

# Energía y desalación en Chile

Desafíos para la competitividad  
de la seguridad hídrica

Asociación Chilena de Desalación y Reúso AG  
Julio 2025





# Contenidos

01

ACADES

---

02

Agua y desalación en la minería

---

03

Algunas variables críticas  
en plantas desaladoras

---

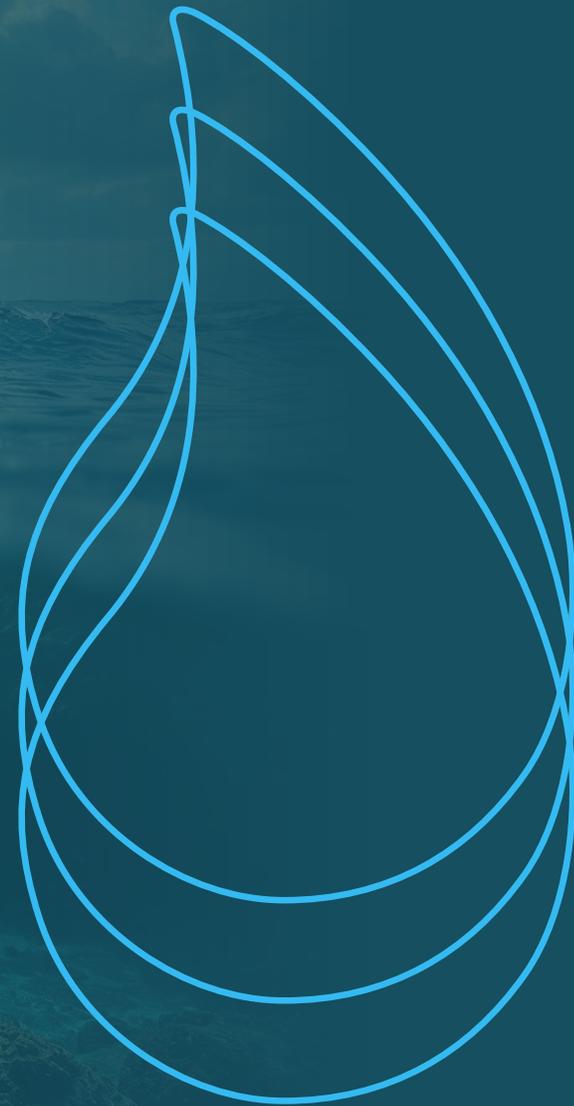
04

Competitividad para la  
seguridad hídrica



01

ACADES





- .....→ ACADES tiene como PROPÓSITO el impulsar la adaptación al cambio climático a través del desarrollo de la desalación de agua de mar y el reuso de aguas residuales para generar nuevas fuentes de agua para Chile.
- .....→ Nuestra MISIÓN es promover el desarrollo de la desalación de agua de mar y el reuso de aguas residuales como fuentes de agua para Chile, a través de soluciones accesibles, eficientes y sostenible.
- .....→ Nuestra VISIÓN es que todas las personas y actividades productivas e industriales en Chile puedan tener acceso al agua, a través de procesos que se desarrollen en armonía con las comunidades y el medio ambiente.

