

## OBSERVACIONES AL PROYECTO DE LEY SOBRE USO DE AGUA DE MAR PARA DESALINIZACIÓN (BOLETÍN N° 11608-09)

Adolfo Muñoz Valdebenito  
Egresado de Geología  
09 de abril de 2019

### Introducción:

Según un reciente estudio publicado en la revista *Science of Total Environment* (Jones et al., 2019), en la actualidad operan 15.906 plantas desaladoras, que producen 92 millones de m<sup>3</sup> de agua recuperada al día y 142 millones de m<sup>3</sup> de agua de rechazo, también llamada salmuera. El desafío actual de la industria, es mejorar la tecnología que produce agua hiper salina como desperdicio.

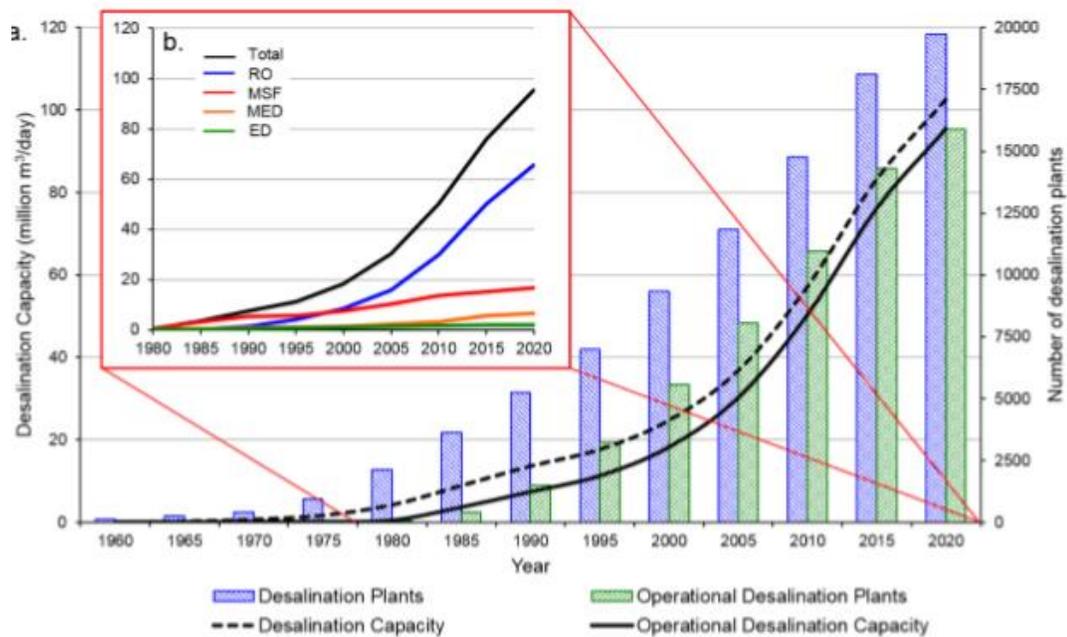


Fig. 1 tendencia en la desalación global a) por número plantas y de capacidad b) capacidad operacional por tecnología. (RO: Osmosis inversa, MSF: sistema multi flash, MED: destilación multi efecto y ED: electrodiálisis)

El ratio de recuperación (RR) se define como la eficiencia volumétrica del proceso que indica la proporción de agua convertida en agua recuperada (baja salinidad) (Harvey, 2008). Por ejemplo, un RR de 0.4 indica que un 40% del agua es recuperada y un 60% es salmuera. Este ratio depende de varios factores (Xu et al., 2013); diferentes tecnologías utilizadas y la calidad del agua de alimentación (temperatura y total solidos disueltos), que también controlan los costos de tratamiento. La salmuera pasa por un sistema de post tratamiento que busca minimizar el costo ambiental, generalmente, se diluye con agua de mar varias veces, ya que la salmuera puede alterar el entorno marino o acuífero donde se

descarga, y con ello, modificar las condiciones naturales de los ecosistemas y el pH o salinidad de los acuíferos en el caso continental.

En otro orden de ideas, la sustentabilidad se puede definir como una habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo, al mismo tiempo, los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas. En este entorno, vale evaluar el costo energético y ambiental de las desaladoras versus fuentes de agua naturales. Por ejemplo cuando se debe bombear pendiente arriba, es dable evaluar mejorar las fuentes convencionales que podrían tener menor costo.

