



# Desalación en Chile: estado actual y desafíos futuros

Noviembre 2023

# Agenda

- 1) Acades ( quiénes somos )
- 2) Sequía y cambio climático
- 3) Desalinización hoy en Chile
- 4) Desafíos:
  - 1) Conocimiento del litoral & Ordenamiento Territorial
  - 2) Licencia Social
  - 3) Permisos
  - 4) Precio & Tarificación del agua
  - 5) Marco regulatorio

# 1.- Quiénes Somos?

## Tecnólogos



## Ingenieros / Constructores



## Desarrolladores / Operadores



## Abogados



## MISIÓN

Promover el desarrollo de la desalinización como fuente de agua fresca para Chile, a través de una solución accesible, eficiente y sustentable.

## VISIÓN

Contribuir, mediante la desalinización, a que todas las personas y actividades en Chile puedan tener acceso al agua, a través de procesos que se desarrollen en armonía con las comunidades y el medio ambiente.

## 2.- Sequía y cambio climático

# Efectos del cambio climático

## Sequías & Incendios



## Inundaciones



## Advertencia de la ONU

### Agua

# La sequía se convertirá en la próxima pandemia

El Informe Especial sobre la Sequía 2021 publicado por la ONU alerta del grave impacto que tendrán las cada vez más crecientes sequías, que agravarán las desigualdades sociales y económicas y que requieren de una gobernanza proactiva y más alianzas

# Crisis de suministro de agua





# Cambio climático → Sequía permanente a futuro?

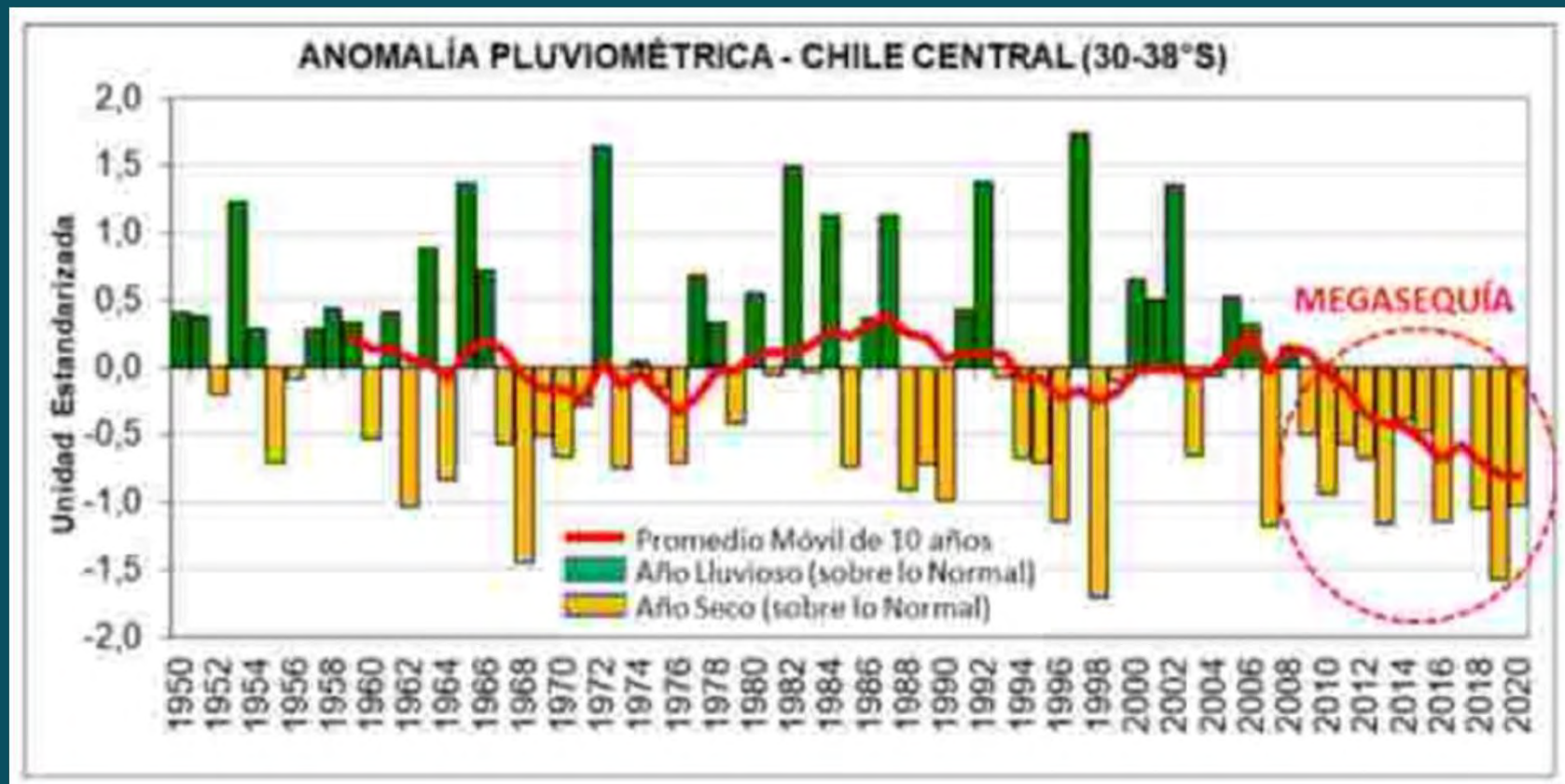
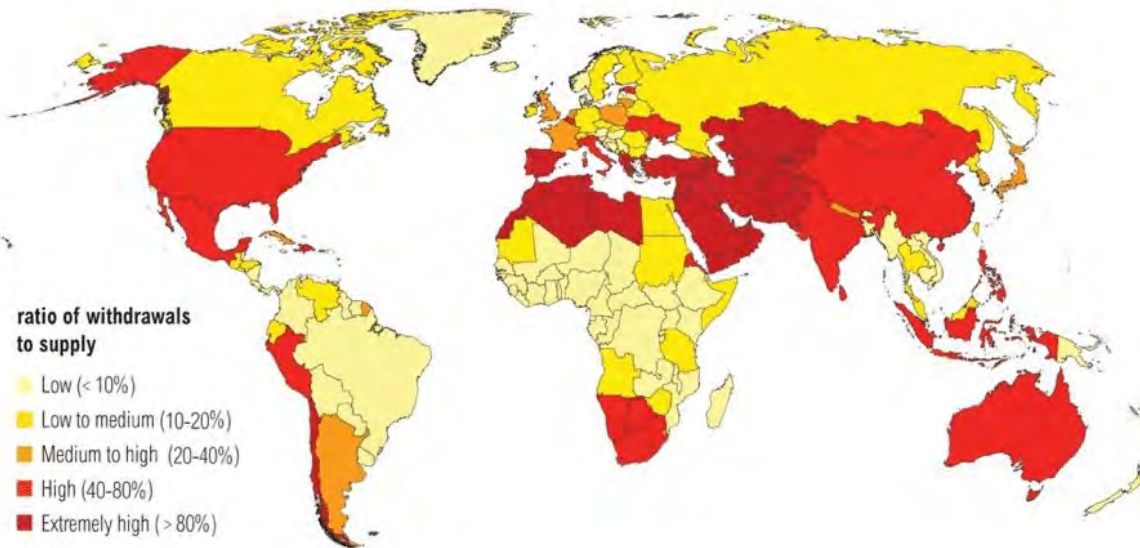



Figura 1. Anomalías de precipitaciones pluviales (DMC, 2020)