# Nuestros Socios



Owners

Desarrolladores

Tecnólogos

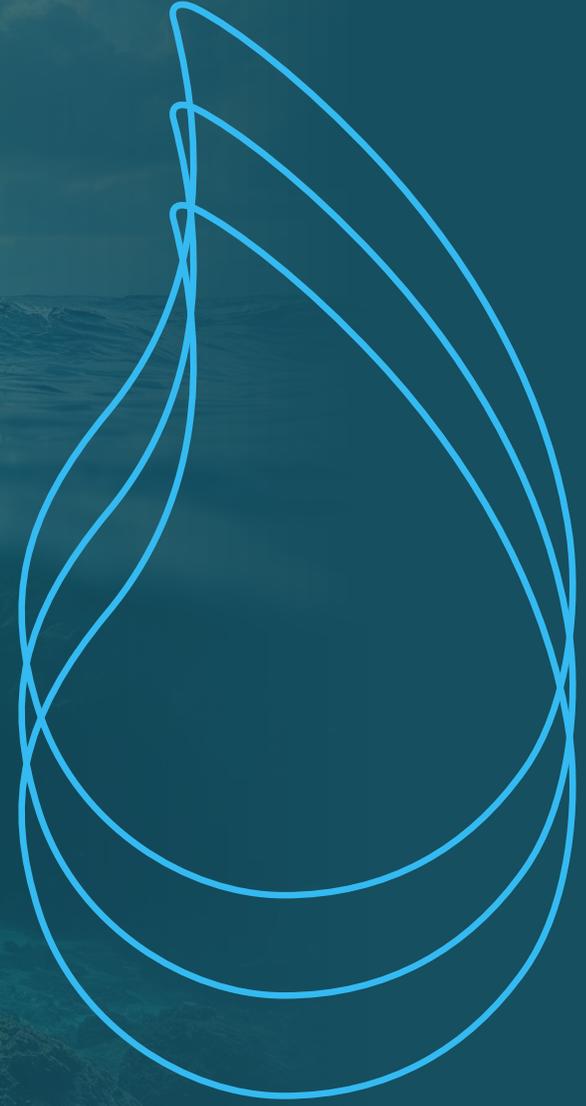
Consultores

Proveedores

Servicios Jurídicos y Financieros

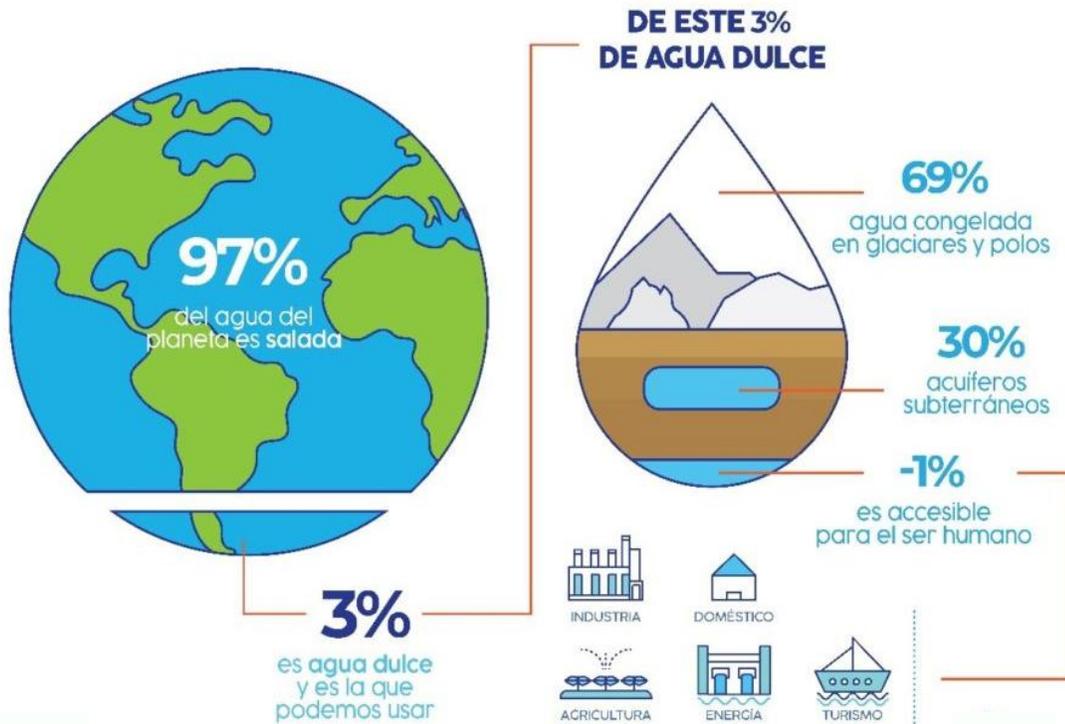
02

Agua y  
desalación  
en la minería

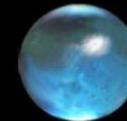
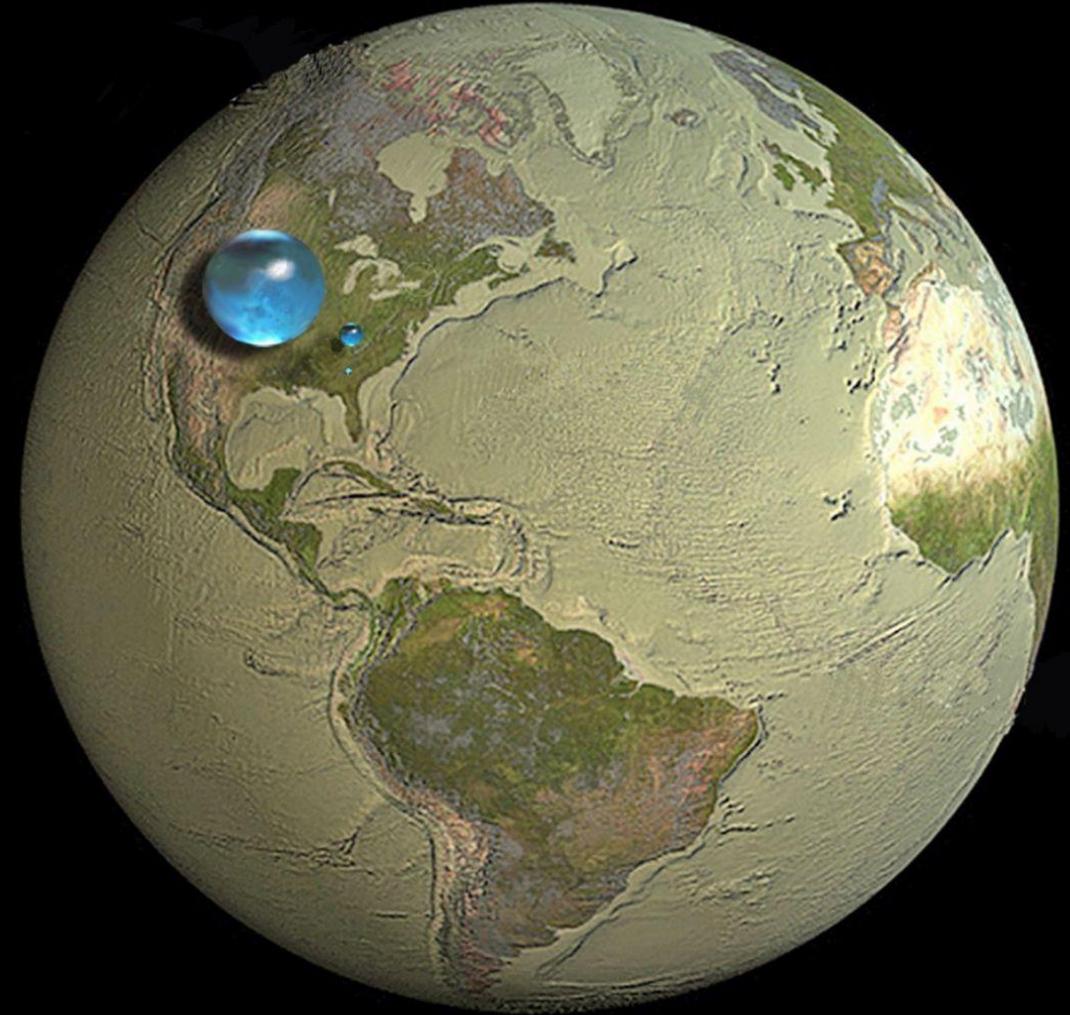


# AGUA EN EL PLANETA

El **agua**, es el elemento más importante en la Tierra, está por todas partes, en las nubes, en la humedad del ambiente, en ríos, lagos y océanos, debajo de la tierra, dentro de plantas y animales, incluso, dentro de nosotros.