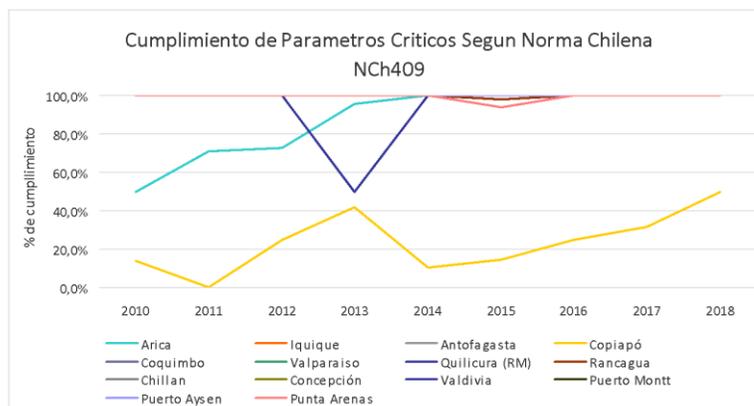
### **OBSERVACIONES AL PROYECTO DE LEY Y SUS INDICACIONES:**

#### Del Art. 1°:

La concesión debe incluir un **royalty** regional con el propósito de estudiar y mejorar la eficiencia de los procesos y recursos hídricos naturales, con el fin de hacer un uso más racional y con ello disminuir el costo energético y ambiental que conlleva el proceso de desalación. Se propone la creación del **Fondo de Recuperación de Acuíferos**.

#### Del Art. 2°:

En general está muy bien. Sin embargo, se sugiere considerar que la estrategia **evalúe otras opciones más económicas para abastecer el consumo humano**, que sean menos invasivas ambientalmente y más sustentables. Por ejemplo, en la provincia de Copiapó, la mayoría del agua domiciliar proviene de desaladoras, pero con la mala calidad del agua de alimentación, el agua tratada no llega a cumplir con 100% de parámetros críticos establecidos en la NCh409 (Fig. 2). En este valle, captar el agua producto de la fusión de la nieve en la alta cordillera y transportarla a través de tubería forzada a las ciudades con minicentrales hidroeléctricas, tendría un impacto dual; abastecería agua de la máxima calidad natural y generaría energía renovable. Asimismo, en este caso, el agua desechada de los servicios sanitarios serviría para sanear los acuíferos.



Medición oficial de las metas de calidad de agua domiciliaria

Año\Región	Arica	Iquique	Antofagasta	Copiapó	Coquimbo	Valparaiso	Quilicura (F Rancagua)	Chillan	Concepción	Valdivia	Puerto Mor	Puerto Aysi	Punta Aren
2010	50,0%	100,0%	100,0%	13,9%		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%
2011	70,8%	100,0%	100,0%	0,0%		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%
2012	72,9%	100,0%	100,0%	25,0%		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%
2013	95,8%	100,0%	100,0%	41,7%		100,0%	50,0%	100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%
2014	100,0%	100,0%	100,0%	10,4%		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%
2015	100,0%	100,0%	100,0%	14,6%		100,0%	100,0%	97,9%	100,0%		100,0%	100,0%	93,8%
2016	100,0%	100,0%	100,0%	25,0%	100,0%		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2017	100,0%	100,0%	100,0%	31,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2018	100,0%	100,0%	100,0%	50,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Elaborado con la base de datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS  
<http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6403.html#calidad>

Fig. 2 Porcentaje de cumplimiento de los parámetros críticos según la NCh409. Elaboración propia.

En el mismo orden de ideas, en el valle de Azapa, ya se cuenta con un canal de más de 100 km de extensión que transporta agua desde la cordillera hasta asentamientos urbanos para uso de doméstico y riego agrícola. Con un caudal de 670 litros por segundo aporta 10,2 mega watts de potencia directa al Sistema Integrado de Generación Nacional.

Así, otro ejemplo en mejorar la eficiencia de los recursos hídricos convencionales puede ser reducir las pérdidas por evaporación y sublimación. En la región de Coquimbo se han estimado que del 60 a 90% de la cubierta del manto nival es perdida por efectos de la sublimación (Schaffer et al., 2018) y en Atacama del orden del 30 al 90%, con un promedio de fusión del 20% (Alvaréz, 2017). La pérdida de sublimación puede reducirse mediante la instalación de trampas de nieve (Fig. 3), mientras que la evaporación, con el cubrimiento de canales y piscinas y la instalación de embalses cordilleranos (menor temperatura) (Fig. 4).

