.¹⁶

En la actualidad, ambos proyectos no han sido desarrollados ni formalizados con mayor profundidad o con mayor formalidad, relegándose al plano de la prensa, por lo que hoy parecen quimeras lejanas o ciencia ficción. De todas maneras, es importante destacar que ambas iniciativas contemplan la existencia de tramos, algunos de los cuales pueden tener una mayor viabilidad. Sin embargo, lo cierto es que actualmente el Estado no cuenta con

¹³ A modo de ejemplo, al proyecto minero Cerro Negro, de propiedad de CAP, se le exigió abastecer el 50% de las sus necesidades hídricas con agua proveniente de fuentes amigables ambientalmente, como la desalación.

¹⁴ Por ejemplo, el proyecto de Ley que consta en el boletín 9185-08, presentado el 10 de diciembre de 2013 por un grupo transversal de diputados, dispone que las empresas mineras cuya extracción de agua sobrepase los 150 litros por segundo, tendrán la obligación de incorporar la desalinización de aguas marítimas dentro de sus procesos productivos.

¹⁵ Para más información sobre este proyecto se puede consultar la página web de Vía Marina: (<http://www.via-marina.com/fr/aquatacama.php?lang=es>, sitio web revisado con fecha 15/07/2017).

¹⁶ Para más información sobre este proyecto se puede consultar la página web de Reguemos Chile: (<http://www.reguemoschile.cl/>, sitio web revisado con fecha 15/07/2017).

recursos como para poder implementar esta clase de mega-construcciones. En efecto, con las múltiples demandas sociales hoy desatendidas y el fuerte aumento que ha experimentado la deuda pública en los últimos años, no resulta razonable pretender que el Estado priorice invertir en obras tan costosas en el corto plazo. Por otra parte, el “súper-ciclo” de la minería parece haber cesado, abriendo paso a una nueva etapa de precios más moderados a la espera de un nuevo ciclo de bonanza, sin que se adviertan otras industrias utilizadoras de agua con semejante poder de inversión (a pesar de la envergadura de ciertas empresas agrícolas, generadoras de energía o del rubro sanitario).

El mecanismo de desalación de agua de mar, con todos sus bemoles, aparece entonces como una cura para el mal que aqueja nuestro país, que –por su geografía– tiene una evidente aptitud para el desarrollo de esta industria, lo que brinda ciertas facilidades. Esta opción en la práctica ha sido seriamente considerada por distintos actores del sector público y del sector privado, ya que se entiende que la desalación reduce la sobreexplotación de ríos y acuíferos sin producir impactos ambientales tan significativos. Sin embargo, esta actividad tiene diversas complejidades, tanto ambientales, como legales, técnicas y económicas.

A pesar del extenso desarrollo y análisis que la desalación tiene en el mundo, en Chile existen pocas plantas desaladoras y su estudio ha sido más bien escaso. Por estos motivos, en este trabajo se analizará la regulación jurídica de la desalación en nuestro país, enumerando los permisos e impactos asociados a la actividad (haciendo especial énfasis en materia ambiental), con miras a entender cuáles son los desafíos que presenta esta industria el día de hoy. Para tal efecto, se estudiarán aspectos vitales de las plantas de desalación que actualmente se encuentran en etapas de proyecto, construcción y/u operación en Chile.

3. EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE DESALACIÓN Y SUS ORÍGENES

3.1. El proceso de desalación

La RAE define desalar como “*Quitar la sal a algo, como a la cecina, al pescado salado*”, mientras que desalinizar aparece como “*Quitar la sal del agua del mar o de las aguas salobres, para hacerlas potables o útiles para otros fines*”, por lo que se puede decir que entre ambos conceptos existe una relación de género y especie. Sin embargo, en el uso cotidiano, ambos conceptos se utilizan como sinónimos, por lo que para fines de este trabajo ocuparemos indistintamente ambos términos en el sentido de extraer la sal del agua de mar.

La desalinización o desalación, es claramente un proceso más técnico que jurídico, de hecho, podríamos decir que es completamente técnico, pero su desarrollo conlleva ciertos efectos jurídicos, por cuanto la transformación y apropiación de un bien mueble (agua de mar), acarrea la aplicación de ciertas normas, lo mismo los efectos ambientales de la industria o las autorizaciones para el desarrollo de las actividades asociadas a la industria, como la conducción del agua. En este capítulo nos referiremos específicamente a lo técnico, lo jurídico será abordado en los capítulos siguientes.

Para efectos de este trabajo, consideraremos fundamentalmente cuatro grados de salinidad del agua,¹⁷ identificados en función del porcentaje de sales contenidas en ella: En primer lugar, se encuentran las salmueras, que son una solución de alta concentración de sales (sobre 5%); En segundo lugar, está el agua salada o agua de mar, cuya concentración de

¹⁷ Existen diversas clasificaciones de éste parámetro, algunas incluso miden de forma diferente la salinidad de las aguas de mar respecto de las aguas continentales. En esta revisión se ha determinado que no hay una clasificación de consenso, sino varias distintas para ilustrar las diferencias. En estas clasificaciones muchas veces cambian los nombres y porcentajes. Por ejemplo podemos citar las siguientes clasificaciones: (i) Agua hiperhalina (6 a 8% de sal), metahalina (4%), mixoeuhalina (3%), polihalina (1,8%), mesohalina (0,5 %), oligohalina (0,05%); y (ii) 0-0,05% agua dulce, 0,05-0,3% agua salobre oligohalina, agua salobre mesohalina (0,3-1%), agua salobre polihalina (1-1,7%), agua de mar oligohalina (1,7-3%), agua de mar mesohalina (3-3,4%), agua de mar polihalina (3,4-3,8%), salmuera (3,8-15%) y más de 15% hipersalina.

sales es aproximadamente 3,5%;¹⁸ En tercer lugar, se encuentra el agua salobre, que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar; Finalmente, está el agua dulce o potable, cuya concentración de sales equivale a menos de un 0,15%. En los estudios técnicos, estos porcentajes muchas veces aparecen expresados en distintos factores de medición, por ejemplo, partes por mil (ppm) o miligramos por kilo (mg/kg). Estos factores de medición a veces son expresados de manera confusa (muchas veces de mencionan miligramos por litro, cuando uno indica peso y el otro volumen), correspondiendo a indicadores claramente diferentes, ya que la sal en volumen no pesa lo mismo que el agua, siendo superior el peso de la primera [la sal pesa 1,2 toneladas por metro cúbico (m³), mientras que el agua 1 tonelada por m³].

De esta manera, entenderemos la desalación como el proceso por el cual el agua de mar disminuye su concentración de sales o se separa de éstas, hasta convertirse en agua potable, apta para el consumo y otros usos domésticos. Como vimos, el agua de mar contiene alrededor de 35 ppm de sólidos disueltos en total (cifra que puede cambiar dependiendo del océano o mar). Técnicamente, para que el agua dulce sea potable en Chile, debe tener menos de 1,5 ppm, según dispone la Norma Chilena 409/1.Of. 2005,¹⁹ que establece los requisitos de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio nacional. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) también ha establecido ciertos requisitos para la potabilidad del agua en sus diversas guías.²⁰

A continuación, en el Cuadro 1 se desglosa la composición de las 35.000 partículas por millón de sólidos disueltos que posee el agua de mar:²¹

¹⁸ Recabarren Rojas, Floreal y Maino Prado, Valeria. *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*. Santiago de Chile. Edición Matte. Año 2011. Página 142.

¹⁹ Página 6 de la Nch 409/1.Of. 2005.

²⁰ Guías para la calidad del agua potable ISBN 92 4 154696 4 (Clasificación de la NLM: WA 675). © Organización Mundial de la Salud, 2006. Recurso electrónico disponible en la siguiente página web: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1. Cabe mencionar que la Unión Europea tiene estándares aún más elevados y completos que la OMS.

²¹ Datos obtenidos desde la página web de National Weather Service - NOAA (ed.). «Sea Water», disponible en la siguiente página web: <http://www.srh.noaa.gov/jetstream/ocean/seawater.html>. (Sitio web consultado con fecha 18 de junio de 2017).

Cuadro 1. Composición química promedio de un litro de agua de mar

| Compuesto | Gramos (g) | Total de sales (%) |
|---------------------------------------------|------------|--------------------|
| Cloruro de sodio (sal común) | 27,213 | 77,758 |
| Cloruro de magnesio | 3,807 | 10,878 |
| Sulfato de magnesio | 1,658 | 4,737 |
| Sulfato de calcio | 1,260 | 3,600 |
| Sulfato de potasio | 0,863 | 2,265 |
| Carbonato de calcio y trazas de otras sales | 0,126 | 0,345 |
| Bromuro de litio | 0,076 | 0,217 |
| Total | 35,003 | 100,000 |

De los datos transcritos, merece la pena recalcar que la sal común propiamente tal representa poco más de 75% del total de partículas sólidas disueltas en el agua de mar.

Por otra parte, tenemos que los distintos océanos y mares tienen diferentes composiciones y porcentajes de salinidad, según aparece en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Contenido de sales en los diferentes océanos y mares

| Mar u océano | Contenido de sales (%) |
|------------------|------------------------|
| Océano Atlántico | 3,60 |
| Océano Pacífico | 3,36 |
| Océano Índico | 3,38 |
| Mar Mediterráneo | 3,94 |
| Mar Adriático | 3,00 |
| Mar de Japón | 3,40 |
| Mar del Norte | 3,28 |
| Mar Rojo | 4,30 |
| Mar Blanco | 3,30 |
| Mar de Mármara | 2,50 |
| Mar Negro | 1,70 |
| Mar Caspio | 1,30 |
| Mar Báltico | 0,75 |

Del cuadro anterior llaman la atención dos cosas: En primer lugar, la alta concentración de sales en el Mar Rojo,²² y; en segundo lugar, que el Pacífico es el océano que menos salinidad tiene en promedio. Sobre estos datos volveremos más adelante, a propósito de los impactos ambientales asociados a la disgregación de la salmuera en el agua de mar.

3.2. Historia de la desalación²³

Desde tiempos inmemoriales los seres humanos han soñado y diseñado mecanismos para desalar el agua. Una de las referencias más antiguas que se ha escrito a este respecto es la contenida en la Biblia, que señala:

“22.Moisés hizo partir a los israelitas del mar de Suf y se dirigieron hacia el desierto de Sur: caminaron tres días por el desierto sin encontrar agua. 23.Luego llegaron a Mará, porque era amarga. Por eso se llama aquel lugar Mará. 24.El pueblo murmuró contra Moisés, diciendo: «¿Qué vamos a beber?» 25.Entonces Moisés invocó a Yahveh, y Yahveh le mostró un madero que Moisés echó al agua, y el agua se volvió dulce. Allí dio a Israel decretos y normas, y allí le puso a prueba.”²⁴

Incluso se han descubierto referencias concretas a mecanismos de desalación en Tales de Mileto (624-547 a.C.) y Demócrito (460?-370? a.C.), quienes sugirieron que el agua dulce se obtenía por filtración del agua de mar a través de la tierra. Por su parte, Aristóteles (384-322 a.C.) abordó en sus obras diversos aspectos del problema del agua, discutió acerca de la naturaleza y propiedades del agua de mar y la posibilidad de su desalación. También Plinio

²² Hacemos presente que la salinidad presente en el mar muerto es 10 veces mayor, pero se trata de un cuerpo de agua desconectado de cualquier océano.

²³ En este apartado nos hemos guiado por diferentes publicaciones: a) *Agua y sal: La historia de la desalación*, Revista iAgua, disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/aguada-garcia-durango/15/10/23/agua-y-sal-historia-desalacion>; b) *Historia de la desalinización del agua*, Fundación Aquae, disponible en: <http://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/historia-de-la-desalinizacion-del-agua/>; y c) *Agua y sal: La historia de la desalación. Una perspectiva global*, texto publicado en el portal chileno del agua, disponible en: <http://www.portalchilenodelagua.cl/agua-y-sal-la-historia-de-la-desalacion-una-perspectiva-global/> (sitios web consultados con fecha 20 de junio de 2017).

²⁴ Biblia de Jerusalem. Éxodo, capítulo 15, versículos 22 al 25.

(23-79 d.C.), en su gran enciclopedia sobre historia natural describe varios métodos para desalar agua. Alejandro de Afrodiasias (193-217 d.C.), al comentar la meteorológica de Aristóteles, describe por primera vez el procedimiento de destilación como método de obtención de agua dulce a partir de agua de mar.

En la Edad Media varios autores se refirieron a la necesidad de desalar agua de mar, entre los que se puede citar a John Gaddesden (1280-1361), que en su obra "*Rosa Medicine*" describió cuatro técnicas de desalación.

Luego, en la Edad Moderna, se multiplicaron las referencias científicas y el estudio de métodos de desalación, debido principalmente a los descubrimientos geográficos, la expansión del comercio y al aumento de los largos viajes a través de los mares. Ello implica un nuevo avance en el problema de la desalación del agua, especialmente en lo que se refiere al abastecimiento de las tripulaciones de los navíos. Por ejemplo, Andrés Laguna (1499-1560), médico personal del rey de España, Carlos I, en sus comentarios escritos sobre la materia médica de Pedáneo Dioscórides, cita diferentes métodos de desalación. Giovan Battista Della (1535-1615) publicó en 1589 la segunda edición de su "*Magiae Naturalis*" en veinte tomos y en el último describe los métodos de obtención de agua dulce a partir de agua salina conocidos en la época. Este autor tiene el mérito de haber hecho un estudio crítico de dichos métodos y comprobar experimentalmente algunos. En el siglo XVI, los navíos hacían uso de rudimentarios alambiques para abastecerse de agua mediante destilación. Miguel Torres Corral, español experto en desalinización, cita como ejemplos las investigaciones de John Gaddesden o Andrés Laguna. De hecho, las primeras patentes sobre mecanismos de desalación se deben a los ingleses W. Walcot y R. Fitzgerald en 1675 y 1683 respectivamente.

A fines del siglo XIX la desalinización se usaba por medio de evaporación y condensación, es decir, se sacaba el agua de mar, se calentaba con elementos combustibles como el carbón, generando vapor que luego condensaba en agua dulce. Este proceso era a pequeña escala y se ocupaba una gran cantidad de combustible para calentar el agua.