## Water Stress by Country: 2040



**NOTE:** Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: [ow.ly/RiWop](https://ow.ly/RiWop)

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

*Países en  
mayor estrés  
hídrico al 2040*

## Efectos del cambio climático...

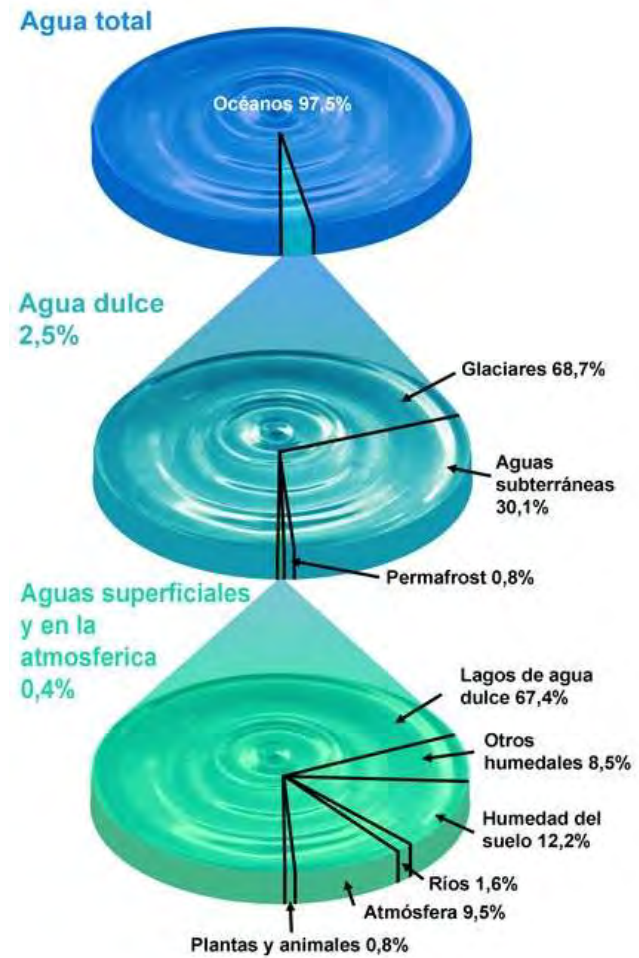
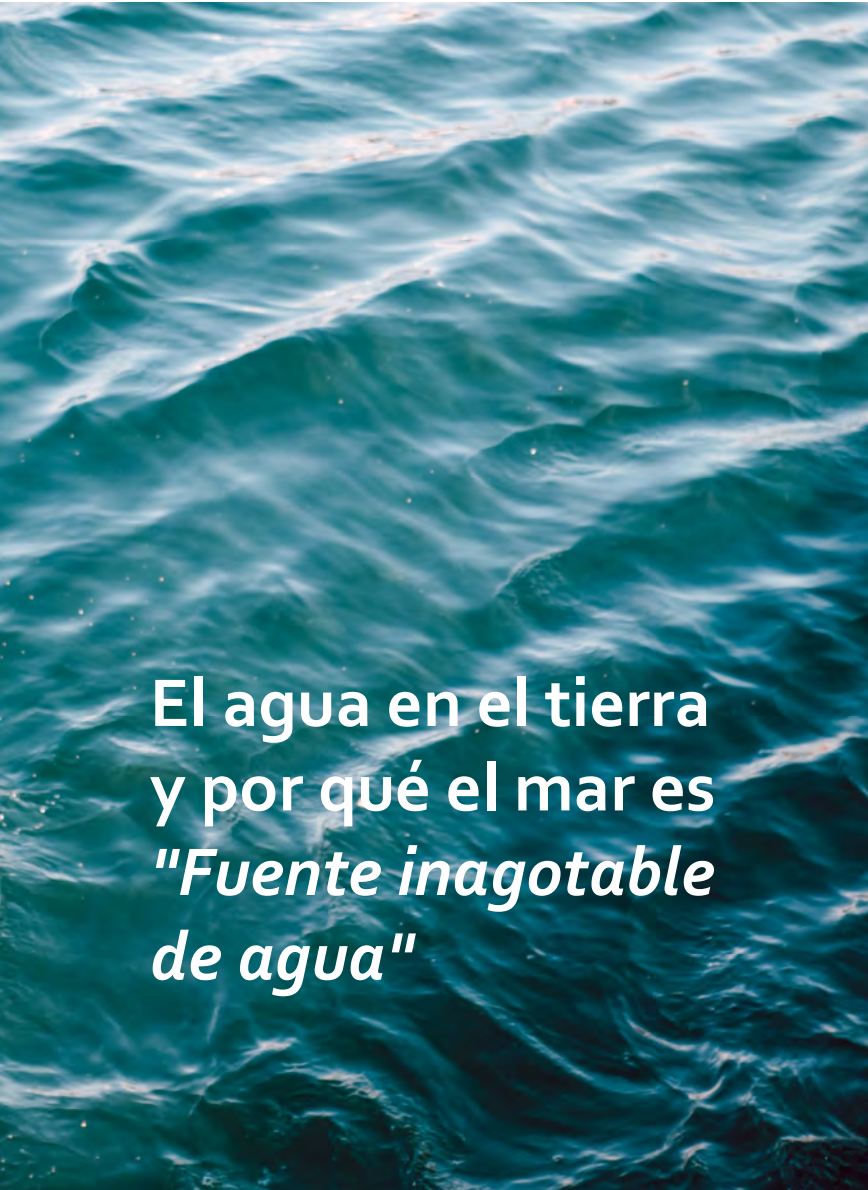


### **IMPACTOS DE LA DESERTIFICACIÓN**

- ❑ PÉRDIDA DE ESPECIES ANIMALES Y VEGETALES
- ❑ INSEGURIDAD ALIMENTARIA
- ❑ POBREZA
- ❑ MIGRACIONES FORZOSAS
- ❑ INUNDACIONES, HURACANES Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Fuente: Ayuda en Acción

### 3. Desalación y Reúso hoy en Chile





## ¿Qué es la Desalación?



La desalación es un proceso mediante el cual se remueven las sales del agua de mar o salobre

Normalmente el agua de mar contiene una concentración típica de sales disueltas, por ejemplo

Océano Pacífico < 3,6%  
Mar Mediterráneo < 4,0%  
Mar Muerto < 37,0%

*% de Sólidos Disueltos Totales (TDS)*

El agua potable en Chile (NCh 409)

TDS < 0.15% (24 veces menos que el agua de mar)

CL < 0.04% (50 veces menos que el agua de mar)

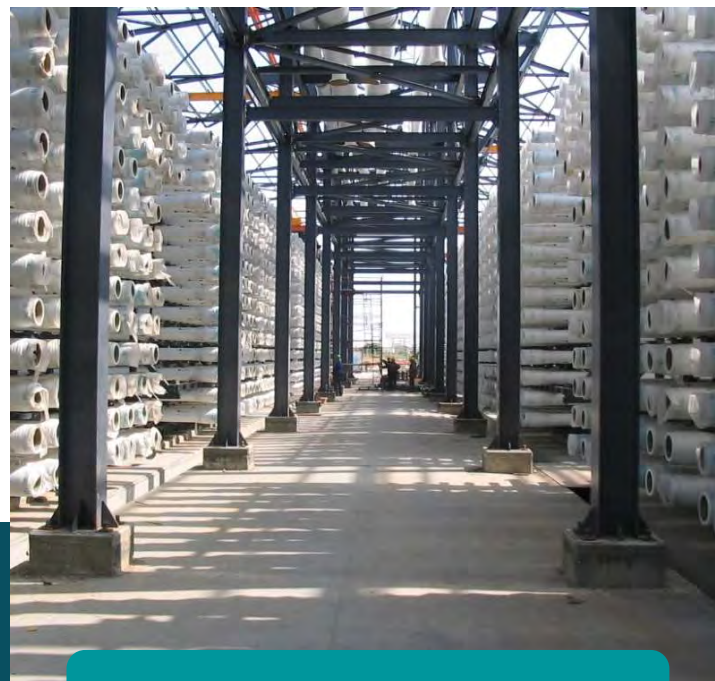
*Por cada 2 litros de agua de mar obtengo 0.9 litros de agua dulce y 1.1 litro de salmuera*