Por último dividir el país según el contexto geológico, ya que en el norte abundan los depósitos minerales y las aguas se cargan con iones naturalmente conforme avanzan río abajo, mientras que en el sur ocurren procesos diferentes por la cubierta vegetal.

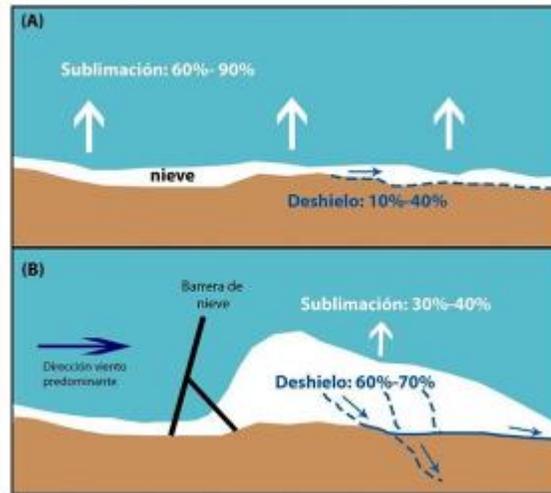


Fig. 3 Efectos de sublimación y fusión de nieve en escenario con y sin trampa de nieve. Extraída de Schaffer (2018).

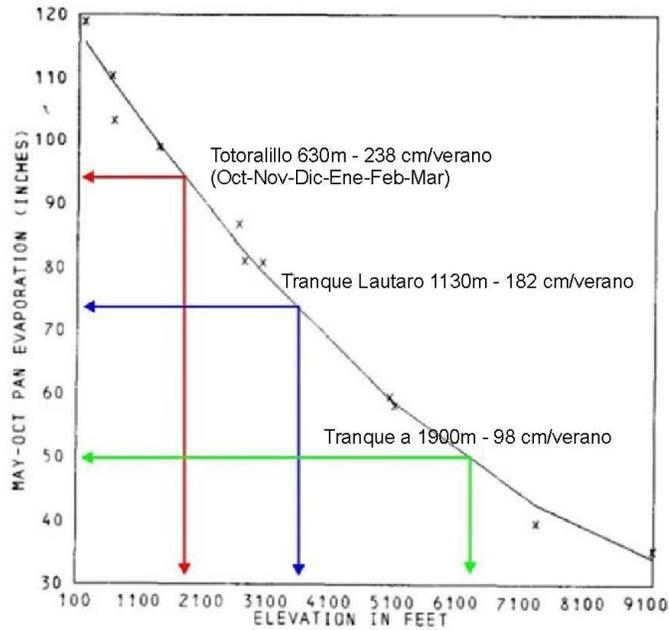


Figure 5--Pan evaporation vs. elevation curve for Region A on figure 4 (California).

Fig. 4 Curva de evaporación versus elevación para una región de California. Extraído y modificado de [www.nsw.noaa.gov/oh/hdsc/PMPO\\_related\\_studies/TR33.pdf](http://www.nsw.noaa.gov/oh/hdsc/PMPO_related_studies/TR33.pdf)

Indicación n° 2 a).- al Art. 2°, de la Honorable senadora Muñoz:

En esta se indica que “la perdida de salinidad producida por el ingenio humano, no provoca desnaturalización del agua de mar”. Afirmación que no es absoluta dado que dependerá de los procesos post tratamiento.

Indicación n° 4 al Art. 1°, de la Honorable Senadora Señora Ebensperger:

Sin duda, en este escenario vale considerar que la mayoría de los suelos y acuíferos del mundo se salinizan por efecto de los fertilizantes agrícolas (incorporación de nitrógeno, potasio y fosforo). Ya que suelos y acuíferos salinos son sinónimos de bajas producciones agrícolas (Fig. 5), la recarga de acuíferos artificial y tecnificada debe ser vista como una posible solución a este problema y se posiciona como un desafío mundial.