# The World's Water

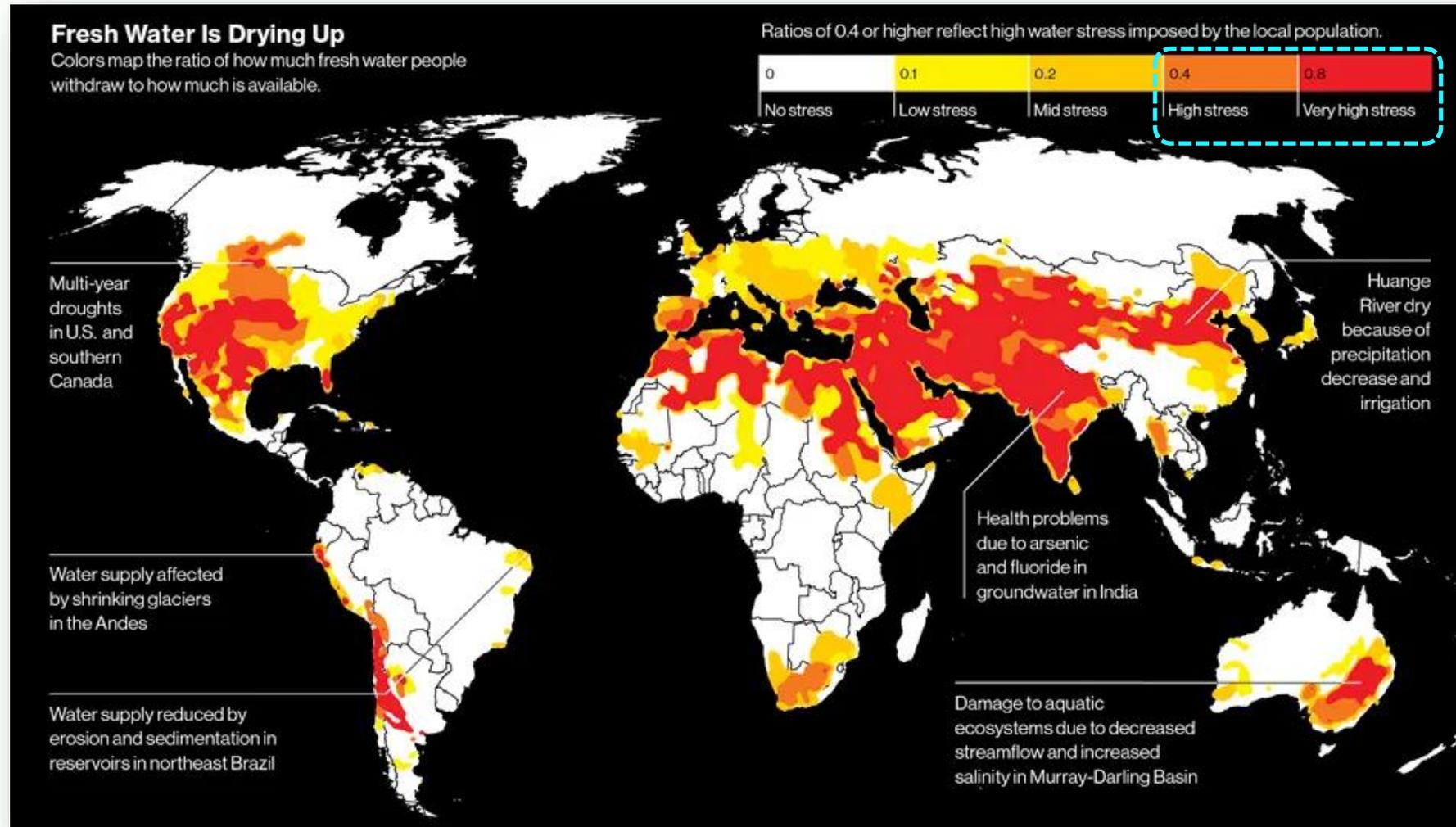


All water on, in, and above the Earth

- Liquid fresh water
- Fresh-water lakes and rivers

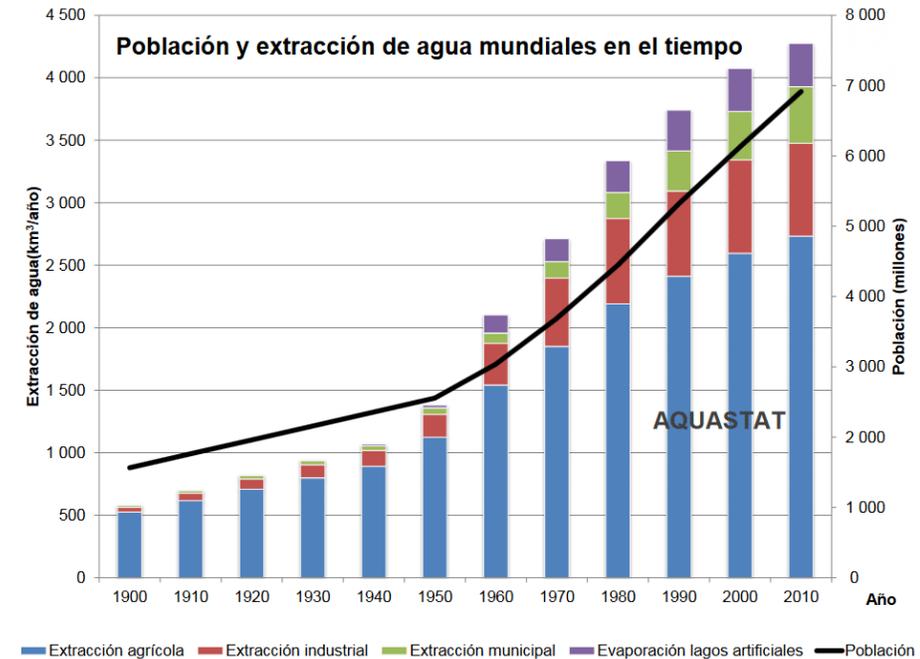
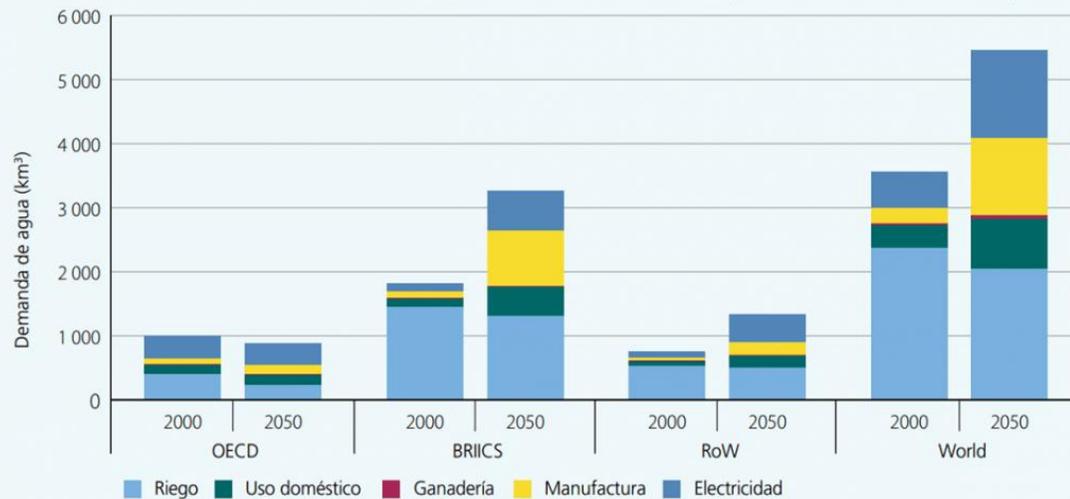
Howard Perlman, USGS,  
Jack Cook, Woods Hole Oceanographic Institution,  
Adam Nieman  
Data source: Igor Shiklomanov  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html>

# El agua continental se está secando



# La demanda mundial de agua crecerá un 55% promedio para el 2050 según la ONU

FIGURA 2.8 DEMANDA MUNDIAL DE AGUA (CAPTACIÓN DE AGUA DULCE): ESCENARIO DE REFERENCIA, 2000 Y 2050



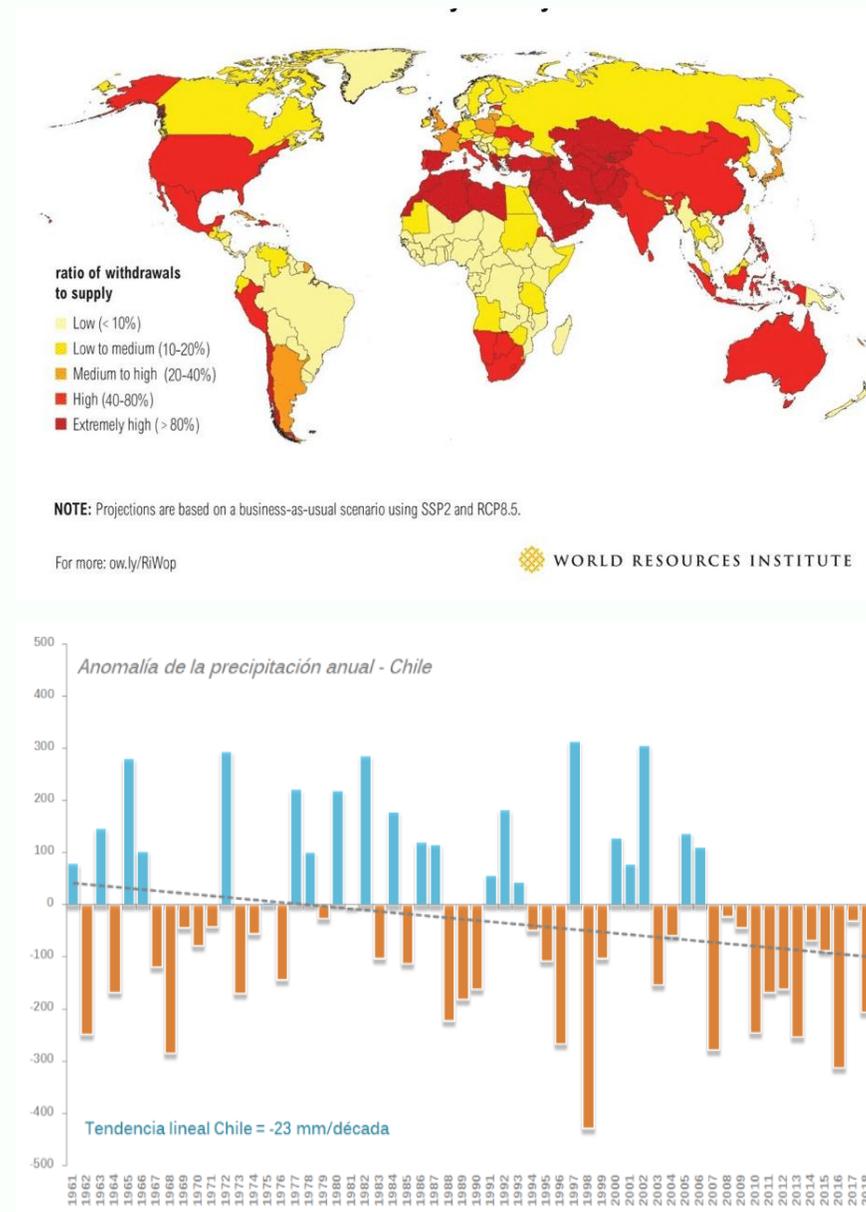
[http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water\\_use/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm)

Fecha de preparación: Setiembre 2015



# Chile: País vulnerable al cambio climático

- Desde el 2010 la zona central ha mostrado carencias sostenidas en las precipitaciones, registrándose una secuencia continua de años secos sin recuperación significativa de precipitaciones. A esto se le ha denominado **megasequía**.
- El Balance Hídrico Nacional de la DGA proyecta que para el periodo 2030-2060, la disponibilidad del agua en el norte y centro de Chile podría disminuir **más de un 50%**.
- Si esta situación se mantiene, para **2040** se proyecta que Chile será uno de los **30 países con mayor estrés hídrico del mundo**.



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile



# Agua en cifras

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de cualquier sociedad, y en Chile **su consumo, producción y reutilización están profundamente ligados a la actividad económica**, el crecimiento poblacional y la sostenibilidad ambiental.

Es esencial **entender su distribución, las tendencias y los desafíos del uso del agua** en los sectores clave de la economía como la agricultura, industria, minería y el ámbito sanitario.

**60%** del PIB está vinculado al agua



**Industria**  
**7%**

del consumo de agua continental en Chile corresponde al sector industrial.

**31%** del PIB el 2022



**Agricultura**  
**72,3%**

del consumo nacional de aguas superficiales y subterráneas es utilizado en actividades agrícolas.

**3,4** del PIB el 2020



**Minería**  
**3%**

del consumo de agua continental en Chile corresponde al sector minero (12,02 m<sup>3</sup>/s).

**10%** del PIB el 2022



**Sanitaria**  
**12%**

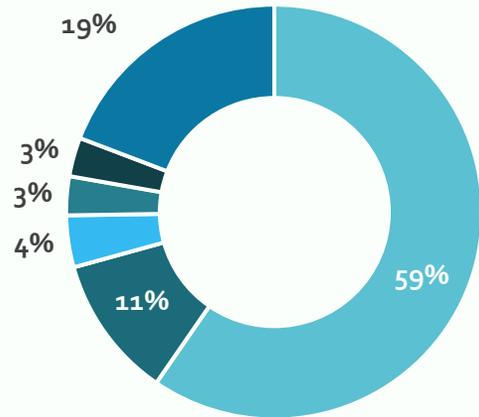
del consumo de agua continental se destina a agua potable (incluye zonas rurales y urbanas).