# Tecnologías de desalación



MED MVC Flash

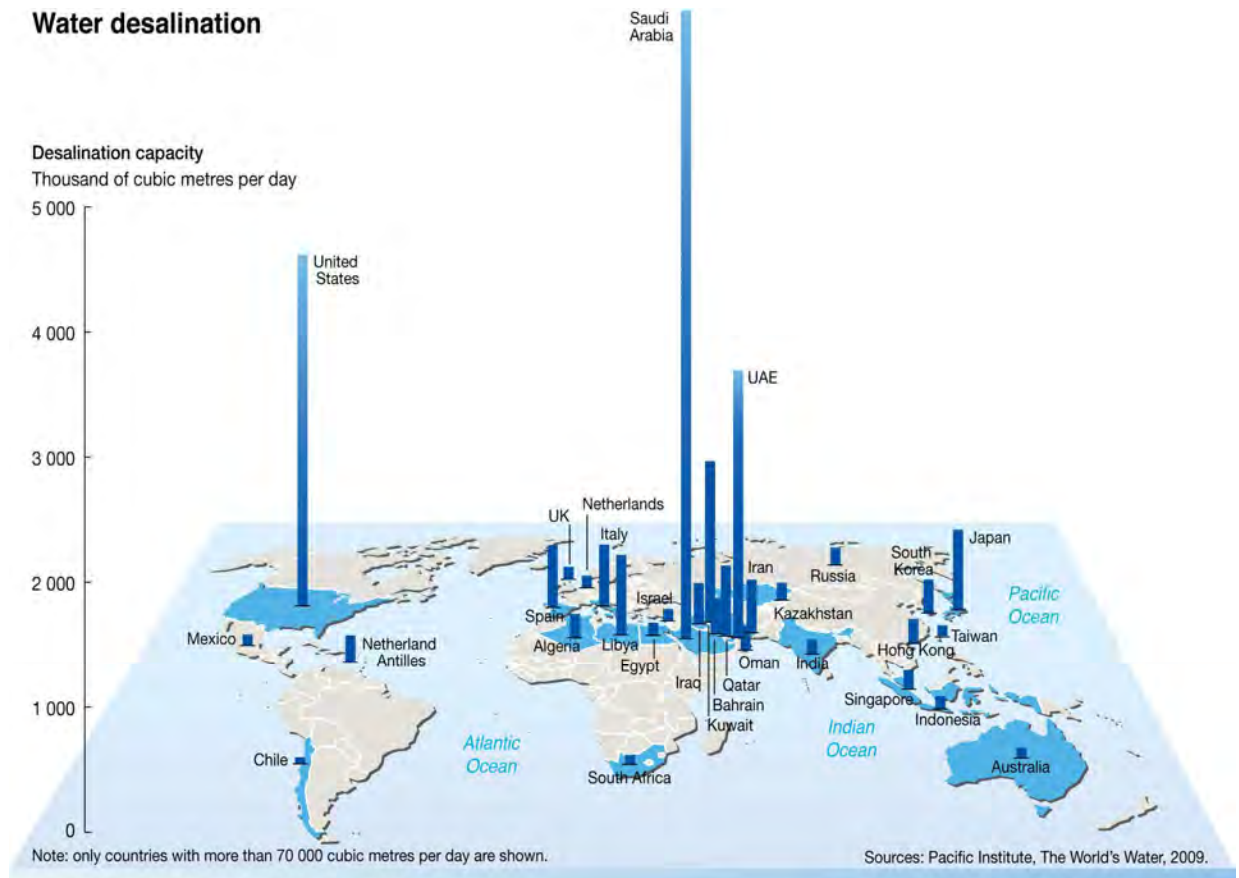


Osmosis reversa

# Desalación en el mundo

- 20.000 plantas desaladoras operaban en el mundo a 2021 con capacidad para producir 100 MM de m<sup>3</sup>/día.
- 9.000 de estas plantas corresponden a desaladoras de agua de mar

(Fuente: researchgate.net)





# Catastro Acades

<b>Plantas desalinizadoras de agua de mar con capacidad mayor a 20 lps (RO)</b>						
	<b>Propietario / Operador</b>	<b>Planta</b>	<b>Región</b>	<b>Sector</b>	<b>Capacidad [L/s]</b>	<b>Fecha inicio</b>
1	Minera Teck	Quebrada Blanca Hipógeno	Tarapacá	Minería	1,200	2023
2	EE Angamos/AES Chile	Angamos	Antofagasta	Industrial	56	2015
3	BHP	Planta 0 y ampliaciones EWS y EWSE	Antofagasta	Minería	3,858	2017 - 18
4	Haldeman Mining Company S.A	Michilla	Antofagasta	Minería	70	2019
5	Antofagasta Minerals	Distrito Centinela (Esperanza + El Tesoro)	Antofagasta	Minería	50	2010
6	KGHM International	Minera Sierra Gorda	Antofagasta	Minería	63	2014
7	Antofagasta Minerals	Minera Antucoya	Antofagasta	Minería	30	2017
8	Grupo EPM	Planta Desaladora Norte - Antofagasta	Antofagasta	Agua Potable	1,053	2002
9	Grupo EPM	Desaladora Tocopilla	Antofagasta	Agua Potable	75	2018
10	BHP	Spence Growth Option (SGO)	Antofagasta	Minería	1,000	2021
11	Gasatacama	Mejillones	Antofagasta	Industrial	30	2010
12	Minera Mantos Copper	Minera Mantoverde	Atacama	Minería	120	2014
13	ECONSSA / Nueva Atacama	Planta Desaladora de Atacama	Atacama	Agua Potable	450	2021
14	AGUASCAP	Planta de Aguas CAP	Atacama	Minería	600	2015
15	Lundin Mining Corporation	Minera Candelaria	Atacama	Minería	500	2013
16	Minera los Pelambres	Fase inicial Ampliación IV Los Pelambres	Coquimbo	Minería	400	2023
				<b>TOTAL</b>	<b>9,555</b>	

# Catastro Acades

## Plantas desalinizadoras de agua de mar con capacidad mayor a 20 lps (MVC o TVC)

	Propietario / Operador	Planta	Región	Sector	Capacidad [L/s]	Fecha inicio operación
17	Engie	CTT Tocopilla	Antofagasta	Industrial	22	2008
18	Norgener / AES Andes	Tocopilla	Antofagasta	Industrial	25	2013
19	EE Cochrane /AES Chile	Mejillones	Antofagasta	Industrial	56	2014
20	Guacolda	Huasco	Atacama	Industrial	70	1997
21	EE Ventanas/ AES Chile	Unidad 3 Ventanas	Valparaíso	Industrial	28	2008
22	EE Campiche/ AES Chile	Unidad 4 Ventanas	Valparaíso	Industrial	30	2008
23	Colbún	Central Térmica Santa María	Bio Bio	Industrial	33	2012
24	Methanex	Cabo Negro	Magallanes	Industrial	63	
				<b>TOTAL</b>	<b>327</b>	

# Catastro Acades

<b>Plantas en construcción</b>						
	Propietario / Operador	Planta	Región	Sector	Capacidad [L/s]	Fecha inicio operación
24	Minera Doña Inés de Collahuasi	Planta Desaladora Collahuasi	Tarapacá	Minería	1,050	2024
25	Codelco	Planta desaladora Distrito Norte	Antofagasta	Minería	840	2025
26	Capstone	Expansión Mantoverde	Atacama	Minería	260	2024
17	Grupo EPM	Planta Desaladora Antofagasta	Antofagasta	Agua Potable	634	2024
29	Aguas Pacífico S.A.	Aconcagua	Valparaiso	Multipropósito	1,000	2025
				<b>TOTAL</b>	<b>3,784</b>	

# Desalación en Chile

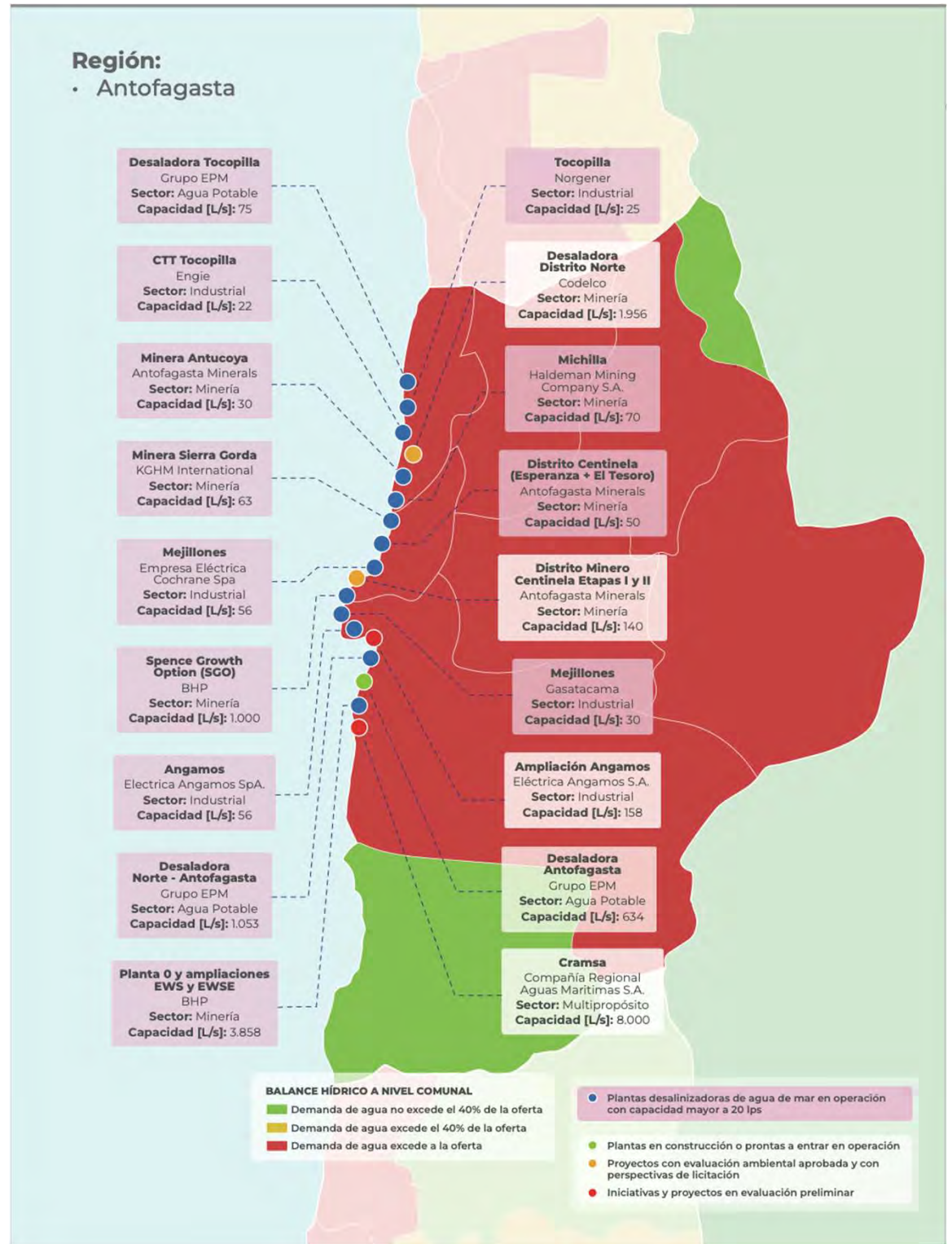
## Catastro de Plantas y Proyectos de Desalación de Agua de Mar en Chile