Curiosamente, Chile fue pionero en la desalación a gran escala. En efecto, la primera planta desalinizadora de escala industrial que comúnmente mencionan los historiadores fue construida en Antofagasta, lo que representa una paradoja para este trabajo, ya que en la actualidad Chile dista mucho de ser protagonista en la actividad.

La historia de esta planta data de 1872, año en que el ingeniero sueco Charles Wilson confeccionó la primera planta de destilación solar que se tenga noticia, con el objeto de abastecer a la empresa Salitrera Lastenia Salinas (sobre la cual después se construiría la oficina Chacabuco). Dicha planta era un complejo de estructuras destinado a convertir el agua salada en potable, usando para ello dos elementos que se encontraban en abundancia en el desierto de Atacama: el calor proveniente del sol y la fuerza del viento. El aparato instalado en Las Salinas consistía en la instalación de canaletas poco profundas llenas de agua salada, cubiertas por un techo oblicuo de vidrio en una extensión de aproximadamente 4.000 m². El agua era elevada desde los pozos mediante una bomba de molino de viento hasta un estanque con capacidad de almacenamiento para cuatro días. El sol calentaba el agua de las arcas por los rayos que pasaban a través de los vidrios. De esta manera, se producía vapor que se condensaba en los mismos vidrios y decantaba en canaletas, desde las cuales el agua era conducida, por medio de cañerías, hasta una cuba que almacenaba el líquido potable. Según los registros, esta ingeniosa máquina llegó a producir más de 20.000 litros de agua fresca diaria en verano. La máquina funcionó hasta 1907, año en que comenzaron a operar las primeras cañerías con agua de la Cordillera de los Andes.²⁵

A mediados del siglo pasado se empezaron a desarrollar plantas desaladoras más modernas basadas en la evaporación, como consecuencia principalmente de los bajos precios de los combustibles fósiles, que determinaron la tendencia en el desarrollo de las primeras desaladoras. En este punto también fueron decisivas las consecuencias de la II Guerra Mundial: *“el crecimiento de la población, la contaminación de los recursos de agua disponibles y la expansión de industrias con alto consumo de agua”*.

²⁵ Este párrafo está basado en el trabajo contenido de Recabarren Rojas, Floreal y Maino Prado, Valeria. *Historia del agua en el desierto más árido del mundo*. Santiago de Chile. Edición Matte. Año 2011.

Las grandes plantas de desalación construidas en este periodo eran viables económicamente desde el punto de vista de su construcción, pero su operación requería grandes cantidades de energía. Hasta 1970, el incremento de la capacidad instalada fue relativamente bajo, calculándose aproximadamente la generación de 1,7 hm³ de agua desalada por día. En comparación, en 2011 ya se producían más de 36 hm³ de agua desalada al día en todo el planeta.

Posteriormente, las continuas crisis del petróleo ocurridas entre la década del 70 y la del 80, fueron dificultando el consumo voraz de energía que estas industrias requerían. Por este periodo va apareciendo y tomando fuerza el método de ósmosis inversa, gracias a los nuevos materiales poliméricos, a sistemas de bombeo más eficientes, con recuperación de energía y a la aplicación de sistemas inteligentes de control de proceso para la planta de osmosis.²⁶ Arabia Saudita se transformó en pionera de este método, tras la construcción de la primera gran planta desaladora que ocupó la ósmosis inversa.

En la actualidad, más de 150 países del mundo utilizan desalinización de aguas, siendo los más importantes en cuanto a capacidad instalada Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Israel, España, Kuwait, Argelia, China, Qatar, Japón y Australia. Es interesante destacar el caso de Arabia Saudí, el cual está liderando la producción de agua purificada en el mundo, calculándose que 4 de cada 5 litros que se consumen en el país provienen de plantas desalinizadoras.

Actualmente, se contabilizan unas 16.500 plantas desalinizadoras operando a nivel mundial, con una capacidad instalada total de unos 68 millones de m³ de agua purificada/día, que satisfacen las necesidades de más de 300 millones de personas. La tecnología es predominantemente la osmosis inversa (supera el 68%), debido a sus menores

²⁶ Saavedra Fenoglio, Aldo. *Una apuesta frente a la escasez ¿Es la desalinización una alternativa?* Columna publicada en la revista Diplomacia N° 129, agosto de 2015, Santiago de Chile. Páginas 47-49.

costos, facilidad de operación y a una mayor capacidad de adaptarse a cambios en el tipo de alimentación líquida.²⁷

La desalinización mediante membranas, por osmosis inversa, es hoy la alternativa más ventajosa desde el punto de vista técnico-económico: simplicidad en la operación, estabilidad en el proceso, menor inversión relativa y menores costos de operación respecto de los procesos térmicos convencionales. Por tanto, puede representar una alternativa adecuada para el norte de nuestro país, permitiendo una abundante disponibilidad de agua purificada para la población y para el sector productivo (industria, minería, agricultura).

3.3. Mecanismos de desalación²⁸

La separación de los sólidos del agua de mar se ha realizado históricamente de varias maneras, cada una de las cuales tiene técnicas y gastos energéticos diferentes.

Para ordenar la exposición de los distintos mecanismos de desalación, a continuación se presentan dos grandes clasificaciones: En primer lugar, los procesos que separan el agua: tales como la destilación, la cristalización (congelación y formación de hidratos) y la filtración (osmosis inversa); Y, en segundo lugar, los procesos que separan las sales del agua, que son menos comunes.

3.3.1. Procesos que separan el agua

- (i) Desalinización térmica: El método se realiza por evaporación y condensación, y contempla fundamentalmente la destilación, que puede ser realizada de múltiples maneras: destilación solar; destilación súbita de simple etapa; destilación súbita multietapa; destilación en tubos sumergidos; destilación multiefecto por tubos

²⁷ Saavedra Fenoglio, Aldo. *Ob. Cit.*

²⁸ Este apartado tiene por guía el texto denominado *La desalación de agua de mar, ¿recurso hídrico alternativo?* Elaborado por Torres Corral, Miguel, Jefe del Área de Calidad de Aguas, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (“CEDEX”) de España, disponible en: [http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-PGA-c11/\\$File/PGA-c11.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-PGA-c11/$File/PGA-c11.pdf) (sitio web consultado con fecha 20 de junio de 2017).

horizontales; destilación multiefecto por tubos verticales; compresión mecánica de vapor; y termocompresión de vapor.

En general, todos estos procesos de destilación se basan en la separación del agua mediante evaporación del agua de mar y la posterior condensación de dicho vapor como agua dulce. Las principales diferencias de estos procesos están dadas por el tipo de energía utilizada, la forma en que dicha energía se aporta al ciclo de la evaporación y los sistemas de recuperación del calor latente del vapor al condensarse (para aumentar eficiencias).

Estas técnicas han evolucionado profundamente, por ejemplo, antiguamente en la destilación abierta no se recuperaba calor, ya que se utilizaban simples alambiques para la condensación. Posteriormente se fue elaborando el proceso hasta llegar a los evaporadores con varias etapas y recirculación de salmuera, que son los utilizados en la actualidad.

Según ciertos expertos, como el español Miguel Torres Corral, los procesos de evaporación en este momento “*se encuentran prácticamente en su techo de desarrollo tecnológico*”, sin que existan proyectos de dispositivos que permitan abaratar ostensiblemente más los costos energéticos, que son su principal deficiencia.

- (ii) Ósmosis inversa o filtración: En este proceso se separa el agua de la sal a través de la presión sobre el líquido, haciéndolo pasar a través de una membrana filtrante o semipermeable, esta presión depende de la cantidad de sólidos y del grado de desalinización que se quiera obtener. En el caso del agua de mar hay que trabajar a presiones del orden de 70 kg/cm^3 , dependiendo de la concentración de la salmuera y de otros factores.

Hoy en día, éste es el proceso más eficiente en cuanto a gasto energético y, consecuentemente, el más utilizado en la industria moderna, pero necesita un ingreso de hasta tres veces la cantidad del agua producida.

Cabe recalcar que el desarrollo experimentado por esta técnica en los últimos quince años ha sido exponencial, tanto en las propiedades de las membranas, la disminución de su precio, el aumento del rechazo de sales, incremento de productividad, etc. Cabe esperar desarrollos importantes en el futuro ya que hay varias líneas abiertas de investigación, por lo que este proceso no ha llegado aún a su techo tecnológico y hay fundadas esperanzas de lograr en él mejoras significativas, que permitirían rebajar los costos de la desalación de agua de mar.

- (iii) Congelación: A través del método de congelación, se pulveriza agua de mar a través de su refrigeración, formándose cristales de hielo, que en teoría son de agua pura. Posteriormente, dichos cristales se separan y se lavan con agua normal, así se obtiene el agua dulce. Como elemento a favor de este método podemos señalar que congelar el agua requiere menos energía que hacerla ebullición, sin embargo, este método es menos eficiente en la separación del agua de las sales. Debido a lo anterior, las dificultades tecnológicas de separación y lavado de los cristales han hecho que este sistema no se aplique industrialmente en la actualidad.

3.3.2. Procesos que separan las sales

- (i) Electrodialisis: Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través de una solución iónica o membrana semipermeable y selectiva al paso de los iones positivos o negativos. De esta manera se crea un campo eléctrico al que se somete el agua salada, los cationes y los aniones emigran hacia sus respectivos electrodos. Si en el camino encuentran estas membranas selectivas, los iones pasarán o quedarán retenidos, dejando zonas intermedias y alternativas entre las membranas donde se concentra el agua (rechazo) y donde se obtiene el agua dulce (producto).

La electrodialisis sólo se emplea hoy para aguas salobres, que tienen una concentración relativamente baja de sales. Su aplicación en aguas más concentradas, como las de mar, está en fase de experimentación.

- (ii) Desionización capacitiva: Este método también se denomina “intercambio iónico” y en esencia es tener un imán para atraer la sal.
- (iii) La ósmosis directa: Corresponde a una forma alternativa de eliminar la sal del agua del mar. En lugar de empujar el agua a través de la membrana, se utiliza una solución concentrada para extraer la sal, después se elimina esa disolución, produciendo el agua pura.²⁹

En resumen, existen diferentes mecanismos que permiten separar el agua de la sal, con distintas eficiencias y costos asociados. Hace medio siglo, los mecanismos de mayor uso eran los de desalinización térmica, por evaporación y condensación. Sin embargo, dichos mecanismos requerían de un alto consumo de combustibles fósiles, por lo que resultaban más contaminantes, costosos y acaso peligrosos, por lo que fueron perdiendo terreno frente a la desalación por osmosis inversa. De este modo, hoy en día el método industrial más utilizado para desalinizar es la osmosis inversa, que tiene múltiples ventajas en cuanto a sus costos y genera menos contaminantes, proceso que por lo demás, tal como se señaló antes, aún no llega a su techo tecnológico.

²⁹ Este sistema ha sido estudiado por el profesor Nick Hankins, ingeniero químico de la Universidad de Oxford, sin que tenga mayores aplicaciones prácticas.

4. NATURALEZA JURÍDICA DE LAS AGUAS DESALADAS

Los desafíos que tiene la actividad de desalación en Chile se enmarcan en dos ámbitos principales:

Por una parte, se encuentra el aspecto “técnico–económico”, referido principalmente a las altas inversiones que requiere la actividad, a causa del alto costo de instalación de la industria y de funcionamiento (consumo eléctrico requerido para desalar y –sobre todo– trasladar el agua). Este desafío se analizará en el Capítulo 6 del presente trabajo, pero es posible adelantar que el costo del consumo eléctrico podría mitigarse con las mejoras en la producción de energía solar, con mejores tecnologías y con la paulatina disminución de los costos de energía eléctrica que ha experimentado Chile en los últimos años.

Por otra parte, existen diversos desafíos jurídicos de la actividad, compuestos principalmente por los permisos administrativos requeridos para desarrollarla, tales como: a) Autorización de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, o “DIRECTEMAR”; b) Autorización para manipulación de explosivos; c) Descarga de Residuos Industriales Líquidos; d) Cruces de cauces ante la DGA; y e) Constitución de servidumbres, entre otros, desafíos que se analizarán en los capítulos 5 y 6 de este trabajo. Dentro de este plano jurídico resulta fundamental considerar aspectos relacionados a la “naturaleza jurídica” y la “apropiabilidad” de las aguas desaladas, cuya actual indeterminación causa cierta incerteza jurídica y genera conflictos, sobre estos aspectos trata el presente Capítulo.

4.1. Titularidad de las aguas del mar

En el plano internacional, nuestro país suscribió la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, que califica a las aguas como un “*patrimonio común de la humanidad*”, lo que permite aprovechar el elemento sin necesidad de título alguno. No obstante, al interior del mar territorial el agua pierde el estatuto de *res communis*, quedando

su calificación dentro de las atribuciones soberanas de los estados ribereños.³⁰ Esta convención no interfiere de manera directa en el uso del agua de mar para la desalinización.³¹

Por su parte, el Código de Aguas y el sistema concesional de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas en él establecido, operan únicamente respecto de las aguas territoriales y no marítimas, de acuerdo a lo previsto en el inciso primero del artículo 1 del CdA, que dispone:

“Las aguas se dividen en marítimas y terrestres. Las disposiciones de este Código sólo se aplican a las aguas terrestres”.

Por lo tanto, un primer paso es determinar qué estatuto legal rige las aguas marítimas (desaladas o no) y, a su vez, cuál es la forma de apropiación que tienen los particulares sobre las mismas, aspectos que no son tratados por la normativa citada, por lo que se hace necesario recurrir a las normas generales.

En primer lugar, se encuentra la Constitución Política de la República (“CPR”), que en su artículo 19 N° 23 establece que son bienes del Estado, aquellos que pertenecen a la nación toda y hayan sido declarados de ese rango por ley.³²

Al respecto, el artículo 589 del CC (“CC”) dispone que:

“Se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda.

³⁰ Texto extraído del Proyecto de Ley contenido en el Boletín N° 10.319-12, que modifica el D.F.L. N° 340, sobre Concesiones Marítimas, para regular la extracción de agua de mar.

³¹ Esta convención obliga a los estados firmantes a establecer “Centros Regionales de investigación científica y marina”, que, entre otras cosas, tienen la función de crear programas de capacitación y enseñanza en planos como las tecnologías de desalación (artículo 277).