# Agua en la minería

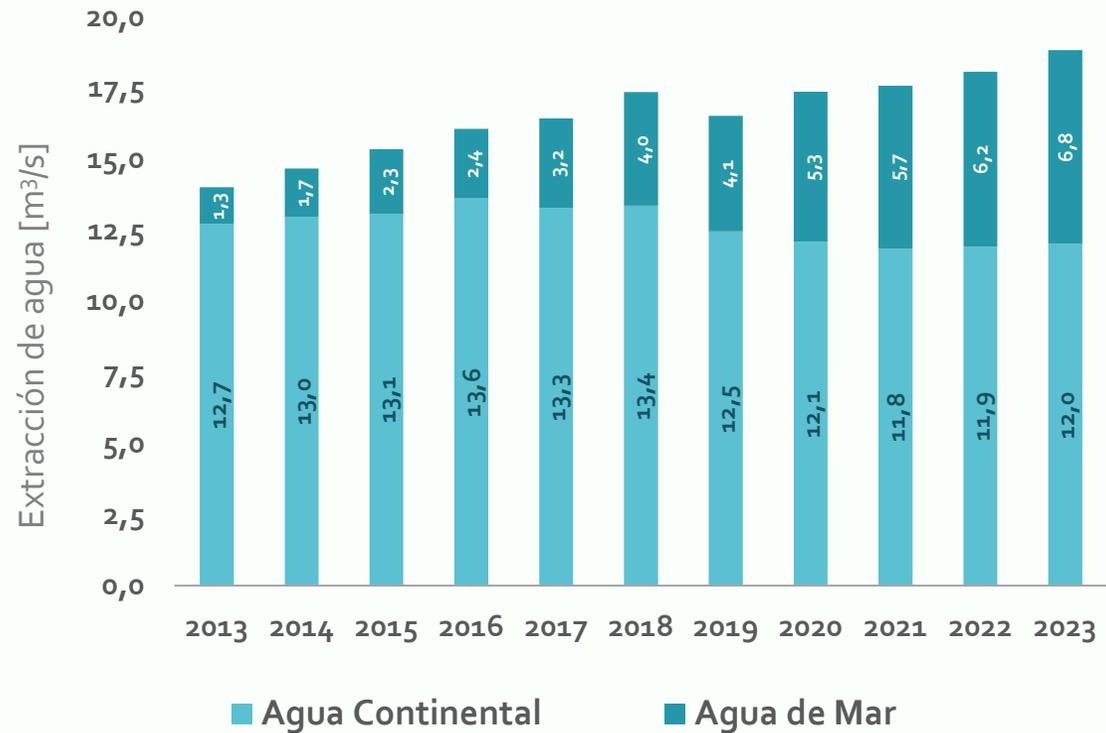
Cifras en porcentaje (%)

## USO DE AGUA EN MINERÍA



- Concentración
- Hidrometalurgia
- Mina
- Fundición y Refinación
- Terceros
- Otros

## TENDENCIA DE EXTRACCIÓN DE AGUA TOTAL, PERÍODO 2013-2023



Fuente: Cochilco



# Historia de desalación en Chile



Planta Desaladora Domeyko, 1907

La primera planta solar para desalación de agua del mundo fue construida en 1872 en el desierto de **Atacama** en la oficina salitrera de Las Salinas.



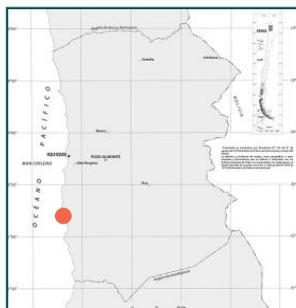
Entre 1872 y 1907 se construyeron **3 plantas desaladoras** en la Región de Antofagasta, Las Salinas, Domeyko y Sierra Gorda. Fabricadas por ingenieros británicos, era capaz de producir cinco mil galones de agua desalada por día.



# Plantas desaladoras en Chile

1 – Tarapacá

01 Planta  
1.185 L/s total



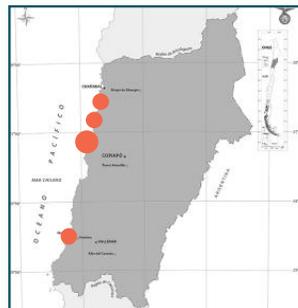
2 – Antofagasta

15 Plantas  
7.100 L/s total



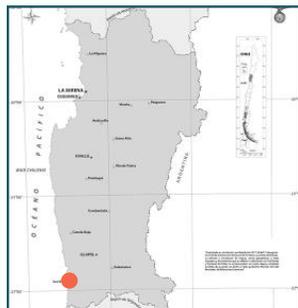
3 – Atacama

05 Plantas  
1.800 L/s total



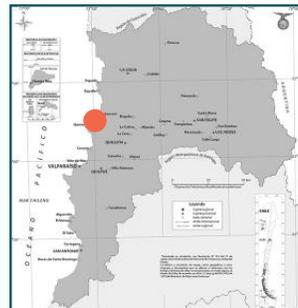
4 – Coquimbo

01 Planta  
400 L/s total



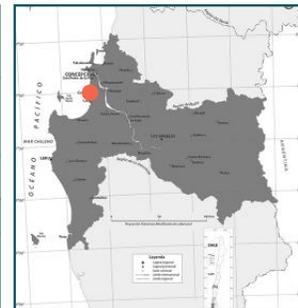
5 – Valparaíso

02 Plantas  
58 L/s total.



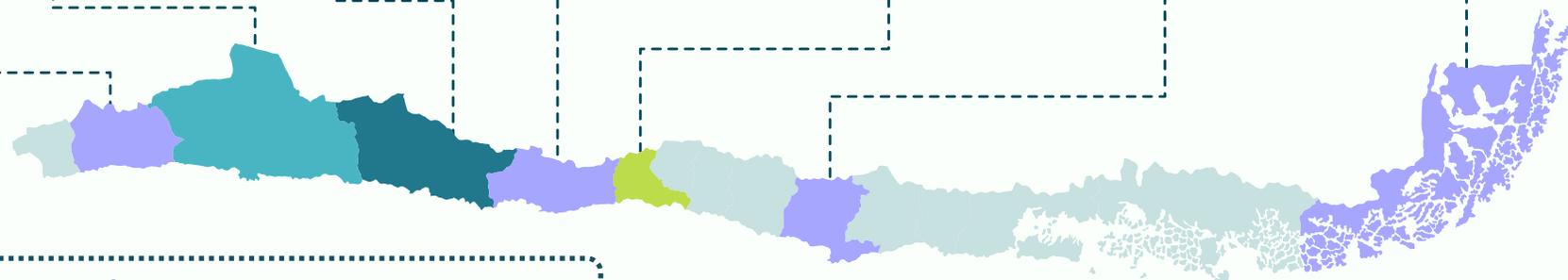
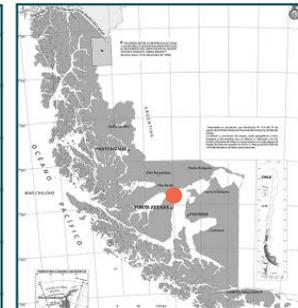
6 – Bío Bio