\*El catastro considera plantas y proyectos con capacidad superior a 20 l/s.

# Desalación en Chile

## Catastro de Plantas y Proyectos de Desalación de Agua de Mar en Chile

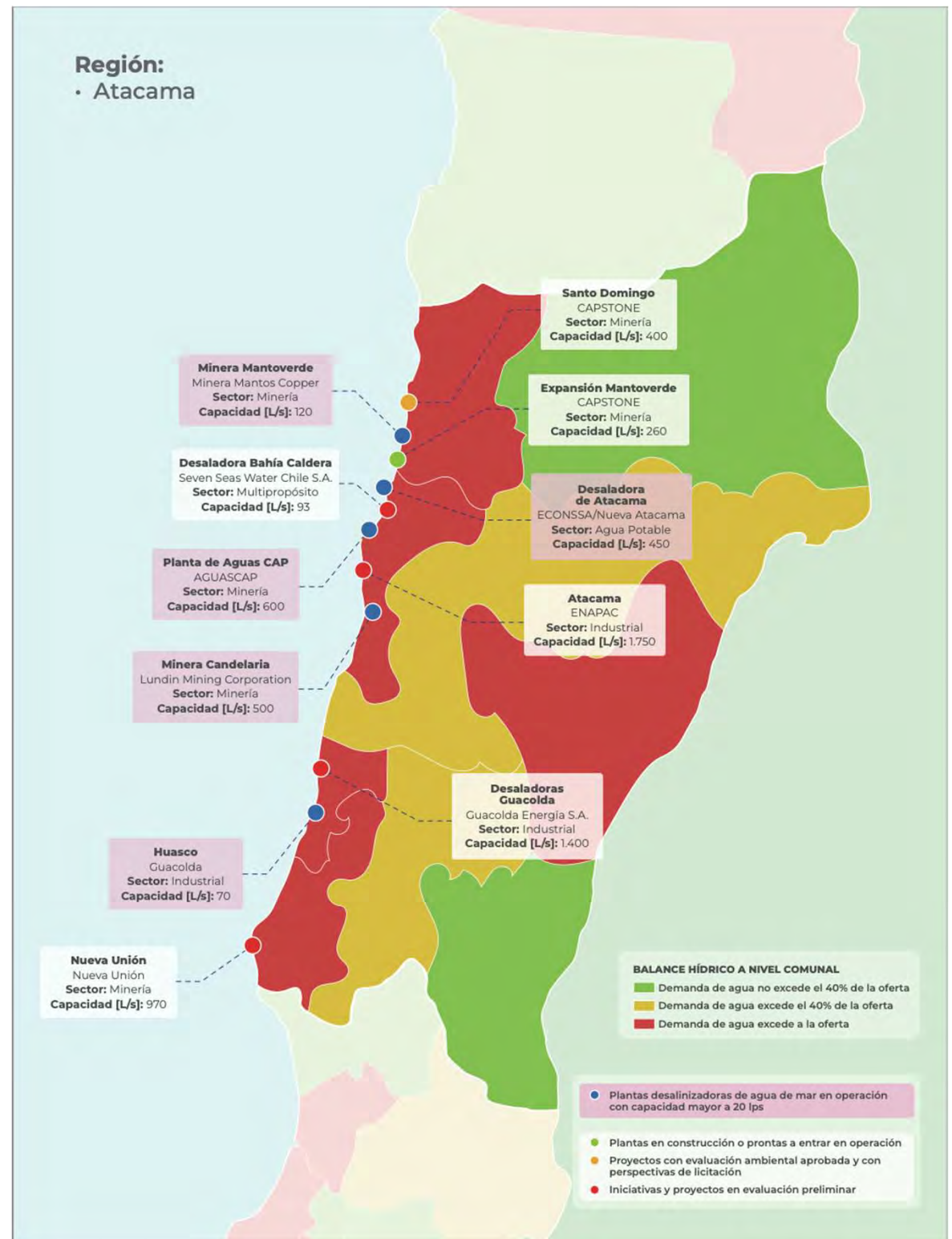


\*El catastro considera plantas y proyectos con capacidad superior a 20 l/s.

# Desalación en Chile

## Catastro de Plantas y Proyectos de Desalación de Agua de Mar en Chile

Región:  
• Atacama



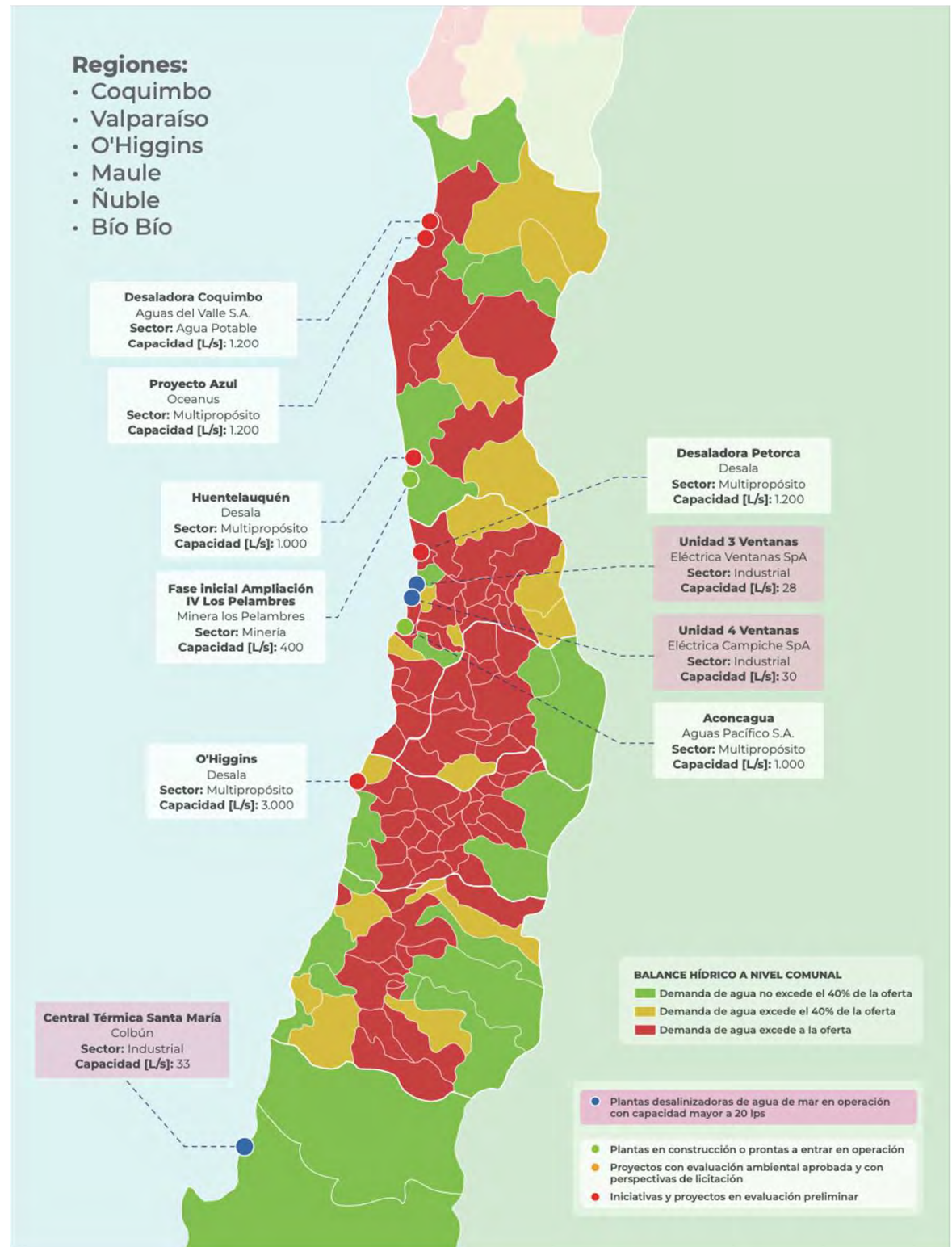
\*El catastro considera plantas y proyectos con capacidad superior a 20 l/s.