³² Artículo 19.- La Constitución asegura a todas las personas: (...) 23°.- La libertad para adquirir el dominio de toda clase de bienes, excepto aquellos que la naturaleza ha hecho comunes a todos los hombres o que deban pertenecer a la Nación toda y la ley lo declare así. Lo anterior es sin perjuicio de lo prescrito en otros preceptos de esta Constitución.

Si además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como el de calles, plazas, puentes y caminos, el mar adyacente y sus playas, se llaman bienes nacionales de uso público o bienes públicos.

Los bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes del Estado o bienes fiscales”. (El destacado es nuestro)

De esta clasificación aparecen “dos tipos de bienes nacionales, empleando para ello como criterio fundamental de afectación o no de dicho bien al uso público o general por parte de los habitantes de la Nación, distinguiéndose por un lado los denominados ‘bienes nacionales de uso público’ o simplemente ‘bienes públicos’, y por el otro los ‘bienes de Estado’ o ‘bienes fiscales’.”³³

Los bienes nacionales de uso público, o bienes públicos son definidos en los primeros dos incisos de la norma arriba transcrita y corresponden a aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda y cuyo uso pertenece a todos los habitantes de la nación. Por su parte, respecto de los bienes nacionales del estado o fiscales, si bien su dominio también pertenece a la nación toda, su uso no pertenece generalmente a los habitantes.

La distinción anterior desarrollada por la doctrina nacional a partir del texto legal, ha llevado a concluir que el Estado tiene dos clases de dominio: uno público y otro privado o personal. La doctrina nacional tradicional, representada fuertemente por don Luis Claro Solar, ha identificado el *dominio público del Estado* con los bienes nacionales de uso público. En oposición a tal categoría, respecto de los otros bienes nacionales denominados fiscales o del Estado a partir de su uso restringido por la población, estaría el denominado *dominio privado o personal del Estado*.³⁴

³³ Zárata Campos, Manuel. *El sistema concesional de los bienes fiscales*. Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias jurídicas y Sociales de la Universidad de Chile. Profesor Guía: Rolando Pantoja Bauzá. Año 2001. Página 53.

³⁴ Claro Solar, Luis. *Explicaciones de Derecho Civil Chileno y Comparado*. Editorial Nacional Gabriela Mistral. Santiago, 1979. Págs. 171 y 172.

Existen diversas clasificaciones y precisiones respecto de los bienes fiscales, pero este trabajo no ahondará en ellas, ya que se concentrará en el primer tipo de bienes nacionales, esto es, los de uso público, pues las aguas marítimas pertenecen a dicha categoría por expresa disposición legal (inciso segundo del artículo 589 del CC, antes transcrito).

El artículo 595 del CC reafirma la calidad de bien nacional de uso público de las aguas marítimas, pues no las distingue de las no marítimas al señalar que:

“Todas las aguas son bienes nacionales de uso público”.

Por su parte, el artículo 593 del CC especifica lo siguiente:

“El mar adyacente, hasta la distancia de doce millas marinas medidas desde las respectivas líneas de base, es mar territorial y de dominio nacional. Pero, para objetos concernientes a la prevención y sanción de las infracciones de sus leyes y reglamentos aduaneros, fiscales, de inmigración o sanitarios, el Estado ejerce jurisdicción sobre un espacio marítimo denominado zona contigua, que se extiende hasta la distancia de veinticuatro millas marinas, medidas de la misma manera.

Las aguas situadas en el interior de las líneas de base del mar territorial, forman parte de las aguas interiores del Estado”. (El destacado es nuestro).

Finalmente, y para cerrar el círculo de disposiciones aplicables al dominio de las aguas de mar, el artículo 596 del CC, dispone que:

*“El mar adyacente que se extiende hasta las doscientas millas marinas contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial, y más allá de este último, se denomina zona económica exclusiva. En ella el Estado ejerce **derechos de soberanía para explorar, explotar, conservar y administrar los recursos naturales vivos y no vivos de las aguas suprayacentes al lecho, del lecho y el subsuelo del mar,** y para*

desarrollar cualesquiera otras actividades con miras a la exploración y explotación económica de esa zona”. (El destacado es nuestro).

De las normas transcritas se desprende que las aguas marítimas del mar adyacente tienen la categoría de bienes nacionales de uso público, en oposición a las aguas de alta mar, que son bienes *que la naturaleza ha hecho comunes a todos los hombres*.³⁵ Por otra parte, sobre las aguas del mar adyacente, en cuanto a bien nacional de uso público, el Estado tiene a su respecto soberanía para su conservación, exploración, explotación y administración. En efecto, el mar adyacente y las playas tienen expresamente consagrada en la ley la referida categoría, por lo que no hay dudas en cuanto a la titularidad y administración del agua de mar dentro de ese sector costero específico, también denominado en el CC como *aguas territoriales del Estado*.

A partir de lo prescrito por el artículo 19 número 23 de la CPR, es posible concluir que los bienes que integran el “dominio público” son inapropiables, es decir, no son susceptibles de dominio privado, condición que conlleva su exclusión del comercio o tráfico económico, de hecho hay autores que han señalado que se trata de bienes inenajenables.³⁶ Esto tiene armonía con lo dispuesto en el artículo 2.498 del CC, que establece la imprescriptibilidad adquisitiva de los bienes que están fuera del comercio y con lo dispuesto en el artículo 1464 numeral 1 del mismo cuerpo legal (objeto ilícito en la enajenación de bienes que están fuera del comercio).

Sin embargo, estas restricciones no son absolutas. En efecto, por medio de leyes se ha regulado la disposición de los bienes nacionales de uso público, cuestión que está expresamente facultada en el numeral 10 del artículo 63 de la CPR, que al respecto establece la siguiente reserva legal:

“Artículo 63.- Sólo son materias de ley:

³⁵ Artículo 585 del CC.

³⁶ Alessandri Rodríguez, Arturo y Somarriva Undurraga, Manuel. *Curso de Derecho Civil. Los bienes y los derechos reales*. Santiago, Editorial Nacimiento. Año 1974. Pág. 92.

10) *Las que fijan las normas sobre enajenación de bienes del Estado o de las municipalidades y sobre su arrendamiento o concesión; (...)*”

La jurisprudencia ha reafirmado que sobre los bienes nacionales de uso público no puede haber posesión o dominio particular,³⁷ pero las autoridades pueden conceder a los particulares el uso y goce para determinados aprovechamientos, concesiones que otorgarían sólo la mera tenencia.³⁸

De acuerdo a lo anterior, el estatuto jurídico aplicable a las aguas marítimas –en primer término– sería D.L. 1939 de 1977, que establece normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado. Sin embargo, este estatuto resulta aplicable exclusivamente a bienes inmuebles y no a las aguas ni territorios costeros.³⁹

Respecto de los terrenos costeros y las aguas marítimas, la norma aplicable es el D.F.L. N° 340 de 1960, sobre concesiones marítimas, que en su artículo 2 establece lo siguiente:

*“Es facultad privativa del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina, **conceder el uso particular en cualquier forma**, de las playas y terrenos de playas fiscales dentro de una faja de 80 metros de ancho medidos desde la línea de más alta marea de la costa del litoral; como asimismo la concesión de rocas, fondos de mar, **porciones de agua dentro y fuera de las bahías**; y también las concesiones en ríos o lagos que sean navegables por*

³⁷ Mediante sentencia de fecha 4 de octubre de 1957, la Corte de Apelaciones de Valparaíso señaló que “los bienes nacionales de uso público están sustraídos del comercio humano y no pueden ser objeto de venta, permuta u otro contrato por parte de la autoridad encargada de su custodia y vigilancia”. Revista de Derecho y Jurisprudencia, tomo 54. Sección segunda. Página 91.

³⁸ En sentencia de fecha 4 de julio de 1983, la Exma. Corte Suprema señaló que “*Los bienes de dominio público no pueden ser gravados con derechos reales que importen un desmembramiento del dominio*”. Extracto contenido en Repertorio de Legislación y Jurisprudencia. Editorial Jurídica. Santiago de Chile. 1996, tomo II. Página 48. Ello ocurre salvo cuando la ley expresamente lo establezca, como ocurre con el artículo 26 del Código de Aguas, que establece: “*El derecho de aprovechamiento comprenderá la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para hacerlo efectivo*”.

³⁹ En efecto, la única disposición relacionable que aparece en el referido cuerpo normativo es el Artículo 27, que establece lo siguiente: “*Los terrenos que dejaren de estar permanentemente y en forma definitiva cubiertos por las aguas del mar, de un río o lago, como consecuencia de obras ejecutadas con fondos del Estado, se incorporarán a su dominio*”, omitiendo cualquier referencia a la disposición de las aguas propiamente tales.

buques de más de 100 toneladas, o en los que no siéndolo, siempre que se trate de bienes fiscales, en la extensión en que estén afectados por las mareas, de las playas de unos y otros y de los terrenos fiscales riberanos hasta una distancia de 80 metros medidos desde donde comienza la ribera”. (El destacado es nuestro).

Por su parte, el artículo 3 del mismo cuerpo legal señala que:

*“Son concesiones marítimas, las que se otorgan **sobre bienes nacionales de uso público** o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina, cualquiera que sea el uso a que se destine la concesión y el lugar en que se encuentren ubicados los bienes.*

(...) Son permisos o autorizaciones aquellas concesiones marítimas de escasa importancia y de carácter transitorio y que sólo son otorgadas hasta por el plazo de un año.

Las autorizaciones o permisos serán otorgados directamente por la Dirección del Litoral y de Marina Mercante. Las demás concesiones se otorgarán por decreto supremo del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina”. (El destacado es nuestro).

En este punto, el Reglamento sobre concesiones marítimas (D.S. N° 2/05, modificado por D.S. N° 213/06, que sustituye el reglamento fijado por D.S. N° 660/88), prácticamente repite el tenor legal al establecer en su artículo 5, inciso primero, lo siguiente:

“El Ministerio podrá otorgar el uso particular de los bienes nacionales de uso público o bienes fiscales, cuyo control, fiscalización y supervigilancia le corresponde, mediante decreto supremo de concesión marítima. Aquellas concesiones marítimas de escasa importancia y de carácter transitorio y cuyo plazo no exceda de un año, se denominarán permisos o autorizaciones y serán

otorgadas directamente por resolución del Director". (El destacado es nuestro).

Por tanto, en la actualidad las autorizaciones de uso de borde costero –y de los recursos ahí ubicados– son otorgadas por la DIRECTEMAR. Sin embargo, se hace presente que esta autorización contenida en el artículo 3 del D.L. 1939 de 1977, parece insuficiente y objeto de ciertas críticas:

- (i) En primer lugar, **esta concesión hace referencia directamente al borde costero, y sólo tangencialmente al agua marítima propiamente tal**, donde lo que se autoriza es el uso de “porciones de agua”, nomenclatura más cercana a la acuicultura que a la extracción y apropiación de agua de mar para desalación.
- (ii) En segundo lugar, **la concesión permite el “uso particular” de las porciones de agua, no su goce o “disposición”, lo que implicaría un título insuficiente como para enajenar el agua de mar y sus subproductos**. Consideramos que resulta algo forzada una interpretación que permita entender la existencia de un derecho de uso “consuntivo” del agua de mar.

A este respecto se ha sostenido que *“La Concesión que se entrega es para la “utilización” de los bienes, por lo que ella ampara sólo la instalación de la infraestructura, y no la extracción de los mismos. Efectivamente, el Reglamento de Concesiones Marítimas, al definir qué debe entenderse por porción de agua, dispone, en su artículo 1º N° 31, que es el ‘Espacio de mar, río o lago, destinado a mantener cualquier elemento flotante estable’, sin hacer referencia alguna a la extracción del mismo.”*

A estos efectos, el Reglamento Sobre Concesiones Marítimas establece en su artículo 4 lo siguiente:

“Dentro de las atribuciones a que se refieren los artículos anteriores, corresponderá especialmente a la Dirección el autorizar la extracción de materiales varios que se encuentren en las áreas sujetas a su fiscalización y

*control, como asimismo, autorizar en esos lugares la instalación temporal de carpas u otras construcciones desarmables, de avisos de propaganda, de boyas y atracaderos para embarcaciones menores, de colectores de semillas, de balsas para bañistas y boyarines destinados a delimitar áreas de recreación.*⁴⁰

(El destacado es nuestro).

Puede advertirse entonces que la ley sobre concesiones marítimas no regula correctamente la enajenación del agua de mar por parte del Estado, pues no contempla de forma precisa o textual su consumo industrial, pues el término “uso” claramente no es un concepto equivalente a “consumo, aprovechamiento o disposición”. Por su parte, el Reglamento de dicha ley extiende de manera bastante cuestionable (por delegación y jerarquía normativa) la facultad de disponer del consumo del agua marina.

Estas disposiciones especiales pueden pugnar con las normas que rigen la disposición, por parte del Estado, de los bienes nacionales de uso público. Para solucionar estos inconvenientes se sugiere agregar un inciso en los artículos 2 y 3 del D.F.L. N° 340 de 1960, dedicado específicamente al consumo de agua de mar que facilite o contemple expresamente la concesionabilidad de su consumo.

4.2. Régimen jurídico aplicable a la apropiabilidad del agua de mar

La presunción de cierta “infinitud” del agua de mar la convierte en un recurso no escaso y por lo tanto prácticamente carente de valor económico, pero eso no quiere decir que su apropiación por parte de privados esté exenta de autorizaciones administrativas. Por otra parte, los efectos adversos que succión de agua o la descarga de salmueras puede producir en el medio marino, sin duda sí justifican la minuciosa reglamentación que requiere para que la administración del Estado autorice dichas abducciones o descargas dentro del

⁴⁰ Proyecto de Ley contenido en el Boletín N° 10.319-12, que modifica el D.F.L. N° 340, sobre Concesiones Marítimas, para regular la extracción de agua de mar.

régimen de una concesión administrativa.⁴¹ En la práctica, el permiso de DITECTEMAR contiene dos autorizaciones, uso de borde costero y de agua marina (con las aprehensiones legales expuestas). No podría ser de otro modo, por aplicación del principio de economía procesal en derecho administrativo.⁴²

De acuerdo al panorama expuesto, parece cuestionable que el D.F.L. N° 340 de 1960 sea la única regulación aplicable a la apropiación –por parte de particulares– de un bien nacional de uso público, que en principio no es susceptible de apropiación privada, como lo es el agua de mar. Sin duda las normas transcritas resultan ambiguas y del todo insuficientes como para sustentar fehacientemente la facultad de disposición o acaso la titularidad del recurso hídrico marino, materia prima y elemento *sine qua non* del proceso de desalación.