01 Planta  
22 L/s total.



7 – Magallanes y  
Antártica Chilena

01 Planta  
63 L/s total.



26

Plantas distribuidas en  
7 regiones del país



10,6 m<sup>3</sup>/s

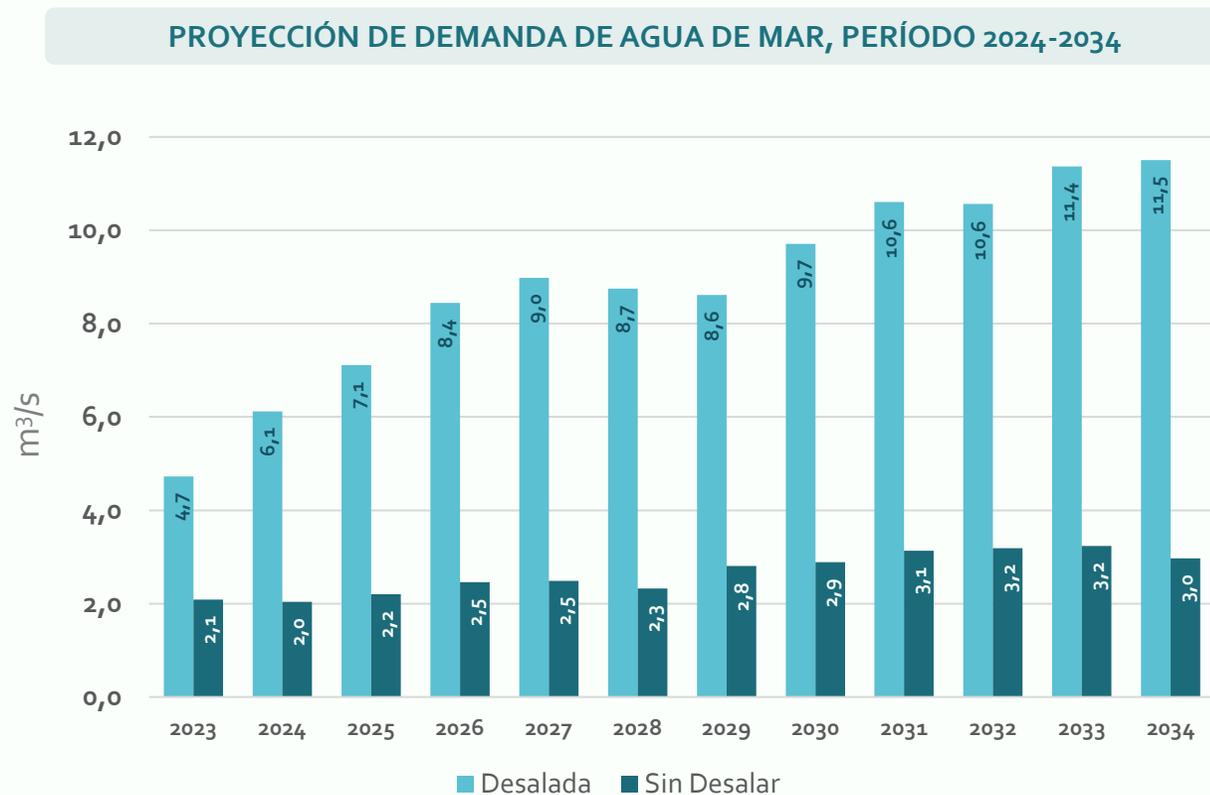
Total de capacidad





# Este escenario sólo se intensificará

- Entre 2023 y 2034, se proyecta un aumento de 113% en el consumo total de agua de mar en la minería, pasando de 6,8 a 14,5 m<sup>3</sup>/s.
- La implementación de agua de fuente desalada permite **garantizar el suministro de agua** para sus operaciones, en un **horizonte de largo plazo** y asegurando la **sostenibilidad del abastecimiento**.



Fuente: Cochilco



# 57 Proyectos en Chile

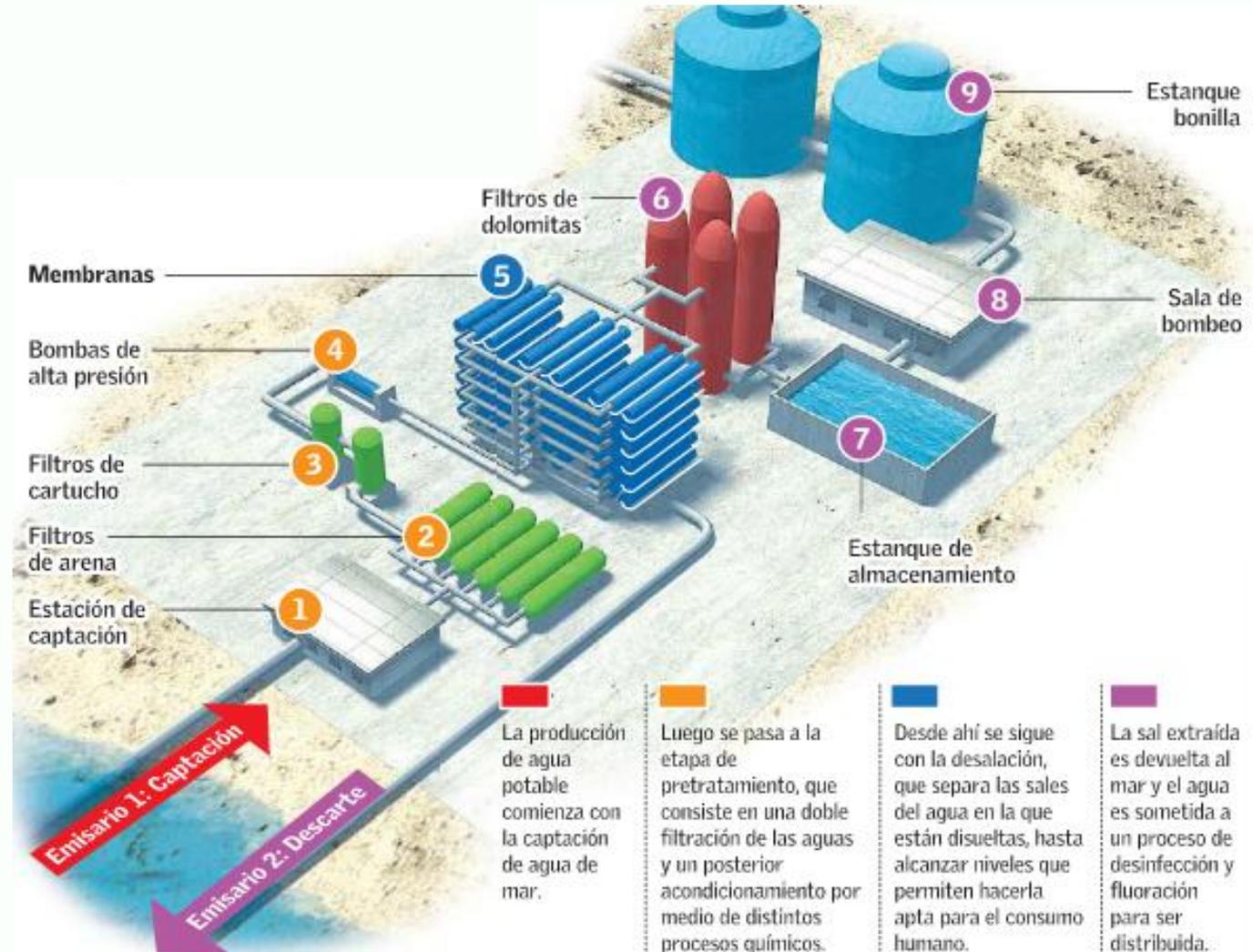


03

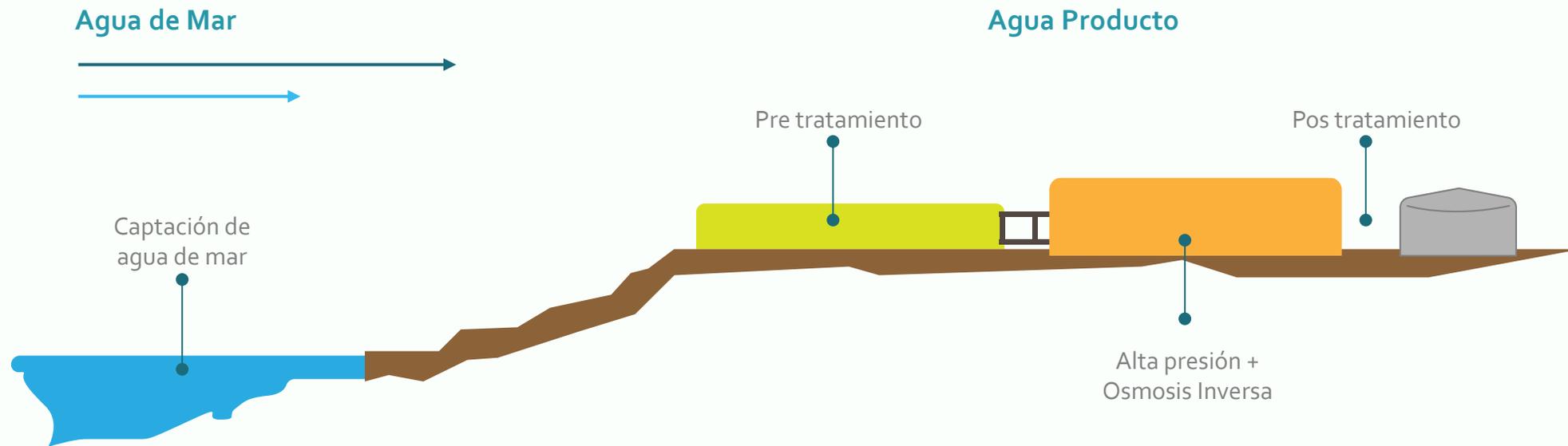
**Algunas variables  
críticas en plantas  
desaladoras**