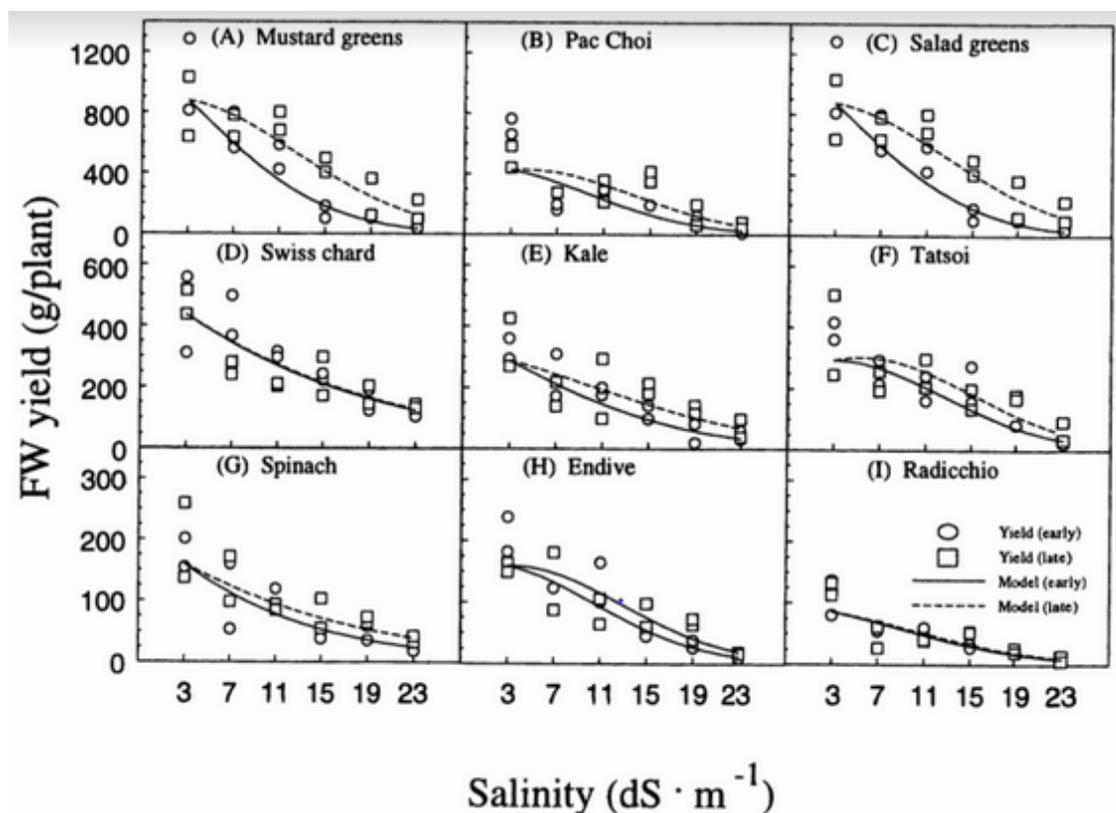


Fig. 5. Curva de gramos por planta versus salinidad de agua de riego. Extraída de Shannon (2000)

Indicación n° 5 a).- al Art. 2°, de la Honorable Senadora Señora Muñoz:

Está muy bien, pero se podría considerar incorporar planteamiento del párrafo anterior dentro de la estrategia.

Indicación n° 7 al Art. 2° de la Honorable Senadora señora Ebensperger:

Se sugiere considerar que la escasez es producto de la mala administración y la sustitución de derechos es una forma de re administrar y resolver problemas de escasez hídrica.

Indicación n° 8 del Art. 2°, del Honorable Senador señor Bianchi

Está muy bien incluir la participación de los usuarios del agua en el desarrollo de las estrategias y por lo tanto administración del recurso hídrico.

Indicación n° 14 al Art° 3, Número 2, de la Honorable Senadora señora Ebensperger para eliminar dicho artículo:

Similar a la indicación n°4 del Art° 1.

Respecto las indicaciones 15a y 17, de las Senadoras Proveste, Muñoz y Allende, y la indicación 16, del Honorable Senador señor Bianchi, que guardan relación con los Estudios de Impacto Ambiental (EIA):

Es dable mencionar que la importancia del EIA radica en garantizar la sustentabilidad de las plantas desoladoras. Si bien los efectos de la incorporación de la salmuera pueden favorecer la producción biológica de algunas especies, en algunas circunstancias pueden ser desfavorables. Por ejemplo, si la salinidad de la salmuera descargada en un río o acuífero es mayor a la salinidad de propia de aquellos sistemas, tendría efectos perjudiciales. Sin embargo, si la salmuera es de mejor calidad sería beneficioso. Por otra parte, en el mar, la descarga de salmuera produce variaciones de temperatura, salinidad y adición de detergentes, que pueden disminuir o aumentar la producción de algas que son la base de la cadena alimenticia. Así mismo, existen variaciones químicas en función de la producción de la planta y cada área costera presenta una dinámica de circulación de corrientes marinas diferentes, por ejemplo las bahías son de aguas calmas y las aguas profundas tardan 100 años en mezclarse con las superficiales.