Por estos motivos, se requiere buscar una solución jurídica más precisa que esclarezca los detalles de la titularidad y naturaleza jurídica de las aguas de mar y de las aguas desaladas, a fin de resguardar o garantizar un efectivo dominio del agua desalada por parte de los titulares de plantas desaladoras. Consideramos que tal régimen debiese regular el uso, goce y disposición de las aguas desaladas, tal como el Código de Aguas regula los derechos de aprovechamiento sobre las aguas territoriales.

Dados estos conflictos insolutos, también existen ciertas “soluciones jurídicas” para zanjar la titularidad del agua de mar, configuradas en base a la interpretación de normas de derecho común, que buscan establecer específicamente el régimen de apropiación del agua marina, objeto de la desalación.

⁴¹ *Desalinización de Agua de Mar y Minería*. Documento elaborado por el Equipo de Recursos Naturales del estudio Bofill Mir & Álvarez Jana Abogados, integrado por los abogados Pablo Mir, Rony Zimerman, Claudia Quinzio, Carolina Salinas, Felipe Allende y Joaquín Pérez.

⁴² Según lo establece el artículo 9 de la Ley 19.880, que señala: “Artículo 9°. Principio de economía procedimental. La Administración debe responder a la máxima economía de medios con eficacia, evitando trámites dilatorios. Se decidirán en un solo acto todos los trámites que, por su naturaleza, admitan un impulso simultáneo, siempre que no sea obligatorio su cumplimiento sucesivo”.

4.2.1. Apropriación del agua desalada por medio de un tipo de accesión conocido como “especificación o mezcla”

Si consideramos que el agua de mar es un recurso infinito y carente de valor económico, debemos concluir que se trata de un elemento natural totalmente distinto del agua desalada, que es un producto industrial de alto valor económico, en función de su escasez y de su costo de producción.

En tal entendido, la apropiación del agua dulce generada por la desalación puede entenderse realizada mediante la “Especificación”, que corresponde a un modo de adquirir el dominio derivado de la “Accesión”, según lo establece el artículo 662 del CC, que al respecto dispone:

“Otra especie de accesión es la especificación, que se verifica cuando de la materia perteneciente a una persona, (el agua de mar es bien nacional de uso público) hace otra persona una obra o artefacto cualquiera, como si de uvas ajenas se hace vino, o de plata ajena una copa, o de madera ajena una nave.

No habiendo conocimiento del hecho por una parte, ni mala fe por otra, el dueño de la materia tendrá derecho a reclamar la nueva especie, pagando la hechura.

*A menos que en la obra o artefacto el precio de la nueva especie valga mucho más que el de la materia, como cuando se pinta en lienzo ajeno, o de mármol ajeno se hace una estatua; pues en este caso la nueva especie pertenecerá al especificante, y **el dueño de la materia tendrá solamente derecho a la indemnización de perjuicios.***

Si la materia del artefacto es, en parte, ajena, y, en parte, propia del que la hizo o mandó hacer, y las dos partes no pueden separarse sin inconveniente, la especie pertenecerá en común a los dos propietarios; al uno a prorrata del valor de su materia, y al otro a prorrata del valor de la suya y de la hechura”.
(El destacado es nuestro).

En estos casos, quien realiza el proceso industrial donde se transforma una materia prima, se hace dueño de la especie que crea como producto, sobre todo si el resultado es más valioso que la materia prima utilizada, tal como ocurre con quien hace una estatua con mármol ajeno o con el agua potable a partir de agua de mar. Por tanto, si el operador de una planta desaladora extrae agua de mar (que es un bien nacional de uso público y cuyo dominio pertenece a la nación toda, pero que carece de valor comercial), y la transforma en otro producto diferente, como lo es el agua desalada, que sí tiene un valor económico, se hace dueño del agua potable que crea, pudiendo el Estado (en tanto dueño de la materia prima) reclamar indemnización de perjuicios. En este escenario, el desalador podría disponer libremente del agua desalada, como dueño que la adquirió mediante especificación, debiendo eventualmente pagar el valor de la materia prima al Estado.

Consideramos que ésta es la opción que mejor sentido hace para determinar la vía de apropiación de las aguas desaladas, por cuanto el agua utilizada es un bien nacional de uso público, por lo que tiene dueño previo a la desalinización (la nación toda). A esta misma solución jurídica han arribado otros autores.⁴³

4.2.2. Apropiación del agua desalada por medio de la ocupación

Una segunda vía de apropiación de las aguas desaladas podría ser la “ocupación”, aunque esta interpretación resulta más forzosa, ya que, como modo de adquirir, la ocupación requiere que el bien “*no pertenezca a nadie*”, conforme lo dispone el artículo 606 de CC.⁴⁴ Este requisito puede tornar inoficioso el análisis si consideramos que, en su calidad de bienes nacionales de uso público, las aguas del mar territorial “*pertenecen a la nación toda*”.

⁴³ Pedro Harris Moya. Asesor Técnico Parlamentario. *La Desalación del Agua: Regímenes Comparados*. Biblioteca del Congreso Nacional. Página 6.

⁴⁴ “*Por la ocupación se adquiere el dominio de las cosas que no pertenecen a nadie, y cuya adquisición no es prohibida por las leyes chilenas, o por el Derecho Internacional*”.

Específicamente, el tipo de ocupación que podría tener lugar en la apropiación del agua de mar sería la invención o hallazgo, que se encuentra definida en el artículo 624 del CC, que al efecto dispone:

“La invención o hallazgo es una especie de ocupación por la cual el que encuentra una cosa inanimada que no pertenece a nadie, adquiere su dominio, apoderándose de ella.

*De este modo se adquiere el dominio de las **pedras, conchas y otras substancias que arroja el mar** y que no presentan señales de dominio anterior”.* (El destacado es nuestro).

Si bien las playas, en cuanto a terrenos, también son bienes nacionales, la norma distingue ciertos elementos presentes en las playas que sí son susceptibles de apropiación privada (pedras y conchas). Por su parte, sobre la arena de las playas también es posible constituir concesiones. Por lo tanto, es discutible considerar que las aguas marítimas “no dan señales de dominio anterior”, ya que hay un dominio público inherente por declaración legal, aunque con ciertos matices (sobre todo en la no exclusividad del uso y goce).

Por lo tanto, resulta algo discutible considerar el agua de mar como “*bienes que no pertenecen a nadie*”, constituyendo un área gris, ya que las aguas de mar, consideradas como bienes muebles (metros cúbicos, por ejemplo), difícilmente pueden reputarse susceptibles de ocupación por el primer interesado. Algo menos difuso ocurre con las aguas desaladas, que claramente debieran pertenecer a quien las produce y ha invertido en ellas (el titular de la planta de desalinización).

4.2.3. La apropiación privada del agua de mar

Según hemos visto, tanto la “Ocupación” como la “Especificación” o “Mezcla”, son modos de adquirir reconocidos por nuestro ordenamiento jurídico que permitirían extraer el agua de mar del estatuto público y someter las aguas desaladas al estatuto de la propiedad privada, dado fundamentalmente por el CC. Estos razonamientos jurídicos justifican la

apropiabilidad del agua desalada, permitiendo el uso, goce y libre disposición de la misma por parte de quienes practican la desalinización.

Sin embargo, consideramos que el mecanismo que mejor explica la apropiabilidad del agua de mar es la especificación o mezcla.

Cabe recalcar que las concesiones que realiza la DIRECTEMAR no asignan el agua de mar a los desaladores bajo ninguna de estas dos alternativas, sino que la incluyen dentro de las materias concesionables, de manera bastante débil desde un punto de vista jurídico. Por eso, las explicaciones jurídicas expuestas pretenden precisamente explicar cómo tiene lugar el apoderamiento del agua de mar.

4.3. Naturaleza jurídica de las aguas desaladas

Despejadas las dudas anteriores, y sobre la base de que nuestro ordenamiento jurídico indirectamente reconoce al desalador la propiedad sobre las aguas desaladas, corresponde revisar si dichas aguas desaladas pertenecen a la categoría de bienes muebles o inmuebles.

A este respecto, cabe hacer presente que nuestro Código de Aguas se encarga únicamente de regular el régimen jurídico aplicable a las aguas terrestres,⁴⁵ dentro de las cuales se encuentran las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pero no se ha hecho cargo de la regulación relativa a las aguas marítimas (ni de las aguas en estado sólido, por ejemplo).

Es más, las aguas desaladas no provienen de una “fuente natural”, sino de una artificial, por lo que no procede constituir DAA a su respecto. En efecto, sobre este punto incluso se ha señalado que:

“Según la legislación vigente, los derechos de aprovechamiento de aguas que se constituyen por acto de autoridad (Art. 20 del CdA) sólo pueden constituirse ‘sobre aguas existentes en fuentes naturales y en obras estatales de desarrollo

⁴⁵ El artículo 4 del CdA establece que: “Atendida su naturaleza, las aguas son muebles, pero destinadas al uso, cultivo o beneficio de un inmueble se reputan inmuebles”.

*del recurso, no pudiendo perjudicar ni menoscabar derechos de terceros’ (Art. 22 del CdA), y siempre y cuando, además ‘exista disponibilidad del recurso’ (Art. 141 inc. 4º del CdA). En caso contrario, la DGA según mandato legal, ‘denegará la solicitud’ (art. 141 inciso 4º in fine CdA)’.*⁴⁶ (El destacado es nuestro).

Por tanto, se considera que la autoridad no tiene facultades legales para constituir DAA respecto de aguas desaladas.

Se podría sostener que una vez que las aguas han sido desaladas e ingresan al territorio nacional, pasarían a ser territoriales, modificándose su origen. No compartimos esa visión, porque se entendería que dichas aguas pueden ser objeto de DAA, lo cual lleva a sinsentidos, como por ejemplo que alguien distinto del desalador pida su titularidad y las inscriba a su nombre. Sin embargo, resulta interesante analizar el caso de las aguas desaladas que, tras haber sido utilizadas en un sistema sanitario, pasan a formar parte de las aguas servidas y sean objeto de plantas de tratamiento. En este caso, consideramos que –por analogía– el tratamiento jurídico de tales aguas sería el aplicable a los “derrames”,⁴⁷ que son los sobrantes de derechos de aguas aprovechados por otros particulares.

Como se ha visto, no es posible recurrir a las normas del Código de Aguas para determinar si el agua desalada es mueble o inmueble,⁴⁸ ya que dicho cuerpo legal no resulta aplicable por norma expresa. Por tanto, debemos mirar las disposiciones comunes que regulan la naturaleza mueble o inmueble de los bienes, donde encontramos el artículo 567 del CC, que dispone:

⁴⁶ Vergara Blanco, Alejandro. *Derecho de Aguas. Tomo II*. Página 463-464.

⁴⁷ Los derrames se encuentran regulados en los artículos 43 y 44 del CdA, que establecen: “Art. 43. Constituyen derrames las aguas que quedan abandonadas después de su uso, a la salida del predio. Se presume el abandono de estas aguas desde que el dueño del derecho de aprovechamiento hace dejación de ellas, en los linderos de la propiedad, sin volver a aprovecharlas. Art. 44. Los derrames que escurren en forma natural a predios vecinos podrán ser usados dentro de éstos, sin necesidad de obtener un derecho de aprovechamiento”.

⁴⁸ Como vimos, el CdA es aplicable a las aguas terrestres, estableciendo múltiples normas que permiten determinar caso a caso la naturaleza mueble o inmueble de dicho recurso (artículos 4, 117 y 124 del Código de Aguas).

“Muebles son las que pueden transportarse de un lugar a otro, sea moviéndose ellas a sí mismas, como los animales (que por eso se llaman semovientes), sea que sólo se muevan por una fuerza externa, como las cosas inanimadas.

Exceptúanse las que siendo muebles por naturaleza se reputan inmuebles por su destino, según el artículo 570”.

Debido a que pueden transportarse de un lugar a otro por medio de una fuerza externa, las aguas de mar aparecen como bienes muebles inanimados. Sin perjuicio de lo anterior, en caso que –una vez desaladas– pasen a ser utilizadas en el uso, cultivo o beneficio de un inmueble, pasarán a tener la calidad jurídica de inmueble, por aplicación de la norma transcrita, rigiéndose por las reglas aplicables a los bienes raíces, entre ellas las relativas a la propiedad inscrita. Esto es de suma importancia práctica, ya que detentar la calidad de bien inmueble tiene diferentes efectos prácticos, dado que la regulación jurídica de los bienes muebles e inmuebles difiere en una serie de casos, entre los cuales hacemos presente los siguientes:

- (i) La venta de bienes raíces debe efectuarse por escritura pública; la de los muebles es consensual.⁴⁹
- (ii) La tradición de los inmuebles se efectúa por la inscripción en el registro del Conservador de Bienes Raíces;⁵⁰ la de los muebles, por la simple entrega material o por formas simbólicas.⁵¹
- (iii) Para la prescripción adquisitiva ordinaria de los inmuebles se requiere un plazo de 5 años; para la de los muebles, 2 años.⁵²

⁴⁹ Artículo 1801 del CC.

⁵⁰ Artículo 686 del CC.

⁵¹ Artículo 684 del CC.

⁵² Artículo 2508 del CC.

- (iv) En materia de sucesión, los herederos no pueden disponer de los inmuebles mientras no se les haya otorgado la posesión efectiva y se hayan practicado las inscripciones del Art. 688 CC, exigencias que no se aplican a los muebles.
- (v) La venta de los bienes raíces del pupilo debe hacerse en pública subasta y previo decreto judicial, lo que no rige para los muebles.⁵³
- (vi) La acción rescisoria por lesión enorme sólo procede en la venta o permuta de bienes raíces (Art. 1891 CC).
- (vii) En la sociedad conyugal, los bienes raíces que se aporten o se adquieran durante el matrimonio a título gratuito permanecen en el haber de cada cónyuge; los muebles entran a la sociedad conyugal, aunque se adquieran a título oneroso.
- (viii) En cuanto a las cauciones, la prenda recae sobre los muebles; la hipoteca sobre los inmuebles.⁵⁴
- (ix) En materia penal, los delitos de hurto y robo sólo se refieren a los muebles; mientras que en el caso de los inmuebles se denomina usurpación.
- (x) Del mismo modo, en materia comercial, los actos de comercio sólo versan sobre bienes muebles.⁵⁵
- (xi) Finalmente, en materia procesal, la competencia de los tribunales en la acción inmueble está dada por el lugar en que el inmueble esté ubicado; en la acción mueble, la regla general es el lugar donde deba cumplirse la obligación.