# Desalación en Chile

## Catastro de Plantas y Proyectos de Desalación de Agua de Mar en Chile

### Regiones:

- Coquimbo
- Valparaíso
- O'Higgins
- Maule
- Ñuble
- Bío Bío



\*El catastro considera plantas y proyectos con capacidad superior a 20 l/s.

# Desalación en Chile

## Catastro de Plantas y Proyectos de Desalación de Agua de Mar en Chile

\*El catastro considera plantas y proyectos con capacidad superior a 20 l/s.





## Consumo de agua en Chile por usuario

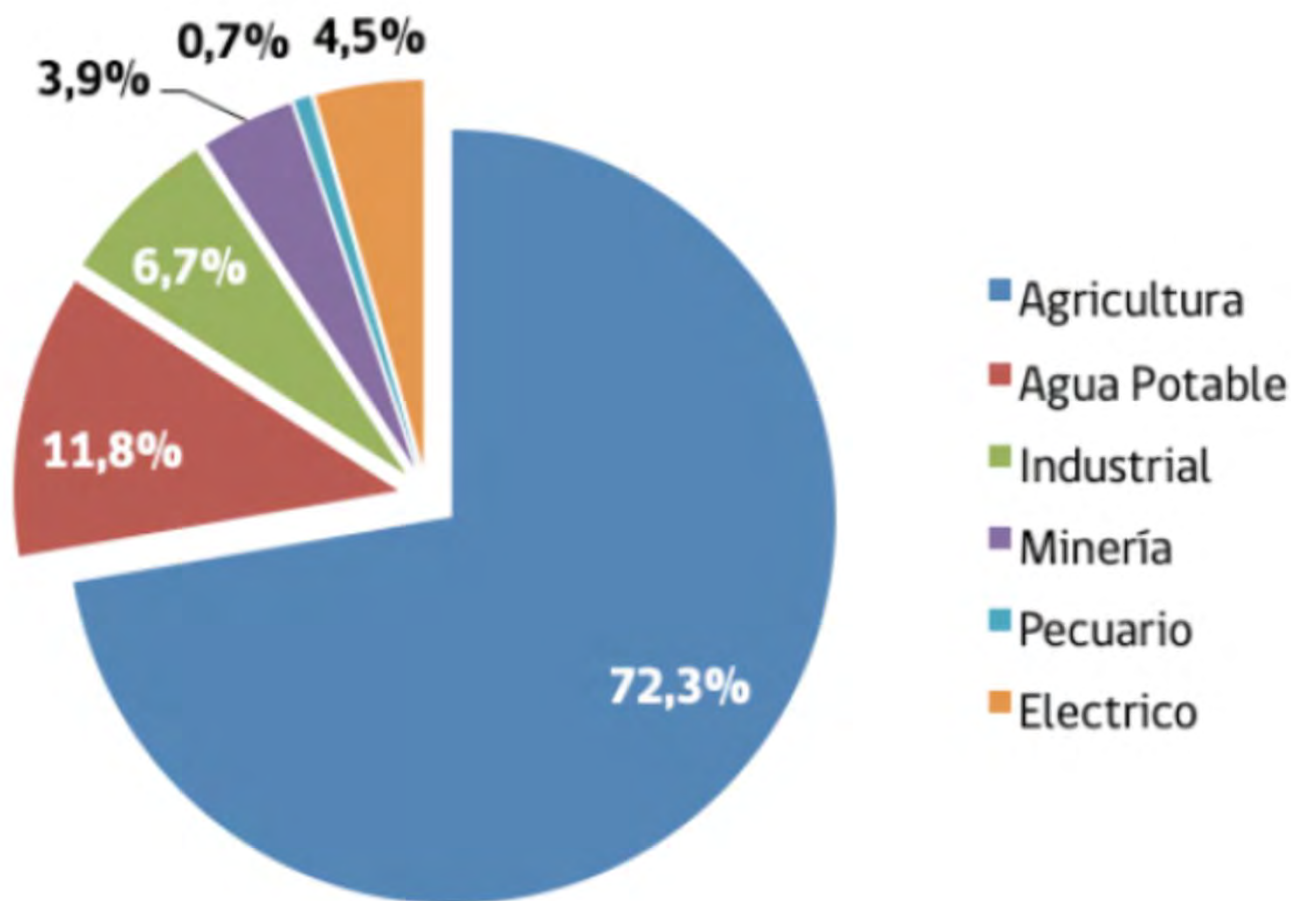
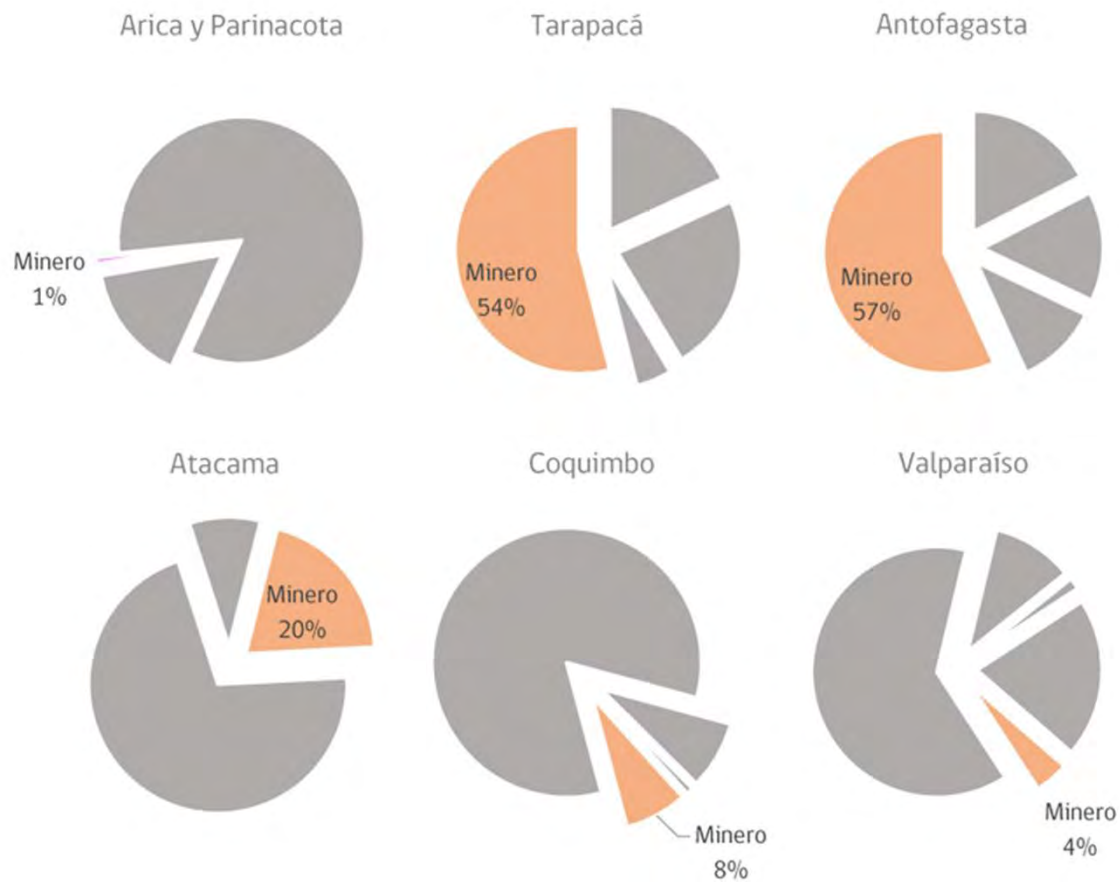