# Funcionamiento de una planta desaladora OI

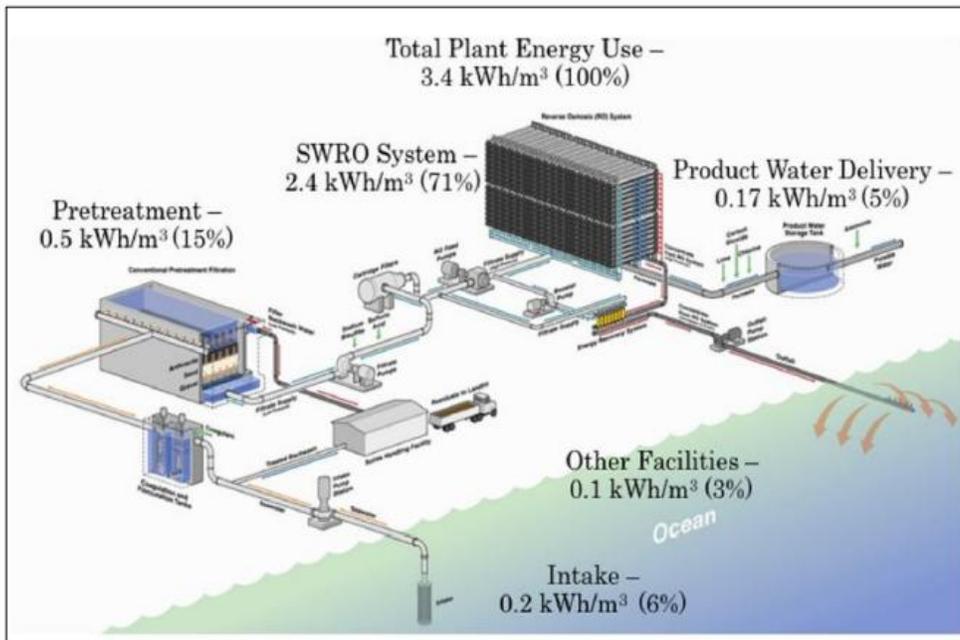


# Flujo del proceso de Desalación: Captación a distribución

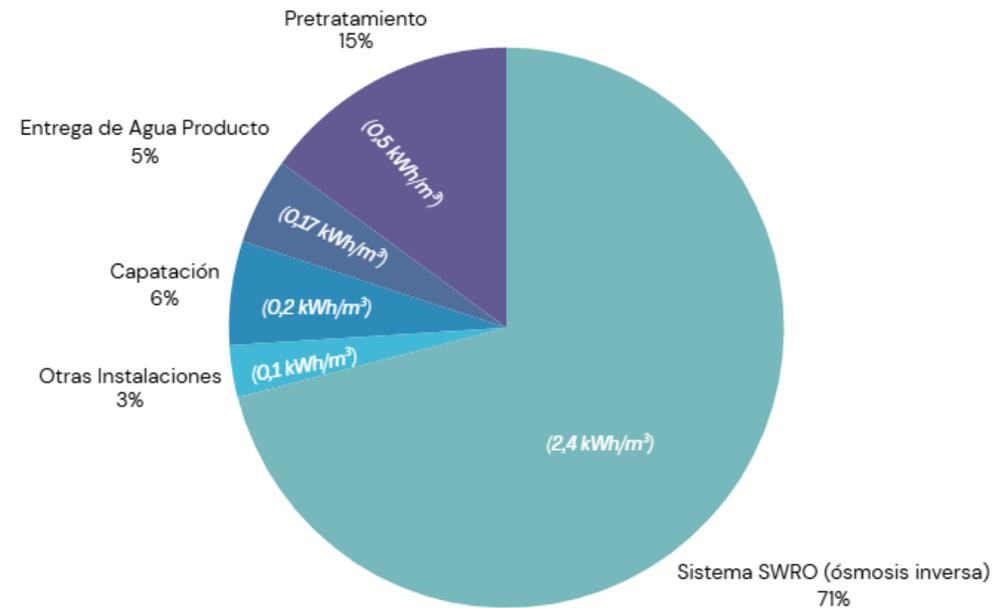


# Consumos de Energía

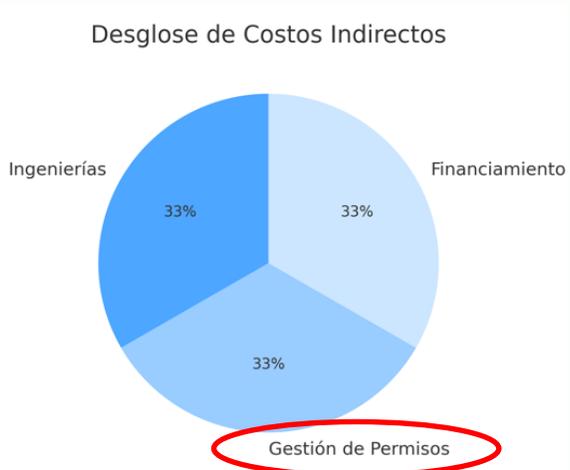
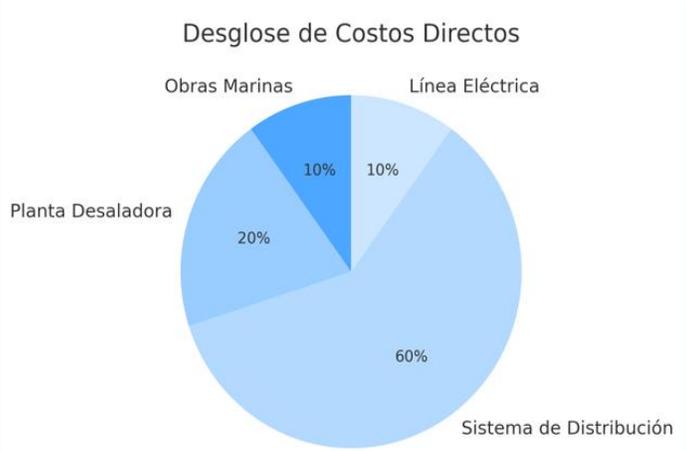
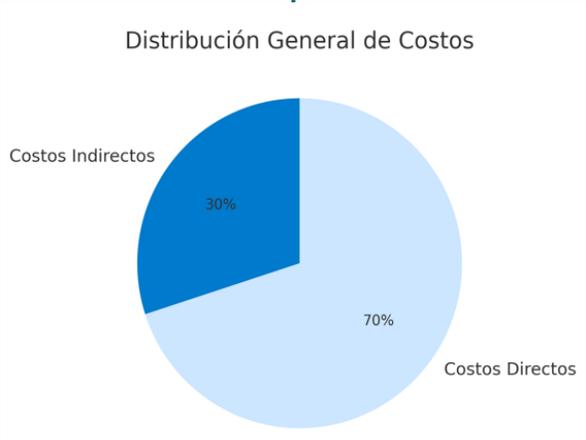
Distribución del Consumo Energético en una Planta Desaladora tipo (3,4 kWh/m<sup>3</sup> total)