Sin duda, todas estas diferencias revisten gran utilidad práctica, por lo que determinar si las aguas desaladas son muebles o inmuebles puede influir decisivamente en aspectos prácticos de su uso, goce o disposición. La jurisprudencia no se ha pronunciado respecto de la

⁵³ Artículos 393 y 394 del CC.

⁵⁴ Artículos 2384 y 2407 del CC.

⁵⁵ Artículo 3 del Código de Comercio.

calidad mueble o inmueble de las aguas desaladas, pero sí lo ha hecho respecto de las aguas existentes en parques nacionales, señalando que las aguas pasan a tener la misma calidad. En efecto, al respecto se ha señalado que:

“las aguas revisten siempre un carácter accesorio al predio al que se sirven (por ejemplo, arts. 1830 del CC y 88 del CdA), por lo que si éste es un parque nacional ellas quedan afectas al mismo régimen de exclusión o publicación previsto para ellos (arts. 19 N° 23 de la CPR y 589 del CC). Aunque de manera implícita, es el criterio que sienta la sentencia de la Corte de Apelaciones de Puerto Montt en su considerando 5°: en virtud de esa calidad (la de parque nacional) todo ese sistema está protegido por la normativa contenida en el Decreto ley N° 1939 de 1977 y está sujeto a las limitaciones impuestas por la Ley de Bosques”^{56, 57}

Por tanto, este análisis considera que las aguas desaladas son muebles por naturaleza, pero pueden convertirse en inmuebles por destinación, conforme lo establecen las disposiciones de derecho común. En principio, las aguas desaladas serían bienes muebles por los siguientes argumentos:

- (i) Las aguas desaladas no están sujetas al sistema de propiedad registral propio de los inmuebles y de las aguas terrestres, que sí están afectas a dicho sistema. Esto contrasta con la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas, donde el acto constitutivo (resolución DGA, sentencia judicial, resolución SAG, entre otras), debe ser objeto de reducción a escritura pública e inscripción conservatoria, trámites que corresponden formalidades por vía de eficacia y sin los cuales no se adquiere la posesión ni se produce la tradición (según lo establecen los artículos 20 inciso primero y 117 del CdA, respectivamente).

⁵⁶ Alcalde Silva, Jaime. *De los bienes y de su dominio, posesión, uso y goce*. Publicado en Revista Chilena de Derecho Privado N° 22. Páginas 305-306 (Julio 2014).

⁵⁷ La inclusión de las aguas en el ecosistema protegido por la declaración de parque nacional es explícita, en cambio, en los considerandos 7°, 12°, 18° y 19° de la SCS 28 de noviembre de 2013, rol N° 5680-2012 (citado por Alcalde Silva, Jaime, *Ob Cit*).

- (ii) Dado el alto costo de la desalinización, resulta muy difícil que las aguas desaladas sean utilizadas en una actividad diferente del consumo humano, finalidad ligada a la naturaleza mueble.

En consecuencia, cabe concluir que las aguas desaladas normalmente tendrán la naturaleza de bienes muebles, por lo que no son objeto del régimen registral que aplica a la propiedad inscrita y –una vez adquiridas– pueden ser transferidas sin mayores solemnidades, entre otros efectos.

5. PERMISOS ASOCIADOS A LA DESALACIÓN

La actividad de desalar industrialmente es objeto de una larga serie de permisos administrativos establecidos en nuestra legislación. En este apartado revisaremos brevemente las normas donde se contemplan estos permisos.

5.1. Necesidad de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Los permisos asociados a la desalinización normalmente se recogen en el Estudio de Impacto Ambiental de cada proyecto, debido a que en el artículo 3, letra o), literales o.3 y o.6 del Reglamento del Reglamento del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, se establecen 2 vías de ingreso al SEIA por parte de las plantas desaladoras.

“Artículo 3.- Tipos de proyectos o actividades. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes: (...)

o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos. Se entenderá por proyectos de saneamiento ambiental al conjunto de obras, servicios, técnicas, dispositivos o piezas que correspondan a: (...)

o.3. Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes. (...)

o.6. Emisarios submarinos”.

Como vimos en el Capítulo 3 de este trabajo, el proceso de desalación más utilizado es la osmosis inversa, que utiliza grandes volúmenes de agua de mar, logrando potabilizar aproximadamente un 45% de la materia prima. El agua que sobra de dicho proceso se denomina salmuera y detenta una alta concentración de sales (cercana al 7,5%). Aún no se encuentra utilidad para esta salmuera, pues es un producto muy corrosivo y el proceso de separar completamente la sal del agua es exponencialmente más costoso que el valor comercial de la sal y agua separadas. Por estos motivos, comúnmente la salmuera es devuelta al mar, que es el proceso que ha sido considerado como más inocuo⁵⁸ y económico en todo el mundo.⁵⁹

Por tanto, la necesidad de devolver la salmuera al mar es lo que termina gatillando que, en la práctica, todas las desaladoras de mediana escala deban ingresar al SEIA, ya que contemplan la existencia de los emisarios submarinos a que alude el literal 0.6 antes transcrito.

A continuación, revisaremos el listado de permisos específicos que requieren las industrias desaladoras, dividiendo las exigencias aplicables según el componente ambiental que se trate.⁶⁰

⁵⁸ Los efectos ambientales del vertido de salmueras en el medio marino son muy variables según el lugar, y dependen fundamentalmente de 3 factores: (i) La salinidad y las corrientes que puedan favorecer su dispersión; (ii) La temperatura de la salmuera y su diferencia con el medio donde se vierte (la temperatura varía según el método y una mayor temperatura favorece la dispersión de salmueras); y (iii) La existencia de productos químicos como biocidas, anti-incrustantes (en inglés, anti-scalants), antiespumantes y detergentes para limpieza de membranas (elementos de muy baja concentración en la tecnología de osmosis inversa). Para más antecedentes a este respecto, recomendamos revisar los siguientes textos: (i) El impacto de las plantas desalinizadoras sobre el medio marino: la salmuera en las comunidades bentónicas mediterráneas”, de Esperanza Gacía y Enric Ballesteros, año 2001, disponible en sitio web: http://www3.uah.es/tiscar/Complem_EIA/impacto-desaladoras.pdf (ii) “Impacto Ambiental de Desalinización de Agua de Mar”, año 2017, de Asesoría Técnica Parlamentaria, disponible en sitio web: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=42372>, ambos consultados con fecha 4 de abril de 2019.

⁵⁹ Prueba de ello es que es el mecanismo más utilizado como fuente alternativa de suministro de agua dulce en el planeta, solo en España existen más de mil plantas desalinizadoras.

⁶⁰ En este apartado nos hemos basado en los estudios de impacto ambiental elaborados por proyectos de plantas desalinizadoras tramitados en el SEIA, especialmente aquel realizado por Arcadis para Minera Spence S.A.

5.2. Permisos asociados al componente agua

El desalador debe obtener las siguientes autorizaciones respecto del elemento agua:

5.2.1. Agua potable

- (i) Norma de calidad del agua potable (Decreto Exento MINSAL N° 446/06, declara normas oficiales de la República de Chile, en relación con la NCh 409/1 Of 2005 y sus modificaciones).

Estas normas establecen la calidad del agua de queden consumir los trabajadores en la construcción y operación del proyecto. Del mismo modo, si la desalinización tiene por objeto potabilizar el agua de mar para venderla como agua potable, el vendedor de dicho producto (muchas veces una empresa sanitaria), deberá cumplir con esta norma antes de comercializarlo.

- (ii) Código Sanitario (D.F.L. N° 725/67) y Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano (D.S. N° 735/69 del Ministerio de Salud) y Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (D.S. N° 594/99).

Durante la fase de construcción de una planta desaladora, en la instalación de faena y el respectivo campamento, el agua potable normalmente es abastecida mediante camiones aljibes autorizados y mantenida en estanques para su cloración. La provisión de agua potable para los frentes de trabajo comúnmente se realiza mediante bidones plásticos provistos por empresas que cuenten con la autorización sanitaria correspondiente. Durante la fase de operación, el agua potable puede ser obtenida del agua desalinizada que produce la planta desalinizadora, la cual debe ser potabilizada para su consumo. Conforme a las normas citadas, la calidad de potable del agua requiere siempre autorización del SEREMI de Salud respectivo.

5.2.2. Aguas servidas

- (i) Ley general de servicios sanitarios (D.F.L. N° 382/89) y Ley que regula los servicios sanitarios rurales (Ley N° 20.998 de 2017), ambas en relación con el Código Sanitario.

Estas normas regulan la obligación de recolectar las aguas servidas durante la fase de construcción, en función de lo cual es necesario desarrollar un sistema que sea aprobado por la autoridad sanitaria. Para ello debe distinguirse de si el proyecto se emplaza en una zona rural o urbana y si se encuentra dentro del área de concesión (urbana) u operación (rural) de una “Concesionaria Sanitaria” o un “Comité de servicio sanitario rural”, respectivamente. También existe una autorización de proyecto de sistema particular de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, que corresponde a un PAS y se regula en el artículo 138 del Reglamento del SEIA.

Es común que las plantas desalinizadoras cuenten con una planta de tratamiento de aguas servidas modular, de tipo lodos activados. El objeto de estas plantas es que los efluentes cumplan con los parámetros biológicos establecidos en la norma para riego (NCh N° 1.333) y –tras el tratamiento– las aguas normalmente son utilizadas para humectación de caminos.

- (ii) Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (D.S. MINSAL N° 594/99).

Para dar cumplimiento a este D.S. es necesario que, previo al funcionamiento de la planta de tratamiento o de la conexión sanitaria, la planta desalinizadora cuente con un protocolo de mantenimiento y limpieza que impida emanación de olores (ya sea de los baños químicos, la fosa séptica o la solución provisoria que se implemente). Para ello se requiere que las empresas responsables de estas instalaciones cuenten con certificación sanitaria y que finalmente el sistema implementado cuente con autorización sanitaria de funcionamiento.

- (iii) Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas (D.S. MINSEGPRES N° 4/09).

Los lodos que provengan de las respectivas plantas de tratamiento de aguas servidas deben ser recuperados y trasladados en camión, para ser dispuestos en un lugar autorizado de la zona. Este reglamento establece que el transporte debe ser realizado por transportistas autorizados, en vehículos que cumplan con determinadas características.

La forma de verificar el cumplimiento de estas obligaciones es exigir las autorizaciones sanitarias a los transportistas y al administrador del sitio de disposición final. A su vez, debe ingresarse un comprobante de declaración de generación de lodos a través del sistema de ventanilla única del RETC.

- (iv) Reglamento general de alcantarillados particulares, fosas sépticas, cámaras filtrantes, cámaras de contacto, cámaras absorbentes y letrinas domiciliarias (D.S. N° 236/26).

El diseño de las fosas sépticas debe cumplir con los estándares técnicos establecidos en este Reglamento. La fosa séptica será vaciada en forma regular por la empresa de servicios sanitarios de la zona. Esto también forma parte del PAS establecido en el artículo N° 138 del Reglamento del SEIA.

5.2.3. Aguas marítimas

- (i) Ley de navegación (D.L. N° 2.222/78), Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática (D.S. Ministerio de Defensa N° 1/1992) y D.S. N° 476/77 (Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias).⁶¹

⁶¹ En relación con otras normas, como el D.S. N° 295/86 (Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Proveniente de Fuentes Terrestres) y el D.S. N° 296/86 (Convenio para la

El efluente proveniente de la planta desalinizadora debe dar cumplimiento a los límites máximos establecidos en el D.S. (MINSEGPRES) N° 90/00.⁶² En la Tabla N° 5 contenida en dicha norma se definen los límites máximos de concentración para descargas de residuos líquidos a cuerpos de aguas marinas fuera de la Zona de Protección Litoral. Esta autorización corresponde al PAS N° 115 (artículo 115 del Reglamento del SEIA contenido en el Decreto MMA N° 40 de 2012), que se remite al artículo 140 del Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática.

- (ii) Ley sobre concesiones marítimas (D.F.L. N° 340/60) y Reglamento sobre concesiones marítimas (D.S. Ministerio de Defensa N° 2/06, modificado por D.S. N° 213/06).

El Titular de la planta desalinizadora debe solicitar al Ministerio de Defensa Nacional, a través de la Subsecretaría de Marina, las correspondientes concesiones marítimas para la construcción y operación de las obras asociadas a la planta desalinizadora. En la práctica esta autorización es otorgada a través de un decreto por la DIRECTEMAR.

- (iii) Ley General de Pesca y Acuicultura (D.S. Ministerio de Economía N° 430/91 y sus modificaciones).

La actividad de desalinización no contempla de manera directa la captura o extracción de recursos hidrobiológicos. Sin embargo, para poder crear la línea de base y sus eventuales alteraciones a consecuencia del desarrollo de la desalación, resulta necesario investigar y hacer seguimiento a las poblaciones de especies

Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del Pacífico Sudeste). Ambas disposiciones hacen que sea necesario realizar monitoreo de las descargas.

⁶² Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

hidrobiológicas en el área de influencia del proyecto, durante sus fases de construcción y de operación. Para este efecto, corresponde obtener el PAS N° 119 del Reglamento del SEIA, realizando a su vez informes de monitoreo.

- (iv) Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D.S. MINSEGPRES N° 90/00).

El efluente a descargar originado en el proceso de desalinización, consistente en la salmuera, debe dar cumplimiento a los límites máximos establecidos en el D.S. N° 90/00, Tabla N° 5, que define los límites máximos de concentración para descargas de residuos líquidos a cuerpos de aguas marinas fuera de la Zona de Protección Litoral, para lo cual se exige la realización de monitoreos de descarga.

5.3. Permisos asociados al componente aire

A continuación, expondremos las diferentes autorizaciones que debe obtener el desalador respecto del elemento aire:

- (i) Normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza (D.S. MINSAL 144/1961).