Del párrafo anterior se desprende que el EIA debe considerar: I. Línea base preliminar que incluya un catastro de los organismos que habitan y su respuesta a las variaciones (temperatura, salinidad, presión osmótica, detergentes, etc.) mediante ensayos en terreno y en laboratorio. II. Monitoreo continuo de los parámetros de la descarga y el alcance de las plumas salinas en el mar (intrusiones salinas). III. Que los datos de monitoreo sean de acceso público a través de plataformas en tiempo real para así fomentar la investigación y comprensión de los efectos ambientales de la industria. IV. Evaluar la dinámica de circulación de aguas de cada área costera para determinar la ubicación de la descarga sea la adecuada.

**Observaciones generales:**

Diferentes estudios han demostrado que aguas de mala calidad tienen relación con el desarrollo de enfermedades en humanos (Sengupta, 2010, 2013a, 2013b y 2013c; Dave, 1984; Dutta et al., 2013; Chandra et al., 2013). Y como la escasez es producto de la sobreexplotación del recurso hídrico, es máxima importancia nacional, devolverle el agua la condición de derecho humano a nivel constitucional y apuntar a la desmercantilización del recurso hídrico.

## Anexo 1: referencias bibliográficas

- Jara Álvarez, F. (2017). Influencia de la sublimación nival en el balance hídrico de la cuenca alta del río Copiapó, Chile. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146336>
- Biblioteca del Congreso Nacional BCN. (2016). Funcionamiento e Impacto Ambiental del Proceso de Desalinización de Agua de Mar
- Dave G. Effects of fluoride on growth, reproduction and survival in *Daphnia magna*. *Comp Biochem Physiol C*. 1984;78:425–31. [PubMed]
- Dutta S, Joshi KR, Sengupta P, Bhattacharya K. Unilateral and bilateral cryptorchidism and its effect on the testicular morphology, histology, accessory sex organs and sperm count in Laboratory Mice. *J Hum Repro Sci*. In Press. 2013 [PMC free article] [PubMed]
- Harvey, W., 2008, Desalination efficiency: energy, water and other resources. Available at: Suez Water Technologies & Solutions <http://www.suezwatertechnologies.com/kcpguest/salesedge/..Cust/.../TP1154EN.pdf>, accessed date: 26 July 2018.
- Jones, E., Qadir, M., van Vliet, M. T. H., Smakhtin, V., & Kang, S. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of The Total Environment*, 657, 1343–1356. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.12.076
- Schaffer, N. & Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEAZA). (2018). Evaluación de Efectividad de Barreras de Nieve en los Andes Semiáridos. *Sociedad Chilena de la Criósfera*, 1, pp.
- Shannon, M. C., Grieve, C. M., Lesch, S. M., & Draper, J. H. (2000). Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(5), 658-664.
- Sengupta, P, Sarkar M, Chandra A., 2010. Effect of consumption of excess hard water salts on male gonadal status in adult albino rats. Abstracts of national conference by Vidyasagar University, p. 277.
- Sengupta, P., 2013a. Potential health impacts of hard water. *Int. J. Prev. Med.*, 4(8), 866.
- Sengupta, P., 2013b. The laboratory rat: Relating its age with human's. *Int. J. Prev. Med.* 4:624–630.
- Sengupta, P., 2013c. Chaudhuri P, Bhattacharya K. Male Reproductive Health and Yoga. *Int. J. Yoga*, 6:87–95
- Voutchkov, N., & Semiat, R. (2008). Seawater desalination. *Advanced membrane technology and applications*, 47-86.
- Xu, P., Cath, T.Y., Roberson, A.P., Reinhard, M., Leckie, J.O., Drewes, J.E., 2013. Critical review of desalination concentrate management, treatment and beneficial use. *Environ. Eng. Scie.* 30 (8), 502-514.