Fuente: Voutchkov, 2019. Desalination project cost estimating and management



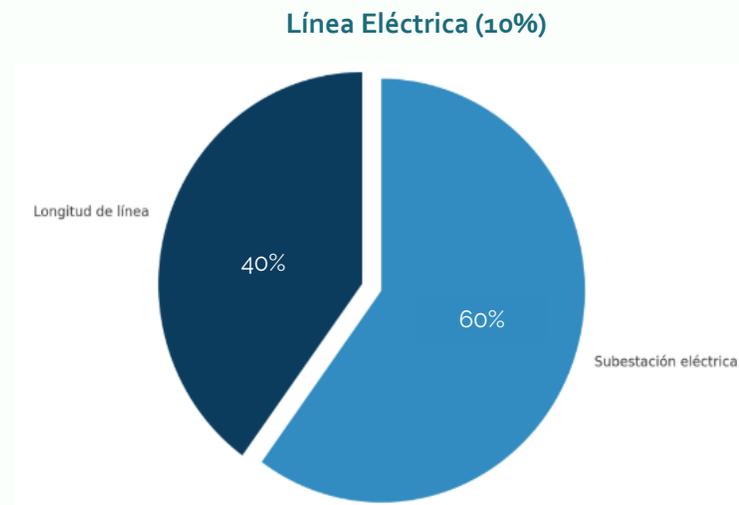
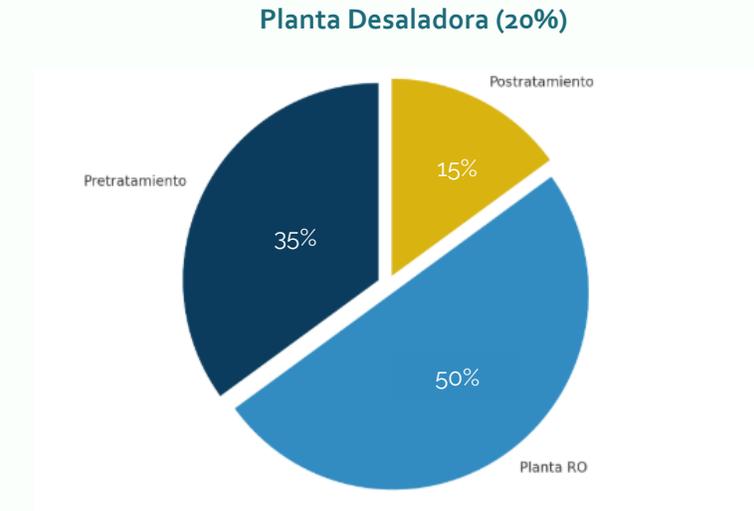
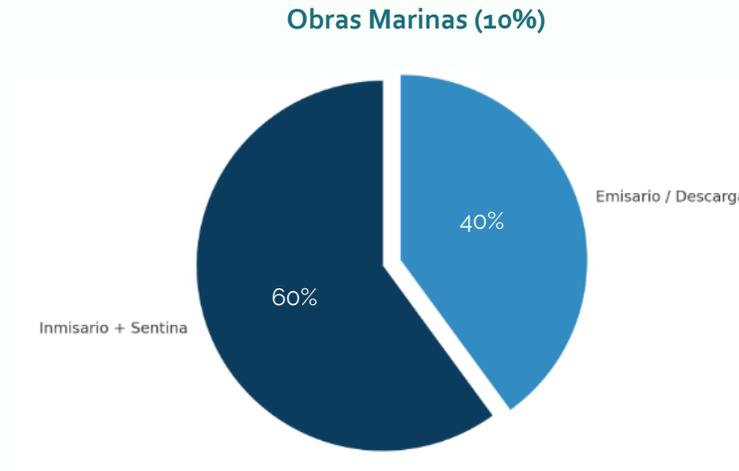
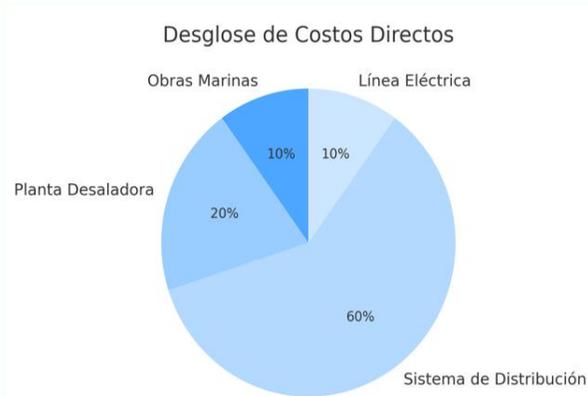
# Variables de costos en proyectos



La gestión de permisos representa el **10%** del total de los costos de un proyecto.



# Variables de costos en proyectos



# Ejemplo CAPEX

**Caso:** Una planta de 500 L/s + Sistema de distribución de 80 km y 24" + línea eléctrica de 15 km + 1 subestación eléctrica:

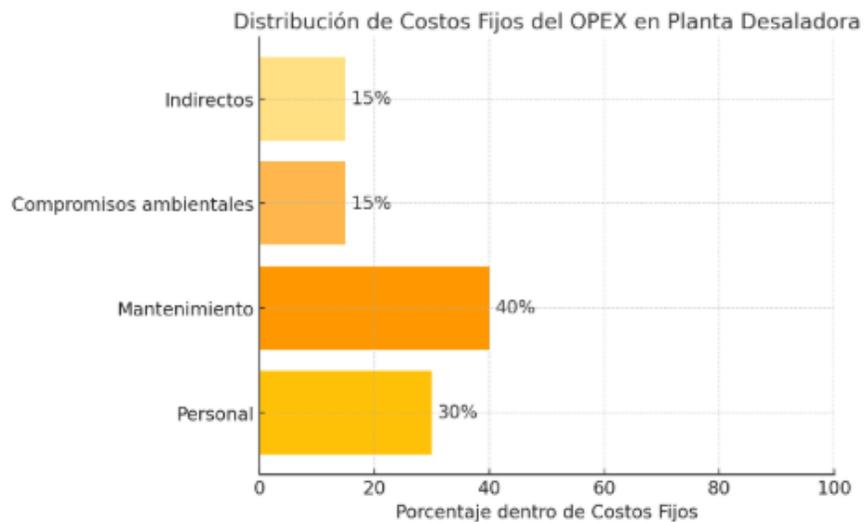


Variables	% CAPEX
CAPEX Obras Marinas + Planta	30,9%
Tubería	54,8%
Línea Eléctrica	0,4%
Subestación Eléctrica	0,8%
Contingencia	13,1%
Precio específico, USD/m <sup>3</sup>	9,72 UDS/m <sup>3</sup>
Anualidad	0.145
Interés 14%	
Periodo 25 años	

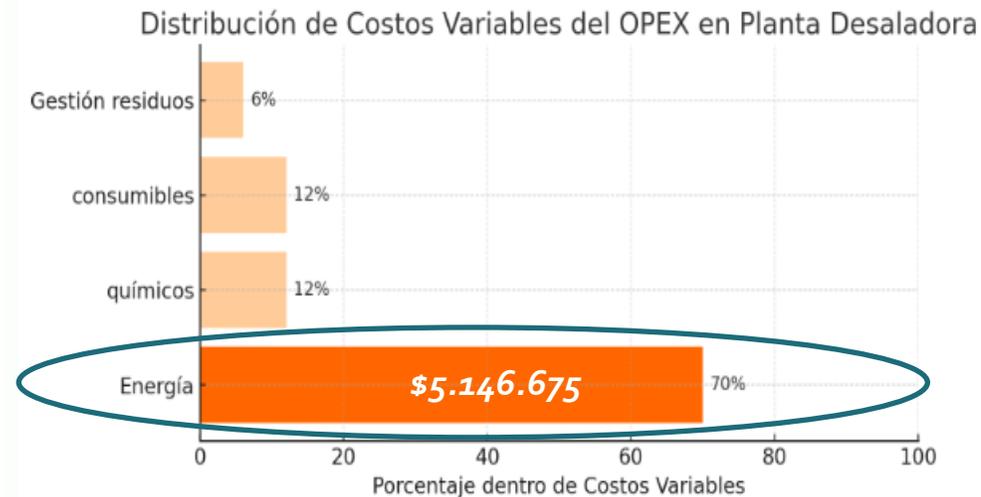


# OPEX anual planta, 96% disponibilidad

- $3.4 \text{ kWh/m}^3 * 51.466.752 \text{ m}^3/\text{año} (96\% \text{ disponibilidad}) * 0.1 \text{ USD/kWh} \rightarrow 5.146.675,2 \text{ USD}$