El proyecto debe considerar medidas de control para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza, durante sus diferentes fases, principalmente durante la fase de construcción y operación. Estas normas pueden ser cumplidas con ciertas medidas básicas, como: (i) La revisión técnica y gases de vehículos de la planta desaladora; (ii) El registro y control de emisiones de equipos; (iii) El registro de actividades de humectación de caminos y frentes de trabajo; y (iv) Mantención de los certificados de revisión técnica de vehículos de la planta desaladora al día.

- (ii) Normas para el transporte de cargas en zonas urbanas (D.S. MTT N° 75 de 1987).

El proyecto de planta desaladora debe velar porque el transporte de ciertas sustancias por zonas urbanas, se efectúe con la sección de carga del vehículo cubierta con lona, con el fin de impedir la dispersión de polvo y el escurrimiento de materiales. Normalmente, esta exigencia se fiscaliza mediante inspecciones del personal de la planta.

- (iii) Obligación de declarar emisiones (Decreto Supremo MINSAL N° 138/05) y registro de emisiones y transferencia de contaminantes (Decreto Supremo MMA N° 1/13).

El titular del proyecto de desalación debe entregar anualmente a la SEREMI de Salud los antecedentes requeridos de las emisiones provenientes de los equipos electrógenos, utilizando para esto el sistema electrónico de Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas dispuesto por la autoridad sanitaria. En la declaración se deben señalar las estimaciones o mediciones de los contaminantes del periodo anual anterior y se realiza a través de una declaración jurada ingresada en el Sistema de Ventanilla Única del Reglamento del RETC.

- (iv) Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica (D.S. Ministerio de Economía N° 43/12).

Esta norma fue elaborada a partir de la revisión del Decreto N° 686, de 1998. En el caso de requerirse instalaciones lumínicas, estas deben considerar las restricciones y límites máximos de emisión lumínica establecidos en la norma. Para ello se realiza una Declaración de Instalación eléctrica Interior (TE1).

5.4. Permiso asociado al componente ruido

- (i) Norma de emisión de ruidos, elaborada a partir de la dictación del D.S. N° 146/97 (D.S. MMA N° 38/11).

A partir de la línea de base del área de influencia, es posible determinar los niveles máximos permitidos que no deben ser sobrepasados en los sectores donde se emplazan los receptores potenciales más cercanos.

5.5. Permisos asociados a la conducción de aguas

- (i) Código de Aguas (D.F.L. N° 1.122/81).

La construcción de una planta desalinizadora contempla siempre el envío del producto a un lugar diferente y ciertamente distante, lo que se realiza a través de tuberías. Las tuberías que transportan el agua desalada normalmente cruzan cauces, y en tal calidad deben someterse al permiso de modificación de cauce natural que establece el artículo 41 del Código de Aguas. Este PAS se encuentra especificado en el Artículo N° 156 del Reglamento del SEIA, que para su obtención requiere de la Resolución DGA que aprueba el proyecto de modificación de cauce.

5.6. Residuos

- (i) Código Sanitario (D.F.L. N° 725/67) y Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (D.S. MINSAL N° 594/99).

El manejo de residuos provenientes de la construcción y funcionamiento de una planta desalinizadora se encuentra sometido a diferentes normas que regulan su almacenamiento, disposición y transporte, conforme establecen los Artículos N° 71 letra b), 79 y 80 del D.F.L. N° 725/67 Código Sanitario. Para tal efecto, se requiere la obtención de los permisos ambientales sectoriales de los Artículos N° 139, 140 y 142 del Reglamento del SEIA.

- (ii) Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (D.S. MINSAL N° 148/03).

La instalación de faena debe contemplar un sector para el depósito de los residuos peligrosos, los que posteriormente deben ser retirados por una empresa calificada y trasladados a un lugar de disposición final autorizado, de acuerdo a lo dispuesto en el D.S. N° 148/03. Este trámite está contenido en el PAS del Artículo N° 142 del Reglamento del SEIA. Para tal efecto se requiere: La aprobación del proyecto y autorización de funcionamiento del sitio de almacenamiento transitorio de Residuos Peligrosos; El registro de entrada y salida de los residuos peligrosos al sitio de almacenamiento transitorio; Un registro de retiro de los residuos por parte del transportista autorizado; Autorización sanitaria del transportista autorizado; Declaración de residuos realizada en el Sistema de Ventanilla Única del RETC; Realización de la declaración jurada dando fe de la veracidad de la información ingresada al RETC, como asimismo que no existen omisiones al respecto, conforme al Reglamento de RETC.

- (iii) Reglamento del RETC (D.S. MTT N° 1/13).

El desalador tiene la obligación de informar sus emisiones y transferencia de contaminantes mediante el portal electrónico del RETC. Para tal efecto, debe realizar una declaración de generación de residuos realizada a través del Sistema de Ventanilla Única del RETC, con una declaración jurada dando fe de la veracidad de la información ingresada al RETC.

5.7. Sustancias peligrosas

- (i) Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (D.S. MINSAL N° 78/09) y Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (D.S. MINSAL N° 594/99).

La desalinización contempla procesos químicos para lograr la posterior potabilización del agua desalada, incluyendo el almacenamiento de las sustancias contenidas en el listado dispuesto por el Ministerio de Salud. Para tal efecto, existe un Área de Químicos en las plantas desalinizadoras, que debe construirse

siguiendo las especificaciones técnicas que contempla la norma, con la correspondiente autorización sanitaria de forma previa a su entrada en funcionamiento. Entre otras cosas, este permiso requiere la confección de hojas de datos de seguridad en el sitio de almacenamiento, y el registro de envíos de información sobre datos de la instalación y las sustancias almacenadas.

- (ii) Reglamento de transporte de cargas peligrosas por calles y caminos (D.S. MTT N° 298/94).

Los camiones que transporten insumos y/o materiales que revisten características de peligrosos, deben contar con la rotulación y hoja de datos de seguridad correspondiente a cada sustancia. Del mismo modo, en la descarga de toda sustancia peligrosa se aplicarán las medidas establecidas en los Artículos N° 15 y 16 del D.S. MTT N° 298/94. En general, el transporte de estas sustancias se realiza a través de empresas externas.

5.8. Electricidad y combustibles

- (i) Reglamento de la ley general de servicios eléctricos (D.S. Minenergía N° 327/97).

Las instalaciones eléctricas de la planta desalinizadora deben ajustarse a las especificaciones técnicas de todo proyecto eléctrico. Asimismo, la ejecución, operación y mantenimiento del proyecto debe ajustarse a las normas técnicas y reglamentos vigentes, esto es, el Reglamento de instalaciones eléctricas de corrientes fuertes y el de electricidad, cruces y paralelismos de líneas eléctricas. Para tal efecto, existe un registro de personal certificado y de materiales certificados utilizados en las instalaciones eléctricas, además deben realizarse declaraciones de instalaciones eléctricas.

- (ii) Norma Técnica NCh. ELEC 4/03, sobre instalaciones de consumo de baja tensión (D.S. N°115/04).

La referida norma chilena establece exigencias de seguridad aplicables al proyecto, ejecución y mantenimiento de las instalaciones de consumo con tensión inferior a 1000 V. El cumplimiento de estas exigencias se verifica mediante la Declaración Eléctrica Interior (TE1) emitido por la SEC.

5.9. Recursos naturales y fauna

- (i) Ley de caza (Ley N° 19.473) y su Reglamento (D.S. MINAGRI N° 5/98).

Normalmente, los proyectos de construcción de plantas desalinizadoras conllevan medidas de mitigación, reparación y compensación, donde se contempla la captura, rescate y relocalización de las especies de fauna identificadas en el área a intervenir. Para tal efecto, resulta imprescindible la obtención del PAS N° 146 del Reglamento del SEIA, para la captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, con el debido registro de las acciones de capacitación realizadas al personal sobre conducción y protección de la fauna nativa y un informe de resultados de la relocalización y de seguimiento de fauna. Además, existen disposiciones legales que protegen especies de animales determinadas, como por ejemplo los cetáceos.

5.10. Patrimonio cultural

- (i) Ley sobre Monumentos Nacionales (Ley N° 17.288) y su reglamento (D.S. Mineduc N° 484/90).

Las líneas de base de un proyecto de construcción de planta de tratamiento contemplan un levantamiento o reconocimiento arqueológico de la superficie a intervenir. En dicho levantamiento se pueden identificar hallazgos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, que deben ser informados a la Gobernación Provincial respectiva y al Consejo de Monumentos Nacionales. Para la intervención de áreas de interés arqueológico es necesario elaborar un plan

de acción, el que deberá ser aprobado por la autoridad y ejecutado por un arqueólogo, debiendo incluir capacitaciones.

5.11. Vialidad y transporte

- (i) Condiciones para el transporte de carga (D.S. MTT N° 75/87).

El transporte de materiales debe ser realizado en camiones que especialmente acondicionados para evitar el escurrimiento o caída de los materiales transportados al suelo. Para ello suelen implementarse las siguientes medidas: cubrir con lona los camiones que trasladen materiales; humectación de caminos, con el fin de minimizar la suspensión de material particulado debido al movimiento de vehículos, cuando sea necesario; registrar y controlar de manera permanente el cumplimiento de estas medidas por parte de los transportistas.

- (ii) Reglamento de transporte privado remunerado de pasajeros (D.S. MTT N° 80/04).

El transporte privado de pasajeros, como lo son los trabajadores de la planta, requiere autorizaciones especiales.

- (iii) Norma que fija el peso máximo de los vehículos que pueden circular por caminos públicos (D.S. MOP N° 158/80 y D.S. MOP N° 19/84) y vías urbanas (D.S. MOP N° 200/93), en relación con el D.F.L. N° 850/97.

Los caminos normalmente tienen pesos máximos, los cuales son establecidos de acuerdo a esta norma. Si el titular del proyecto requiere superar el peso establecido, debe solicitar el correspondiente permiso especial en la Dirección de Vialidad y someterse al registro de control de tonelaje de transporte.

5.12. Ordenamiento territorial

- (i) Ley General de Urbanismo y Construcciones Resolución (D.F.L. N° 458/75) y su ordenanza (D.S. N° 47/92).

El proyecto de planta desalinizadora debe ser compatible con los instrumentos de planificación territorial vigentes en su área de emplazamiento. Para dar cuenta de lo anterior se requiere la obtención del PAS del Artículo N° 160 del Reglamento del SEIA y múltiples autorizaciones que implican la participación de la Municipalidad respectiva (Resolución aprobatoria del Informe favorable para la construcción; Obtención del PAS del Artículo N° 161 del Reglamento del SEIA; Resolución que otorgue la calificación industrial de la planta desalinizadora, para que el proyecto que se emplace en una zona que permita dicho uso; Permisos de edificación, entre otros).

Lo anterior, además en concordancia con las normas sobre uso de borde costero, planes reguladores comunales e intercomunales.

5.13. Permisos ambientales sectoriales de contenido únicamente ambiental del D.S. N° 40/12

- (i) Artículo 115 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y dice relación con la autorización para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Las plantas desalinizadoras que utilizan el método de osmosis inversa producen salmueras, elemento que -como hemos visto- no es económicamente viable reutilizar o tratar y por ello debe ser reintroducida en el mar, buscando la mayor dispersión posible.

Este es un permiso esencial y crítico para el funcionamiento de una planta desalinizadora, por eso se profundizará sobre esta materia en el siguiente capítulo.

- (ii) Artículo 119 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y tiene por finalidad autorizar la realización de pesca de investigación. Los proyectos

requieren de la elaboración de líneas de base del ambiente marítimo, para luego elaborar planes de seguimiento de poblaciones de especies hidrobiológicas en el área en donde se emplaza cada proyecto.

Este es un permiso esencial y crítico para el funcionamiento de una planta desalinizadora, por eso se profundizará sobre esta materia en el siguiente capítulo.

5.14. Permisos ambientales sectoriales mixtos del D.S. N° 40/12

- (i) Artículo 138 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Secretaria Regional Ministerial de Salud, y tiene por finalidad aprobar la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza. Normalmente, tanto la etapa de construcción de un proyecto como la de ejecución, requieren de servicios sanitarios para el personal, lo que implica la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Normalmente se utilizan plantas de tratamiento modulares del tipo lodos activados.

- (ii) Artículo 139 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Secretaria Regional Ministerial de Salud, y tiene por finalidad aprobar la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros, como lo es la descarga de salmuera a través de un tubo emisario.

- (iii) Artículo 140 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Secretaria Regional Ministerial de Salud, y tiene por finalidad aprobar la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para

la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase. Normalmente, tanto la etapa de construcción de un proyecto como la de ejecución, generan residuos domésticos y residuos industriales sólidos no peligrosos, que deben considerar la habilitación de áreas de almacenamiento temporal para su manejo.

(iv) Artículo 142 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Secretaria Regional Ministerial de Salud, y tiene por finalidad aprobar el sistema de manejo de residuos industriales peligrosos que se producen en la etapa de construcción de un proyecto de desalinización, que deben considerar la habilitación de áreas de almacenamiento temporal para su manejo.

(v) Artículo 146 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por el Servicio Agrícola y Ganadero y tiene por finalidad autorizar la realización de caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción de criaderos y para la utilización sustentable del recurso. Los proyectos deben contemplar medidas para no afectar las especies que se encuentran en su área de construcción, medidas que necesariamente conllevan la captura, rescate y relocalización de las especies de fauna silvestre de baja movilidad, clasificadas en categoría de conservación.

(vi) Artículo 156 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Dirección General de Aguas y tiene por finalidad autorizar la intervención de cauces naturales y artificiales que se encuentren en el área de construcción del proyecto y sus obras asociadas, como el trazado de líneas eléctricas y/o tuberías que transportarán el recurso o las salmueras, fuera de la planta.

(vii) Artículo 160 del D.S. N° 40/12.

Este permiso es otorgado por la Secretaria Regional Ministerial de Agricultura y tiene por objeto subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos. Normalmente los proyectos contemplan la división de terrenos para la instalación de obras, así como el uso de fajas para los acueductos o líneas eléctricas, usos que pueden ser temporales o permanentes.