Figura 1. Demanda de agua consultiva en Chile (DGA, 2017)

# Consumo de agua en Chile por uso y Región

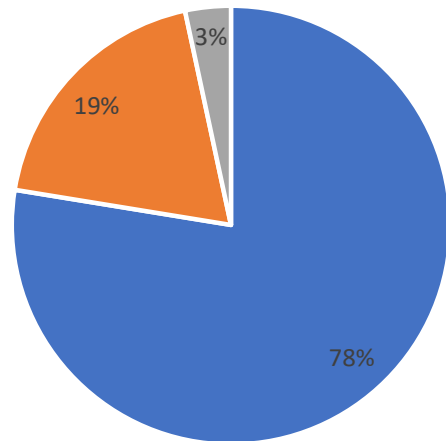
Región	Nombre	DISTRIBUCIÓN DEMANDA CONSUNTIVA 2015							
		APU	APR	AGR	PEC	MIN	IND	ELE*	
XV	Arica y Parinacota	15%	1%	83%	0%	1%	0%	0%	
I	Tarapacá	23%	0%	18%	0%	54%	5%	0%	
II	Antofagasta	15%	0%	17%	0%	57%	11%	0%	
III	Atacama	9%	0%	71%	0%	20%	0%	0%	
IV	Coquimbo	7%	1%	83%	0%	8%	1%	0%	
V	Valparaíso	9%	1%	63%	0%	4%	2%	21%	
XIII	Metropolitana	32%	1%	62%	1%	1%	2%	2%	
VI	O'Higgins	2%	2%	91%	1%	4%	1%	0%	
VII	Maule	1%	1%	96%	0%	0%	1%	0%	
VIII	Biobío	9%	1%	42%	0%	0%	31%	17%	
IX	Araucanía	14%	2%	62%	2%	0%	9%	10%	
XIV	Los Ríos	14%	6%	5%	6%	0%	66%	2%	
X	Los Lagos	17%	4%	1%	5%	0%	73%	0%	
XI	Aysén	43%	11%	6%	11%	22%	8%	0%	
XII	Magallanes y Antártica	50%	1%	10%	15%	3%	3%	19%	
<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>11%</b>	<b>1%</b>	<b>72%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	