6. PRINCIPALES DESAFÍOS DE LA DESALACIÓN

6.1. Costos asociados

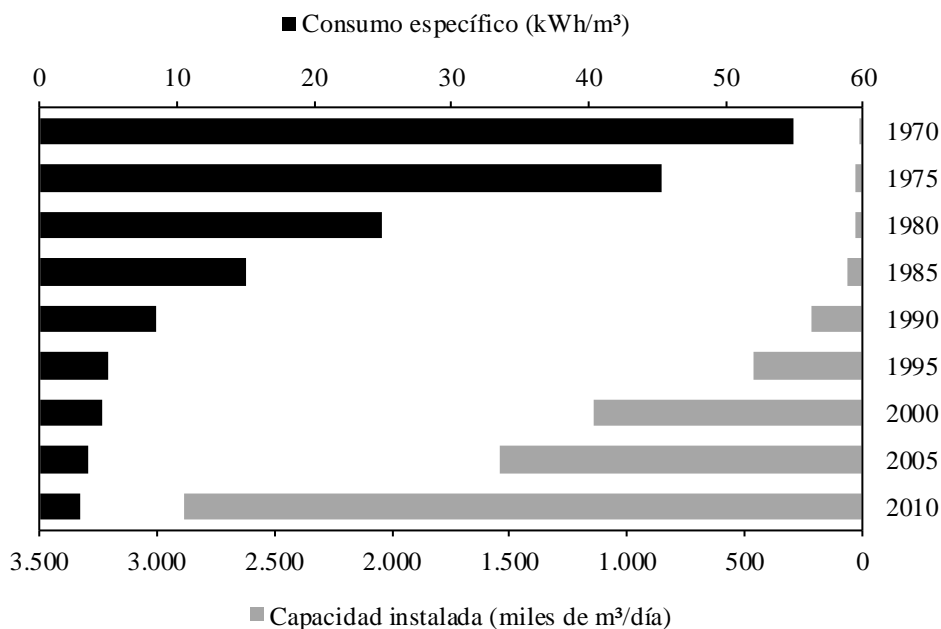
Las ventajas de eficiencia de la desalación por sobre otros mecanismos de transformación de aguas no potables en potables son prácticamente indiscutibles. Sin embargo, tiene un gran inconveniente que es el principal obstaculizador de la masificación de esta tecnología: los elevados costos energéticos que conlleva desalar.

En España se han hecho estudios que demuestran que el consumo energético de la desalinización ha disminuido fuertemente, sin embargo, a medida que avanza la tecnología esta disminución ya no parece ser exponencial, sino marginal.

El siguiente gráfico muestra cómo ha aumentado la producción de agua desalinizada en España, disminuyendo al mismo tiempo los costos de producción del metro cúbico:⁶³

⁶³ Antonio Ruiz Mateo. *Los vertidos al mar de las plantas desaladoras*. Disponible en Revista Ambienta, del Centro de Estudios de Puertos y Costas CEDEX, Ministerio de Fomento, Ministerio de Medio Ambiente de España, año 2007, páginas 51 a 57.

Gráfico 1. Evolución de la relación capacidad instalada/consumo específico de las plantas desalinizadoras en España, período 1970-2010



Los proyectos de desalación aún requieren de montos de inversión calificados por la International Desalination Association (ADI) como medios altos. En Chile, la inversión total de las 37 operaciones vigentes al 2016 llegaba a US\$ 10.130.500.000, siendo la industria minera la que ha realizado mayores desembolsos con respecto a ese total, por un monto de US\$ 8.558.000.000 en 19 operaciones.⁶⁴ A continuación se enlistan algunos proyectos de plantas desalinizadoras desarrollados por empresas mineras en Chile:⁶⁵

Cuadro 3. Proyectos de plantas desalinizadoras desarrollados por empresas mineras en Chile

| Nº | Nombre | Tipo | Región | Ingreso | Titular | Inversión (MMUS) | Fecha presentación | Estado |
|----|-------------------------------------------------------|------|--------|---------|------------------------------------|------------------|--------------------|----------|
| 1 | Planta desalinizadora y suministro de agua industrial | EIA | Ant. | o6 | Caitan SpA (Minera Spence S.A.) | 800 | 31/07/2015 | Aprobado |
| 2 | Planta desalinizadora Minera Candelaria | EIA | Ata. | o6 | Cía. Contractual Minera Candelaria | 270 | 29/07/2010 | Aprobado |

⁶⁴ Revista del Agua N° 2, de marzo de 2016, Grupo Editorial Editec. Página 3.

⁶⁵ Fuente: <http://seia.sea.gob.cl>

| | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------------------------------|-----|------|----|---------------------------|-------|------------|----------|
| 3 | Suministro comp. de agua desalinizada para Minera Escondida | EIA | Ant. | a5 | Minera Escondida Limitada | 3.500 | 05/09/2008 | Aprobado |
|---|-------------------------------------------------------------|-----|------|----|---------------------------|-------|------------|----------|

Dentro del “Catastro de plantas desalinizadoras y sistemas de impulsión de agua de mar”, realizado por el Grupo Editorial EDITEC, destaca el análisis del incremento de la capacidad máxima instalada de agua desalinizada, el cual aumenta exponencialmente para los próximos 10 años, multiplicando la capacidad actual por el factor 7, que a comienzos del año 2017 llegaba a los 22.372 l/s, sumando lo producido por el sector minero, sanitario e industrial.

A pesar del elevado costo económico que caracteriza la técnica de desalinización, en nuestro país han tenido lugar iniciativas legales que buscan encarecer aún más la implementación de estas industrias, como el Proyecto de Ley contenido en el Boletín N° 10.319-12, impulsado por el actual senador Alejandro Navarro, que modifica el D.F.L. N° 340, sobre Concesiones Marítimas, para regular la extracción de agua de mar, estableciendo “el pago de derechos o patentes por la extracción de agua marítima, sin perjuicio de la obligación de pago de patente comercial por la actividad comercial, en virtud de la Ley de Rentas Municipales”, proponiendo la dictación de un reglamento para de tarificación, a fin de generar nuevos gravámenes impositivos específicos para la actividad.

Resulta poco razonable dificultar y encarecer aún más la técnica de desalinización, ya que su finalidad es generar actividad económica y/o servicios de consumo humano y saneamiento en zonas de escasa o nula disponibilidad hídrica, a fin de desestresar o liberar el recurso hídrico en dichas cuencas. A tal efecto en las conclusiones de este trabajo se propondrán medidas concretas para alivianar el desarrollo de las industrias desalinizadoras.

6.2. Problemáticas ambientales

Además del largo listado de permisos asociados a la desalinización, la actividad tiene un aspecto ambiental de fundamental importancia, que es el destino del agua de rechazo o la salmuera generada por en el desarrollo de la actividad.

En relación a este punto, los expertos señalan que es fundamental ubicar las obras de descarga de salmueras lejos de la costa, en sectores corrientosos que favorezcan la dispersión de las sales.⁶⁶ Un caso que ejemplifica las nocivas consecuencias de no dispersar adecuadamente las salmueras es el del Golfo Pérsico, sector marítimo que tiene una circulación de corrientes comparativamente baja y cuyas aguas históricamente tenían unas 35.000 partes de sal por millón (ppm). Según el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Arabia Saudita, actualmente algunas áreas cercanas a las plantas desalinizadoras alcanzan ahora las 50.000 ppm, lo que representa un aumento de casi un 50% de la concentración salina.⁶⁷ Sin embargo, también existen otros factores que pueden influir en la alta salinidad, como la falta de ríos que descarguen aguas en dicho mar o la alta evaporación a la que se someten sus aguas debido a las elevadas temperaturas.

Del mismo modo, en Estados Unidos los grupos ecologistas han luchado en los tribunales contra la construcción de nuevas plantas de desalinización, diciendo que las consecuencias de la reintroducción de la salmuera al mar no se han estudiado adecuadamente.⁶⁸

⁶⁶ "Hay que asegurarse de que el agua demasiado salada es desplazada lo suficientemente lejos del mar, que no tienes recirculación de esa agua, porque de lo contrario se volverá más y más salada", dice Floris van Straaten, de la empresa de ingeniería suiza Pöyry, que supervisa la construcción del proyecto de Ras al-Khair. (Fuente: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/10/151013_desalinizacion_sed_mundo_jm).

⁶⁷ Bashithalshaaer Raed, Persson Kenneth M. y Mohammad Aljaradin, *Estimated Future Salinity in the Arabian Gulf, the Mediterranean Sea and the Red Sea Consequences of Brine Discharge from Desalination*, artículo publicado en la revista "International Journal of Academic Research", 2011, página 134.

⁶⁸ *El gran salto de la tecnología que puede acabar con la sed en el mundo*. Artículo publicado por Padraig Belton, de BBC Mundo, disponible en (página web revisada con fecha 28 de febrero de 2018): http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/10/151013_desalinizacion_sed_mundo_jm

"Y cuando el agua se está extrayendo del océano, trae peces y otros organismos que se introducen en la maquinaria, teniendo esto un impacto ambiental y económico", explica Wenonah Hauter, director de Food and Water Watch en Washington DC.⁶⁹

Existen diversos estudios que buscan analizar las mejores opciones de difusión y filtros de extractores de agua de mar y dilución de la salmuera. Al respecto se ha señalado que cuando el efluente llega al mar, su energía cinética provoca turbulencias que producen un rápido mezclado parcial con agua del medio receptor incluso si éste está en calma (campo cercano). Además, si el vertido se realiza alejado del fondo o si se hace de manera que se formen chorros que se alejen de éste, la energía potencial debida a la mayor densidad del efluente también contribuye a la creación de turbulencia. Naturalmente, la intensidad de este mezclado y, por lo tanto, la dilución conseguida en las proximidades del dispositivo de vertido aumentará con la energía cinética del efluente, la del medio receptor (oleaje) y el área de la superficie de contacto entre ambos en la zona turbulenta.

La dilución inicial conseguida mediante un tramo difusor con varios chorros delgados, suficientemente separados será siempre mayor que la que se obtiene vertiendo mediante un único canal con o sin rebosadero, aunque también será mayor la carga hidráulica necesaria. De los trabajos realizados en el CEDEX (ensayos en modelos reducidos y medidas en plantas en funcionamiento) desde el año 2000 se pueden hacer las siguientes estimaciones:

Cuadro 4. Valores aproximados de las diluciones en el campo cercano

| Tipo de dispositivo de vertido | Dilución obtenida ^(a) ^(b) |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Descarga enterrada en una playa de bolos | 2,5 |
| Vertido a un torrente seco, cerca de la desembocadura | 4,0 |
| Chorro libre sobre la escollera de un dique | 6,0 |
| Chorro libre horizontal con la boca situada en el lecho marino | 10,0 |
| Chorro libre en un acantilado ^(c) | 18,0 |
| Tramo difusor con varios elevadores y dos bocas por elevador | 24,0 |
| Tramo difusor con varios elevadores y una boca por elevador | 30,0 |

⁶⁹ *¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua?* Artículo publicado por Alejandra Martins, de BBC Mundo, disponible en (página web revisada con fecha 28 de febrero de 2018): <http://www.bbc.com/mundo/noticias-39332148>

^(a) Sin oleaje

^(b) En función de los detalles del diseño, puede variar entre la mitad y el doble

^(c) Depende mucho de la altura de la boca de descarga y del calado existente al pie del acantilado

En cualquier caso, a cierta distancia del dispositivo de vertido la turbulencia se atenúa y la mezcla, con mayor o menor dilución, termina formando una capa generalmente hiperdensa que fluye esparciéndose por el fondo y tendiendo a ir cuesta abajo siguiendo la dirección de las máximas pendientes (campo lejano). Este flujo irá rellenando depresiones hasta desbordarlas y tomará caminos preferenciales encauzado por pequeñas vaguadas. Su comportamiento es parecido a ese “vapor” producido por la nieve carbónica que se emplea en muchos espectáculos, que avanza lentamente por el suelo debido a que su densidad es ligeramente superior a la del aire. El espesor inicial depende del caudal, del tamaño del dispositivo de vertido y de la dilución inicial conseguida, pero puede variar entre unos centímetros y unos metros. A medida que avanza este flujo su ancho va aumentando por esparcimiento lateral (si no está encauzado) y consecuentemente, su espesor disminuye. También se va produciendo lenta pero inexorablemente un intercambio de agua entre la capa hiperdensa y la capa superior, lo que provoca la aparición y continuo engrosamiento de una capa de interfaz con salinidades intermedias entre las de las dos anteriores. Por debajo de ésta, la capa hiperdensa mantiene intactas sus propiedades (salinidad, temperatura, densidad, etc.), pero su espesor se va reduciendo hasta que a cierta distancia desaparece por completo. A partir de aquí, la máxima salinidad del perfil vertical, que sigue dándose junto al fondo, empieza a disminuir hasta que llega un momento en que se hace prácticamente indistinguible de la del medio receptor. Cuando la capa de interfaz está muy diluida, si el medio receptor está estratificado por temperatura (agua más fría en el fondo que en la superficie), aquella puede separarse del fondo y caminar entre dos aguas por ser su densidad intermedia entre la del fondo y la de la superficie.⁷⁰

Por otra parte, para estimar el impacto real que tendrá el vertido de una planta desaladora concreta, lo que constituye el objeto de todo estudio de impacto ambiental, se requiere un

⁷⁰ Antonio Ruiz Mateo. *Los vertidos al mar de las plantas desaladoras*. Disponible en Revista Ambiente, del Centro de Estudios de Puertos y Costas CEDEX, Ministerio de Fomento, Ministerio de Medio Ambiente de España, año 2007, páginas 51 a 57.

profundo estudio del medio acuático de la zona de emplazamiento del proyecto, que contenga un reconocimiento bionómico del sector que puede ser afectado por el vertido y una cuantificación de los efectos que dicho vertido tendrá sobre las biocenosis observadas a nivel de individuos, de especies y de comunidades.

En países como España, es una práctica generalizada la realización de un reconocimiento bionómico antes de la autorización de un vertido de cualquier tipo (aguas residuales domésticas, industriales, de desaladoras) a las aguas superficiales. De hecho, en dicho país existen Comunidades Autónomas que han publicado planos de cartografía bionómica de todo el litoral de su competencia (la Región de Murcia, por ejemplo), lo que constituye una herramienta de alto valor para los estudios de impacto ambiental, al menos en la fase de anteproyecto. Sin embargo, se sabe muy poco sobre los efectos que estos vertidos tienen sobre las biocenosis, ya que los estudios sectoriales no siempre ofrecen resultados concluyentes.

En nuestro país, este análisis tiene lugar con ocasión de la tramitación del PAS N° 115, del Reglamento del SEIA.⁷¹ Según lo indicado en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes: a) Descripción de la instalación y de su sistema de evacuación; b) La ubicación del lugar donde serán evacuados los efluentes; c) Características y composición de los desechos; d) Características de los componentes de los desechos con respecto a su nocividad; y e) Características del lugar de descarga y del medio marino receptor.

Respecto a los límites del aumento de salinidad presente en el sector de descarga, suelen utilizarse normas de referencia que fijan parámetros, como por ejemplo la “Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters (ANZECC, 1992)”. Dicha norma,

⁷¹ “Permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional”, establecido en el Artículo N° 140 del D.S. N° 1 de 1992, del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática.

fija como cota máxima un aumento del 5% de la salinidad natural del medio por efectos de las descargas al mar, en este caso de salmuera proveniente desde la planta desalinizadora.

7. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

7.1. En cuanto a la técnica de desalación

La desalinización es un proceso técnico mediante el cual se extrae la sal del agua de mar a través de varios mecanismos diferentes. En general podemos decir que el objetivo práctico de esta industria es potabilizar el agua de mar, para lo cual se requiere reducir la presencia de las sales presentes desde aproximadamente 35.000 partículas por millón, a menos de 1.500 partículas por millón. Hoy en día el mecanismo más utilizado por la industria es el de osmosis inversa, que representa una mayor eficiencia, un menor costo de producción y menores impactos ambientales.

7.2. En cuanto a su regulación jurídica

Las aguas desaladas carecen de una regulación orgánica o directa, en la práctica le son aplicables las disposiciones de derecho común, dadas fundamentalmente por el CC, normativa ambiental, y disposiciones referidas al uso del borde costero, entre otras.

Conforme a la legislación chilena, las aguas del mar tienen la categoría de “bien nacional de uso público”, por lo que su dominio pertenece a la nación toda, quedando a cargo del Estado el régimen concesional de su administración. Sin embargo, el régimen concesional vigente no establece con suficiente certeza el modo de transferir la titularidad de las aguas de mar a los particulares, más allá de las autorizaciones que Directemar otorga respecto del borde costero y “porciones de agua”.

En efecto, las normas sobre uso del borde costero no entregan suficiente certeza jurídica respecto de la apropiabilidad de las aguas de mar, por cuanto refieren más bien al uso del espacio territorial y acuático, pero no de manera directa a la extracción de agua de mar.

Por estos motivos, corresponde buscar una solución jurídica más precisa que esclarezca los detalles de la titularidad y naturaleza jurídica de las aguas de mar y de las aguas desaladas, a fin de resguardar o garantizar cierto dominio del agua desalada por parte de los titulares de plantas desaladoras. Tal régimen debiese regular el uso, goce y disposición de las aguas

de mar, especialmente una vez desaladas, tal como el Código de Aguas regula los derechos de aprovechamiento sobre las aguas territoriales.

Tras recurrir al análisis de la legislación común, podemos decir que hay diferentes alternativas que explican el modo de adquirir aplicable a las aguas desaladas, como lo son la accesión (especificación o mezcla) y la ocupación (invención). El modo de adquirir que mejor aplica a las aguas desaladas es la especificación o mezcla.

El análisis presentado concluye que las aguas desaladas corresponden a bienes muebles por naturaleza, sobre los cuales no pueden constituirse derechos de aprovechamiento de aguas, pues el Código de Aguas no rige respecto de esta fuente (el mar).

7.2. En cuanto a los desafíos de la actividad

Los principales desafíos que debe superar la desalinización, tanto en nuestro país como en el resto del mundo, son dos: (i) Cumplir la regulación ambiental, dada en nuestro país por el ingreso al SEIA y un largo listado de permisos ante múltiples organismos públicos, los cuales han sido enunciados en el cuerpo de este trabajo; y (ii) Costear los elevados montos asociados a la instalación de plantas de este tipo y a su operación, que requiere un alto consumo de energía para lograr la separación de los sólidos disueltos en el agua de mar y la posterior conducción del agua hacia el punto de uso.

7.3. Propuestas concretas

Este trabajo sintetiza la complejidad legal a que está sometida la actividad de desalinización, complejidad a la que debe agregarse la gran barrera económica que deben superar quienes pretenden construir plantas desalinizadoras y hacerlas funcionar.

A pesar de la evidente aptitud geográfica de Chile para el desarrollo de la industria desalinizadora, nuestro país se encuentra en pañales respecto del desarrollo de la técnica, desaprovechando gran parte del potencial natural que tiene y que permitiría desarrollo

económico y social de los territorios del centro y norte del país, al menos para enfrentar la creciente demanda de agua potable.

Se recomienda incentivar el desarrollo de la industria de desalinización, sin reblandecer la regulación ambiental a que está sometida la actividad, pero sí reduciendo las barreras de entrada que hoy la dificultan, tanto en lo económico como en la burocracia administrativa.

Para este efecto podrían intentarse incentivos tributarios, tales como:

- Como una planta es inversión en activo fijo, hay distintos instrumentos que pueden servir de incentivo, como una depreciación acelerada o automática del activo, que genere una pérdida tributaria el año en que se construye la planta y por tanto el titular no pagará impuestos hasta que la utilidad que vaya ganando reverse esa pérdida acumulada;
- Podría darse un crédito tributario por la construcción. Por ejemplo, que el 25% del valor de la obra sea crédito contra impuestos. En definitiva, ello implica que ese 25% lo paga el fisco;
- En cuanto a las contribuciones de los terrenos donde se encuentren las obras, podría fijarse una exención de contribuciones, al menos durante un tiempo, por ejemplo, los primeros 10 años. Otra alternativa es que, si las instalaciones llegasen a pagar contribuciones, estas fueran crédito contra sus impuestos generales;
- Se sugiere, al menos, no gravar más la actividad, como propone el senador Alejandro Navarro y
- El Estado invierte grandes recursos para dotar de agua potable a la población en distintos sectores, mediante la construcción de obras para APR, fondos de INDAP, subsidios vía CNR, reparto de agua en camiones aljibes, entre otros. Sería factible un proyecto público para abastecimiento de agua potable de comunidades costeras vía desalinización.

Adicionalmente, podrían implementarse políticas que simplifiquen la obtención de los permisos sectoriales engorrosos que requiere la actividad como, por ejemplo:

- Coordinación con Bienes Nacionales y DIRECTEMAR para el expedito otorgamiento de concesiones de uso de borde costero en zonas deshabitadas; y
- Coordinación con el MOP para la obtención expedita de los permisos que contempla el Código de Aguas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alcalde Silva, Jaime (2014). “De los bienes y de su dominio, posesión, uso y goce”. Publicado en Revista Chilena de Derecho Privado N° 22, Santiago de Chile.

Alejandra Martins, de BBC Mundo (2018). “¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua?”. Disponible al 18/02/2018 en: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-39332148>

Alessandri Rodríguez, Arturo y Somarriva Undurraga, Manuel (1974). “Curso de Derecho Civil. Los bienes y los derechos reales”. Editorial Nacimiento, Santiago de Chile.

Antonio Ruiz, Mateo (2007). “Los vertidos al mar de las plantas desaladoras”. Revista Ambienta, del Centro de Estudios de Puertos y Costas CEDEX, Ministerio de Fomento, Ministerio de Medio Ambiente, España.

Bashitialshaaer Raed, Persson Kenneth M. y Mohammad Aljaradin (2011). “Estimated Future Salinity in the Arabian Gulf, the Mediterranean Sea and the Red Sea Consequences of Brine Discharge from Desalination”, Revista “International Journal of Academic Research”.

Biblia de Jerusalem. Éxodo, capítulo 15, versículos 22 al 25.

Claro Solar, Luis (1979). “Explicaciones de Derecho Civil Chileno y Comparado”. Editorial Nacional Gabriela Mistral, Santiago de Chile.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Reforma al Código de Aguas. Boletín N° 7543-12, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Ley sobre dominio público de las aguas. Boletín N° 6124-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Ley sobre exploración, explotación y constitución de derechos de aprovechamiento de aguas. Boletín N° 6141-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Ley sobre modificaciones al Código de Aguas. Boletín N° 6208-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Ley sobre acceso y uso del agua. Boletín 6254-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2008). Proyecto de Ley que modifica artículo 19 N° 24 de la Constitución Política de la República, con el objeto de establecer que las aguas, tienen la calidad de bienes nacionales de uso público. Boletín N° 6268-07, (en similar sentido, boletines N° 6816-07, 7927-07 y 10496-07) Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2012). Proyecto de Ley sobre reforma Constitucional que consagra el derecho al agua como derecho humano. Boletín N° 8678-07, Valparaíso (en similar sentido, boletines N° 6795-07, 7589-07, 8898-07, 9321-12 y 10497-07).

Congreso Nacional de Chile (2014). Proyecto de Ley que modifica Código de Aguas, con el fin de resguardar el consumo humano, Boletín N° 9392-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2009). Proyecto de Ley sobre reforma Constitucional en materia de concesiones de derechos de agua. Boletín 6697-07, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2009). Proyecto de Ley que modifica el Código de Aguas para la protección de aguas y ecosistemas en áreas protegidas. Boletín N° 6387-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2009). Proyecto de Ley sobre reforma el Código de Aguas, el Código de Minería y otros cuerpos legales, con el objeto de garantizar la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Boletín N° 6763-01, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2011). Proyecto de Ley relativo a la disposición de las aguas en concesión. Boletín N° 7459-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2011). Proyecto de Ley que aumenta las penas para delito de usurpación de aguas, precisando que los acuíferos están incorporados como objeto de protección penal. Boletín N° 7522-07 (en similar sentido, boletín N° 7756-07), Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2012). Proyecto de Ley que aumenta las penas en caso de infracción de normas establecidas en el Código de Aguas. Boletín N° 8260-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2012). Proyecto de Ley que introduce modificaciones al marco normativo que rige las aguas en materia de fiscalización y sanciones. Boletín N° 8149-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2012). Proyecto de Ley que modifica diversos cuerpos legales, con el objeto de fortalecer el catastro público de aguas. Boletín N° 8430-09, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2011). Proyecto de Ley que obliga a grandes explotadores mineros a la desalinización de agua para sus procesos productivos. Boletín N° 8006-08 (en sentido similar, boletín N° 9185-08), Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2013). Proyecto de Ley que modifica Código de Aguas y otros cuerpos legales, respecto al uso de las aguas subterráneas. Boletín N° 8960-33, Valparaíso.

Congreso Nacional de Chile (2013). Proyecto de Ley que modifica el Código de Aguas, respecto a la solicitud y otorgamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas. Boletín N° 9102-01, Valparaíso.

- Congreso Nacional de Chile (2016). Proyecto de Ley que modifica el Código de Aguas, en materia de exigencias para las obras de aprovechamiento de aguas subterráneas y monto de las multas aplicables. Boletín N° 10854-33, Valparaíso.
- Dirección General de Aguas (2016). “Atlas del Agua Chile 2016”. Disponible al 20/02/2018 en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>
- Fundación Aquae (s/a). “Historia de la desalinización del agua”. disponible en: <http://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/historia-de-la-desalinizacion-del-agua>
- Harris Moya, Pedro (2015). “La Desalación del Agua: Regímenes Comparados”. Biblioteca del Congreso Nacional, Santiago de Chile.
- IAgua (s/a). “Agua y sal: La historia de la desalación”. Disponible al 17/04/2018 en: <http://www.iagua.es/noticias/agueda-garcia-durango/15/10/23/agua-y-sal-historia-desalacion>
- Instituto Nacional de Normalización (2005). “Norma Chilena 409/1, Of 2005, Agua Potable Parte 1: Requisitos”. Santiago de Chile.
- National Weather Service (ed.) (s/a). “Sea Water”. Disponible al 18/06/2017 en: <http://www.srh.noaa.gov/jetstream/ocean/seawater.html>
- Meza, Catalina y Sturla, Gino (2015). “Escasez y sequía en el acuífero del Río Copiapó”. Revista de Derecho Ambiental, N° 5. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Ministerio de Obras Públicas (2013). “Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025”. Disponible al 30/04/2017 en: http://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf
- Mir, Pablo; Zimerman, Rony; Quinzio, Claudia; Salinas, Carolina; Allende, Felipe y Pérez, Joaquín (s/a). “Desalinización de Agua de Mar y Minería”. Equipo de Recursos Naturales, Estudio Jurídico Bofill Mir & Álvarez Jana Abogados, Santiago de Chile.

- Organización Mundial de la Salud (2006). “Guías para la calidad del agua potable”. Disponible al 17/04/2018 en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1
- Padraig Belton, de BBC Mundo (2017). “El gran salto de la tecnología que puede acabar con la sed en el mundo”. Disponible al 18/02/2018 en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/015/10/151013_desalinizacion_sed_mundo_jm
- Pochat, Víctor (2015). “Conflictos por el agua”. Revista Diplomacia, N° 129, Santiago de Chile.
- Portal Chileno del Agua (s/a). “Agua y sal: La historia de la desalación. Una perspectiva global”. Disponible al 15/03/2018 en: <http://www.portalchilenodelagua.cl/agua-y-sal-la-historia-de-la-desalacion-una-perspectiva-global/>
- Recabarren, Floreal y Maino, Valeria (2011). “Historia del agua en el desierto más árido del mundo”. Matte Editores, Santiago de Chile.
- Repertorio de Legislación y Jurisprudencia (1996). Editorial Jurídica. Santiago de Chile. Tomo II.
- Revista del Agua N° 2 (2016). Grupo Editorial Editec, Santiago de Chile.
- Saavedra, Aldo (2015). “Una apuesta frente a la escasez ¿Es la desalinización una alternativa?”. Revista Diplomacia, N° 129, Santiago de Chile.
- Torres Corral, Miguel (s/a). “La desalación de agua de mar, ¿recurso hídrico alternativo?”. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (“CEDEX”) de España, disponible al 20/03/2018 en: [http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-PGA-c11/\\$File/PGA-c11.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-PGA-c11/$File/PGA-c11.pdf)
- Vergara Blanco, Alejandro (1998). “Derecho de Aguas”. Tomo II. Editorial Jurídica de Chile, Santiago de Chile.

Zárate Campos, Manuel (2001). “El sistema concesional de los bienes fiscales”. Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Profesor Guía: Rolando Pantoja Bauzá. Facultad de Derecho, Universidad de Chile, Santiago de Chile.