# Consumo de agua en Chile por usuario y Región



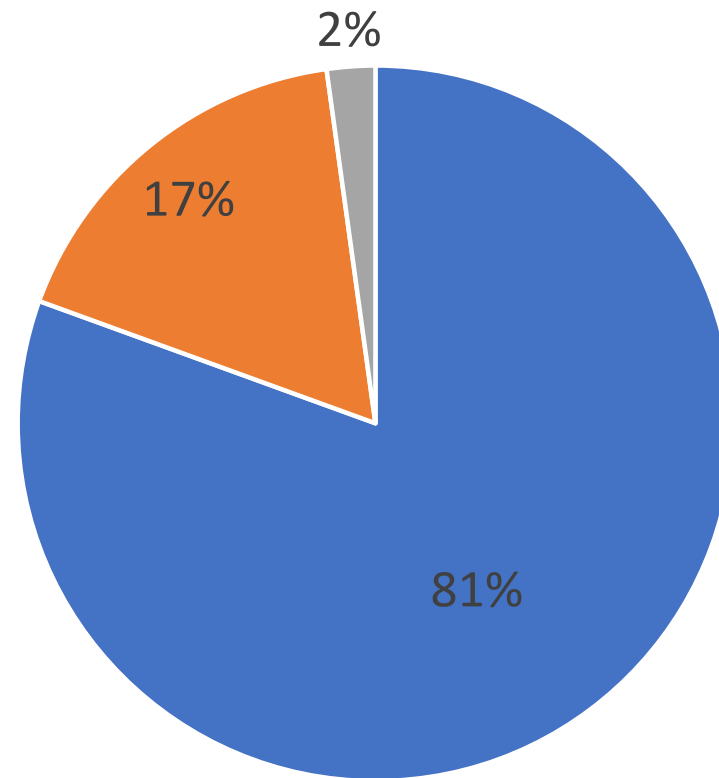
# Desalación en Chile

Porcentaje Participación en Desalación Oct 2023



■ Minería ■ Sanitaria ■ Energía y otros

Porcentaje Participación en Desalación 2026

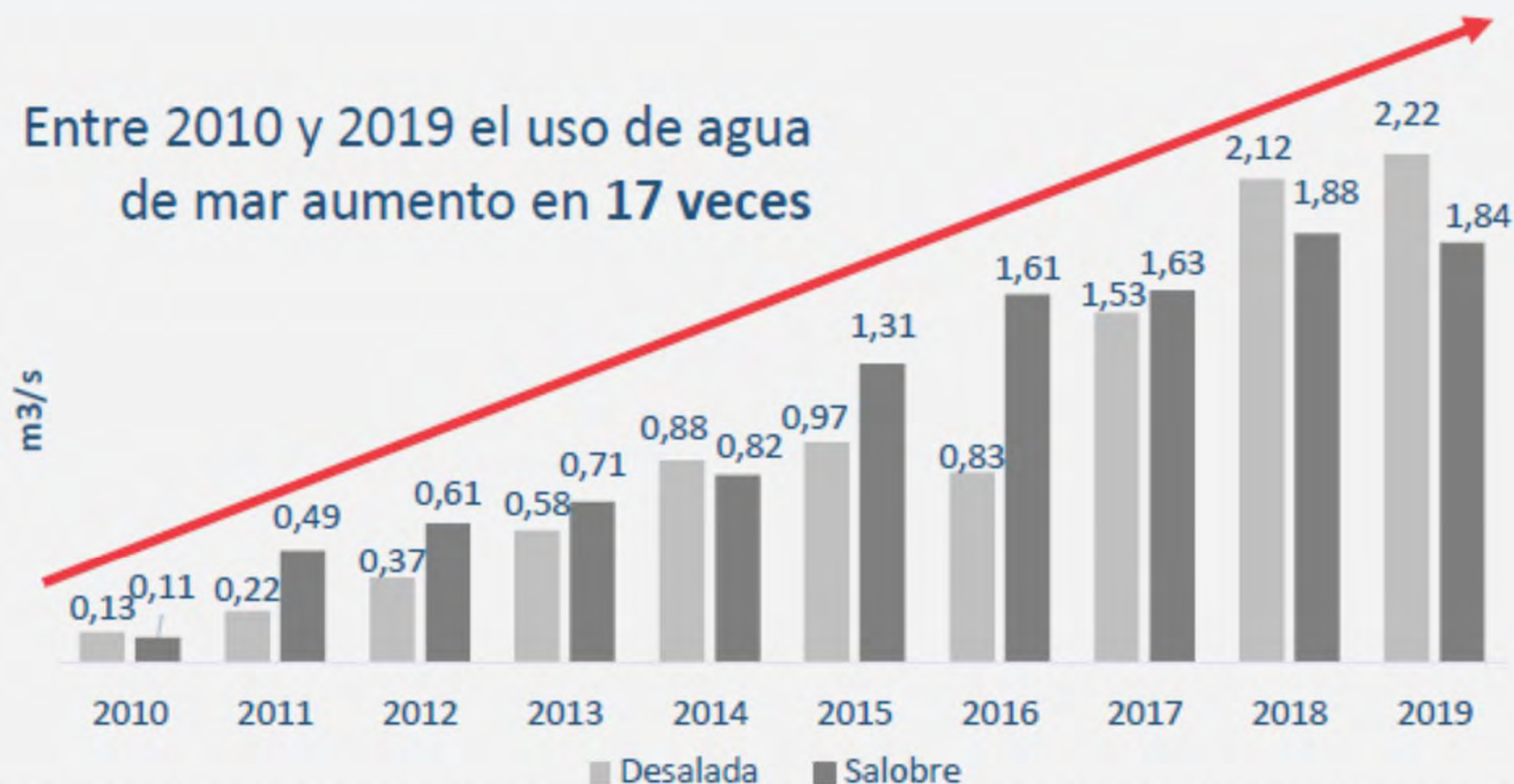


■ Minería ■ Sanitaria ■ Energía y otros

# La minería y el agua desalinizada

## Evolución histórica uso agua de mar en minería

Entre 2010 y 2019 el uso de agua de mar aumento en 17 veces

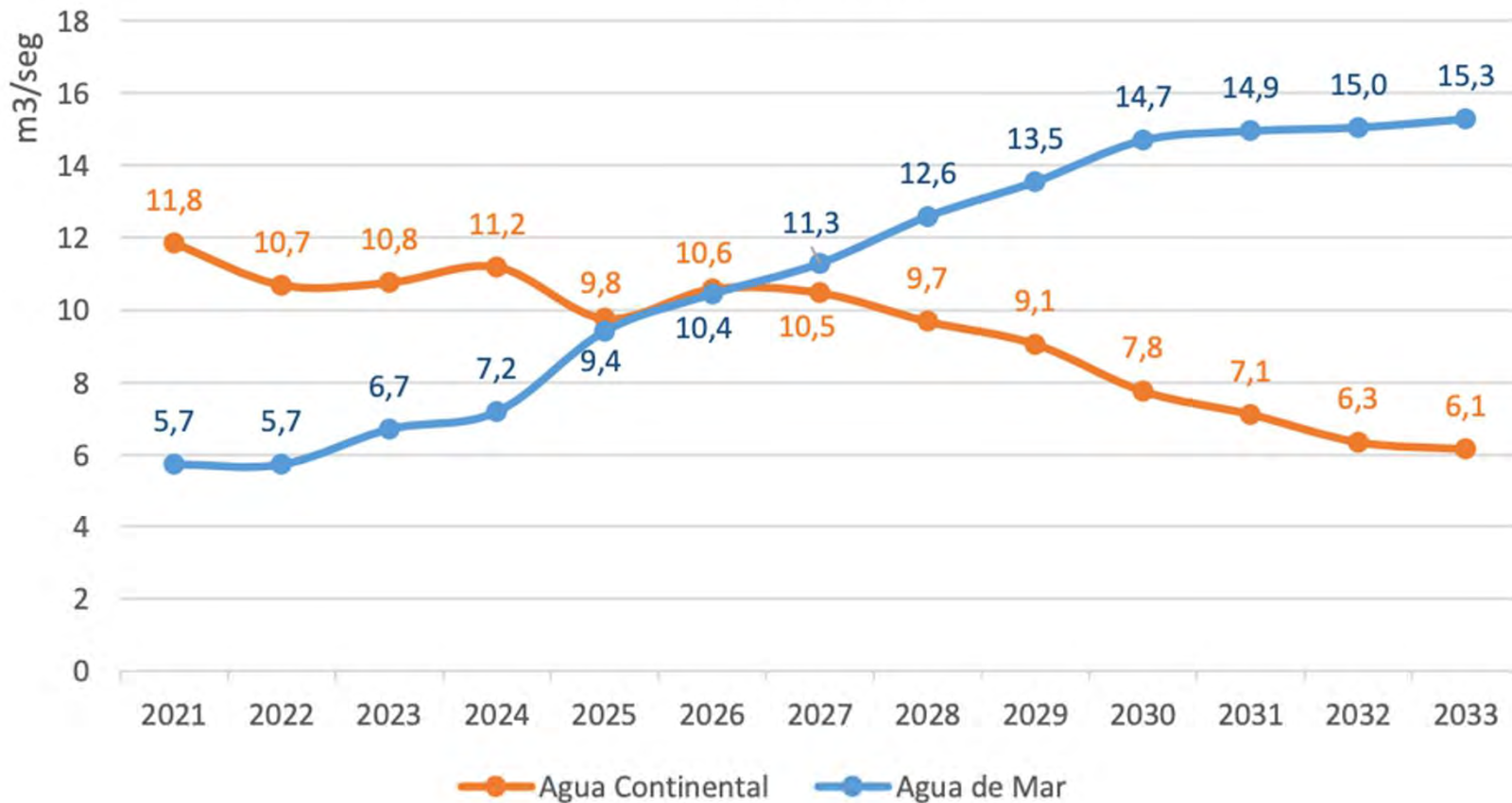


**Total** 0,24 m3/s

4,06 m3/s

# Agua desalada para consumo en minería

Figura 2. Proyección esperada demanda de agua en la minería del cobre según origen 2022-2033



### 3. Principales desafíos

- 1) Conocimiento del litoral & Ordenamiento Territorial
- 2) Licencia Social
- 3) Permisos
- 4) Precio & Tarificación del agua
- 5) Marco regulatorio

# Licencia social y opinión pública



## Preocupación por la opinión pública

### Pescadores protestan contra planta desalinizadora en Quintero

by Redacción — 17 abril 2023 in Actualidad, Regional



### Comunidad Seri protesta por desaladora; AMLO propone aprovechar acuíferos

Algunos miembros de la etnia manifestaron su preocupación por el impacto ambiental que tendrá el proyecto



### Pescadores y surfistas se rebelan contra el emisario de salmuera en el mar de La Santa

Unas 300 personas se manifestaron este domingo para exigir una alternativa e "información clara" del proyecto al Ministerio de Agricultura y el Gobierno de Canarias







## Cataluña se prepara para traer agua en barcos si la sequía no remite

La sequía histórica que vive Cataluña, la más grave desde que existen registros, podría obligar pronto a traer agua potable en barcos a través del Puerto de Barcelona. **La situación hídrica en la ciudad ya es de "emergencia nacional"**, según lo describió el consejero de Acción Climática, David Mascort. En una entrevista anterior, Mascort confirmó que están llevando a cabo los preparativos en el Puerto para adaptar las instalaciones y poder recibir barcos con agua si es necesario. Los trabajos tienen un coste de cuatro millones de euros y estarían listos en un par de meses.

# Licencia Social & Mitos

Primer estudio mundial sobre el tema:

## Plantas desalinizadoras generan más residuos tóxicos que agua

• La mayoría de estos desechos terminan en la tierra o el mar.

Unas 36 mil plantas de desalinización en el mundo producen más residuos tóxicos que agua potable, según el primer estudio mundial sobre la materia.

Por cada litro de agua obtenido del mar o de aguas salobres, un litro y medio de barro salado, llamado salmuera, termina en el océano o la tierra, según la investigación publicada ayer en la revista *Science of the Total Environment*.

La salmuera extremadamente salada es todavía más tóxica al estar compuesta por químicos utilizados en el proceso de desalinización, como por ejemplo el cobre y el cloro.

La cantidad total de salmuera producida —más de 50 mil millones de metros cúbicos al año en el mundo— podría cubrir una superficie equivalente a las regiones de Tarragona y Antioquia con una capa de 30 cm, según calcula el estudio.

"El mundo produce menos agua desalinizada que salmuera", dijo a la AFP Manzoor Qadir, coautor del informe y científico del Instituto del Agua, Medioambiente y Salud de la Universidad de la ONU en Ontario (Canadá). "Casi toda la salmuera regresa al medioambiente, sobre todo al océano", dijo.

Toda esta sal adicional aumenta la temperatura de las aguas costeras y disminuye el nivel de oxígeno, lo que puede crear "zonas muertas". "En estas condiciones, para los organismos acuáticos es difícil respirar. Necesitan O<sub>2</sub> para sobrevivir", agregó Qadir.

Más de la mitad de la salmuera mundial procede solo de cuatro países: Arabia Saudita (22%), los Emiratos Árabes Unidos (20,2%), Kuwait (6%) y Qatar (5,8%).

África del Norte, Medio Oriente y muchas pequeñas islas en lugares como el Pacífico dependen en gran



Algunos proyectos piloto que estudian formas de disminuir los desechos tóxicos de la desalinización han demostrado que modificando la salmuera es posible incluso aumentar la producción de algunas especies de peces en acuicultura. En la imagen, la planta desalinizadora de Carlsbad en California, EE.UU., con el Pacífico al fondo.

medida del agua desalinizada. Casi dos tercios de ella son para consumo, y el resto se utiliza como refrigerante en la producción de energía y también en la agricultura.

Una de cada cuatro personas vive en regiones donde los recursos de agua son insuficientes un período del año, mientras que unos 500 millones sufren escasez todo el año.

Desde 2015, el Informe de Riesgos Globales del Foro Económico Mundial incluye las "crisis del agua" entre las amenazas globales, por encima de los desastres naturales y las migraciones.

La escasez de agua tiene muchas causas, entre ellas una población global masiva que se acerca a los 8 mil millones de personas. Muchos grandes ríos ya no llegan al mar, las zonas acuíferas se secan y la conta-

minación también afecta al agua.

Con el cambio climático, la situación empeorará. Por cada grado que sume el planeta, alrededor de 7% de la población mundial tendrá 20% menos agua, según el IPCC.

"La tecnología de desalinización ha beneficiado a muchas personas", dijo Qadir, "pero no podemos ignorar la producción de salmuera, que se convertirá en un grave problema en el futuro".

En 2025, el mundo contará con al menos 17.500 plantas. Hoy, más del 90% de las plantas de desalinización se hallan en países ricos, lo que demuestra que la tecnología es cara. Pero eso también significa que esos países tienen la capacidad de desarrollar formas de desechar la salmuera que no afecten tanto el medio ambiente, según Qadir.

... "Por cada litro de agua obtenido del mar o de aguas salobres, un litro y medio de barro salado, llamado salmuera, termina en el océano o la tierra, según la investigación publicada ayer en la revista *Science of the Total Environment*" ....

Es la salmuera ¿un barro salado ? (o barro tóxico)

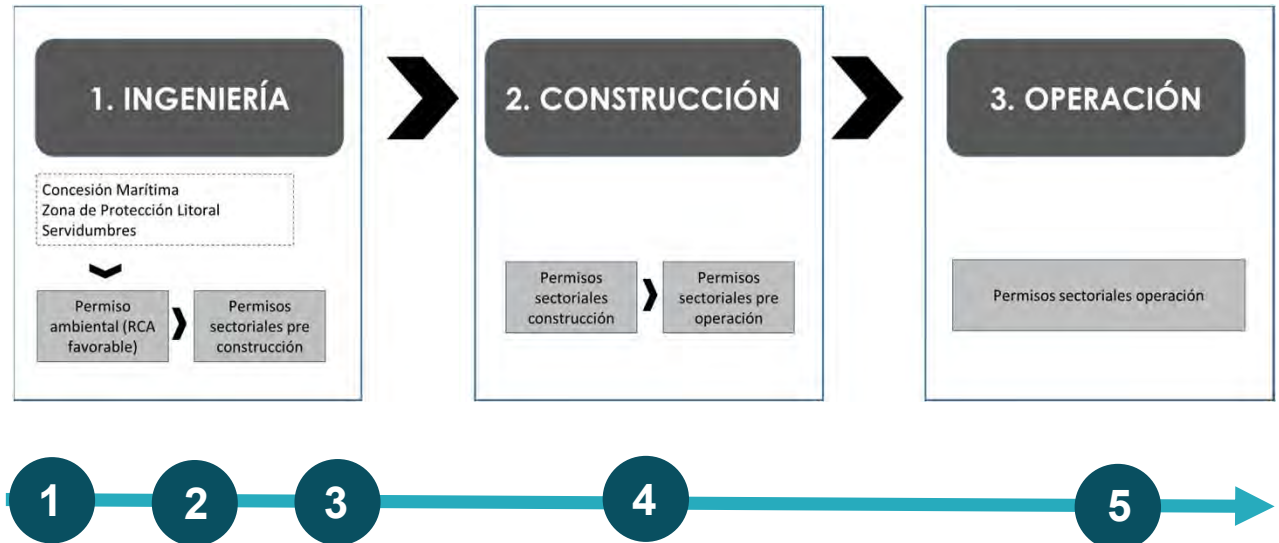


# Permisos y plazos

## Tiempos y permisos

Actualmente desde que se decide iniciar un proyecto de una desaladora mediana a grande (sobre 20 lps) hasta producir agua desalinizada pueden transcurrir **más de 10 años**.

- 1 Concesión marítima: 3 años
- 2 Permiso ambiental (RCA): 3 años
- 3 Permisos Sectoriales Pre Construcción: 1 año
- 4 Construcción: 2 años
- 5 Operación: 1 año



## Precio del agua desalinizada

### Capex ( 40% – 60% )

- Ubicación
- Calidad del agua de mar y agua producto
- Distancia del mar
- Tipo de suelos / normas sísmicas
- Tipo de OOMM
- Tamaño planta ( escala )
- Acceso a suministro eléctrico e infraestructura en general
- Distancia a puntos de consumo y altura sobre el nivel del mar
- Periodo de amortización de la inversión
- Tasas de descuento e interés y razón deuda / patrimonio

### Opex ( 60% – 40% )

- Energía ( eléctrica o térmica )
- Membranas
- Químicos
- Filtros
- Repuestos
- Personal
- Seguros

- ¡ Sistema de Transporte del agua desalinizada !

# Cómo tener el menor precio por m<sup>3</sup>?

**Buen proyecto,  
optimizando Capex**  
(ubicación, economías  
de escala, etc)

**Diseño eficiente  
y energía  
eléctrica barata**

**Costo del transporte de  
agua puede costar más  
que desalinizar el agua.  
Acá es clave el costo de  
las tuberías y bombas  
como también los kw  
necesarios, los que  
dependen básicamente  
de la altura.**

**Mínima demanda de  
agua asegurada**  
(Contratos "Take or  
Pay")

**Demanda pareja:  
  
Día & noche  
  
Invierno & verano**

**Debe ser un  
proyecto  
bancable!**

## Antecedentes regulatorios

### Marco regulatorio:

Ausencia de marco normativo especial para desarrollar la desalación en Chile.

La construcción y operación de plantas de desalinización se ha desarrollado sobre la base de:

Interpretación del marco regulatorio existente para uso del borde costero;

Normativa ambiental para plantas de tratamiento de aguas;

Normativa minera en materia de servidumbres; y

Normativa disgregada en materia de

### Problemas:

La Concesión Marítima sólo habilita la instalación de las obras de infraestructura, no la extracción de agua de mar. La habilitación formal viene de una interpretación dada por la CGR.

No existe una causal de ingreso especial al SEIA que regule las condiciones para el desarrollo de la actividad.

Son múltiples los organismos públicos con competencia para la autorización de proyectos de desalinización. Ausencia de



## Contexto Proyecto de Ley

### Proyecto Original:

- **El agua desalada es un bien nacional de uso público:** establece que el agua desalada resultante del funcionamiento de las plantas que utilicen aguas de mar es un bien nacional de uso público;
- **La concesión marítima como título concesional de desalinización:** La actividad de desalinización de agua de mar y el uso del agua desalada pueden ser aprovechada en virtud de una concesión marítima. Para estos efectos, los titulares de una concesión marítima tienen derecho exclusivamente a utilizar las aguas en la cantidad y con la finalidad que fueron requeridos; y,
- **Estrategia Nacional de Desalinización:** establece la creación de una Estrategia Nacional de Desalinización que tendrá por objeto: la determinación de las orientaciones y prioridades para el uso de aguas de mar y la instalación de plantas.





# Contexto Proyecto de Ley

## Indicación sustitutiva, Marzo 2022:

- **Definición del Bien Nacional de Uso Público objeto de la concesión:** son bienes nacionales de uso público el mar adyacente, las aguas, el fondo marino y sus playas los que pueden ser aprovechados en virtud de la concesión de desalinización que sustituye la concesión marítima.
- **Procedimiento para el otorgamiento de concesiones:** competencia de la DGA en un sistema de ventanilla única, obligación de considerar opinión de la SFA.
- **Oposición y prelación para nuevas concesiones:** establece el derecho de oposición al otorgamiento de una concesión por parte de terceros con derechos adquiridos incompatibles con ésta. Además, establece un sistema de prelación para el caso de haber múltiples interesados en el otorgamiento de una concesión.
- **Servidumbres:** la creación de un sistema de servidumbres especial para el emplazamiento de las obras necesarias para el ejercicio de la concesión y su conducción.



# Contexto Proyecto de Ley

## Indicación sustitutiva, Marzo 2022:

**Evaluación ambiental:** los proyectos para la extracción de agua de mar y/o desalinización estarán sometidos al SEIA, un reglamento del Ministerio del Medio Ambiente deberá determinar los umbrales para su ingreso. Además, establece la simultaneidad en la tramitación de la concesión de desalinización y la RCA. •

**Cargas públicas:** La DGA podrá instruir a todo proyecto que suministre menos del 50% de su capacidad total de producción para consumo humano, previa consulta de la SISS o de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales y por razones fundadas, a aportar hasta un 5% de su capacidad de producción mensual de agua desalada para uso humano. •

**Proyectos para consumo humano:** Por un periodo de 15 años, estos proyectos podrán acogerse al artículo 67 del RSEIA y a procedimiento simplificado de informe de la Subsecretaría de FFAA respecto del uso del borde costero. •