40% del OPEX



60% del OPEX

La energía equivale al 42% del total del OPEX de una planta desalinizadora



04

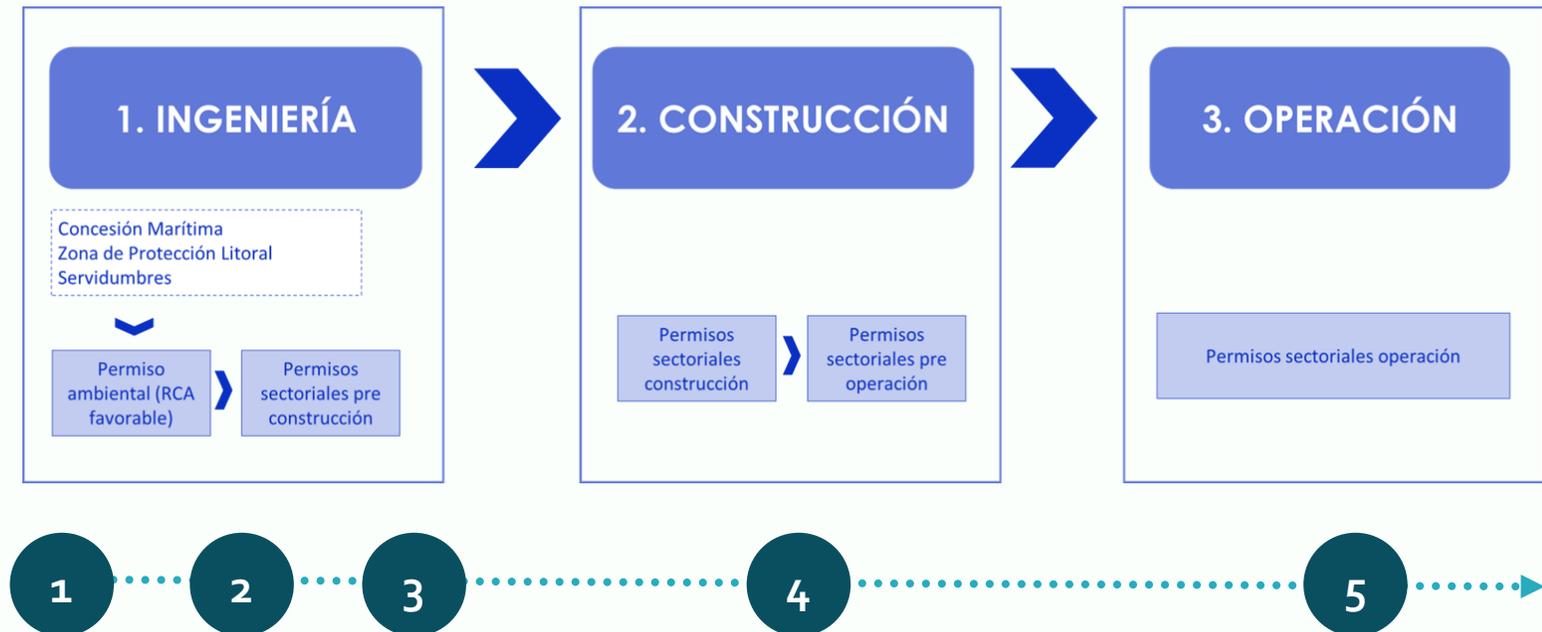
Competitividad de  
la **seguridad**  
hídrica



# 1. Gestión de permisos

**Permisos y plazos:** Desde que se decide iniciar un proyecto de una desaladora mediana a grande (sobre 20 lps) hasta producir agua desalada 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



# 2. Sistemas de transporte

## Economías de escala inmediatas:

- Compartir infraestructura de conducción entre múltiples usuarios permite reducir la longitud total de red, disminuyendo el CAPEX unitario aproximado  $(c_0 + c_1 L + c_2 L Q) / (c_0 + c_1 L + c_2 L Q)$ .
- Las plantas desaladoras también se benefician de economías de escala, presentando costos específicos decrecientes en función de su capacidad instalada  $(c_0 / Q + c_1) / (c_0 / Q + c_1)$ .

## Operación más limpia y eficiente:

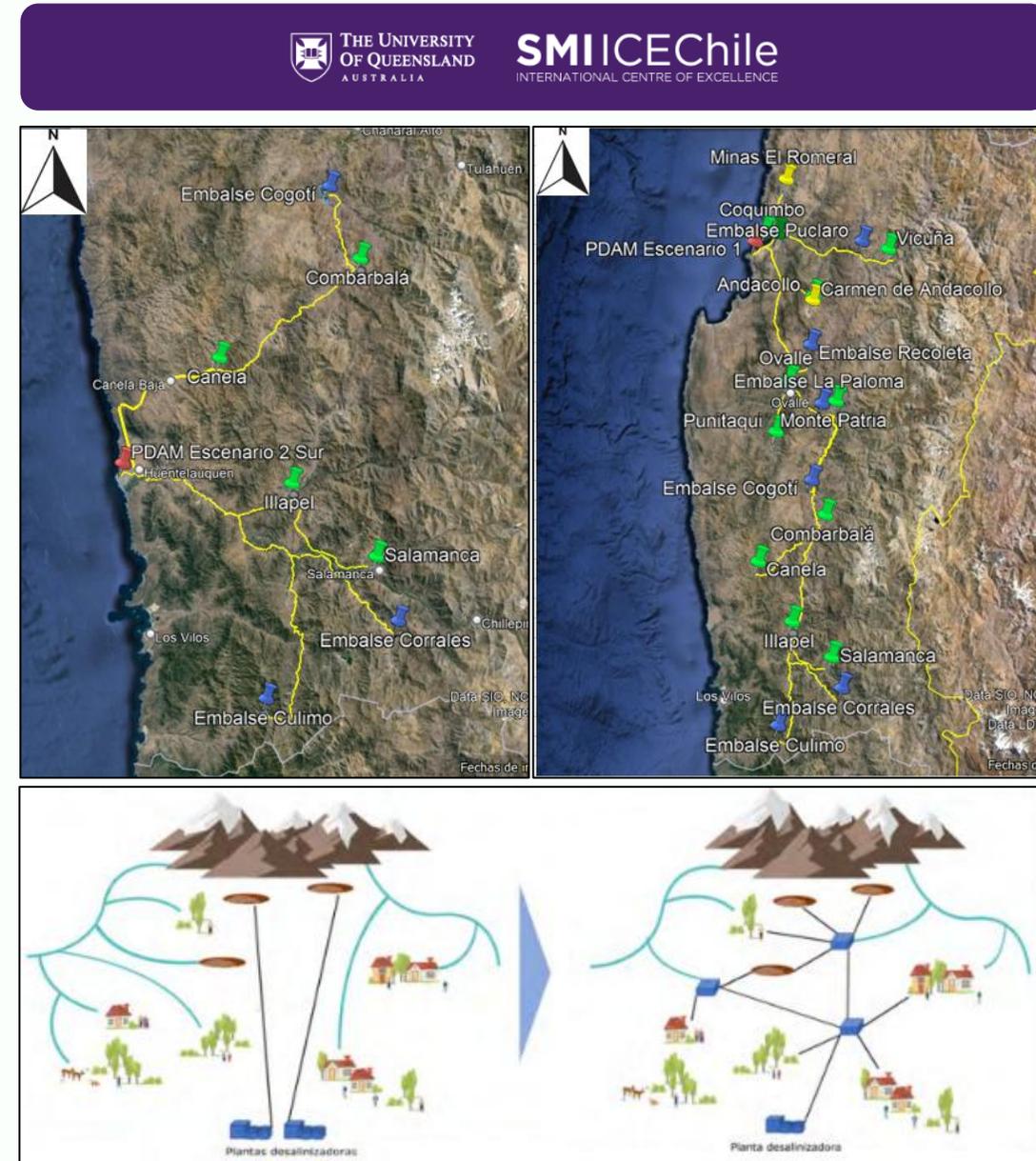
- El bombeo centralizado y los estanques compartidos permiten operar en horas valle, optimizando el consumo energético y facilitando una mayor penetración de energías renovables. Esto puede reducir el OPEX energético hasta en un 15 %.

## Mayor resiliencia y seguridad de suministro:

- El almacenamiento común mejora la disponibilidad general y amortigua fallas locales, evitando la sobredimensión de respaldos individuales.

## Permisos más ágiles y uso óptimo del borde costero:

- Un solo corredor costero simplifica la captación y descarga, acorta los tiempos de tramitación (p. ej., concesión marítima) y reduce litigios superpuestos.



# 3. Precio de la energía

## Costos Sistémicos :

- Precio promedio de cargos sistémicos pasó de ~US\$4,63/MWh en 2020 a ~US\$14,72/MWh en 2023 (casi 4 veces)
- Cargos adicionales que paga un cliente libre alcanzan los 18 US\$/MWh (incremento casi 300% desde 2020)
- Precio final promedio para clientes libres subió de 87 US\$/MWh en 2020 a un máximo de ~124 US\$/MWh en febrero de 2023, situándose en torno a 112 US\$/MWh en 2024 (ACENOR) (26% de aumento en 4 años).

## Costos eléctricos:

- Costo total para grandes clientes industriales es ~70% más alto que en Perú y también supera en un 5–13% los de países desarrollados como Francia, Alemania o España:

### Factores Globales

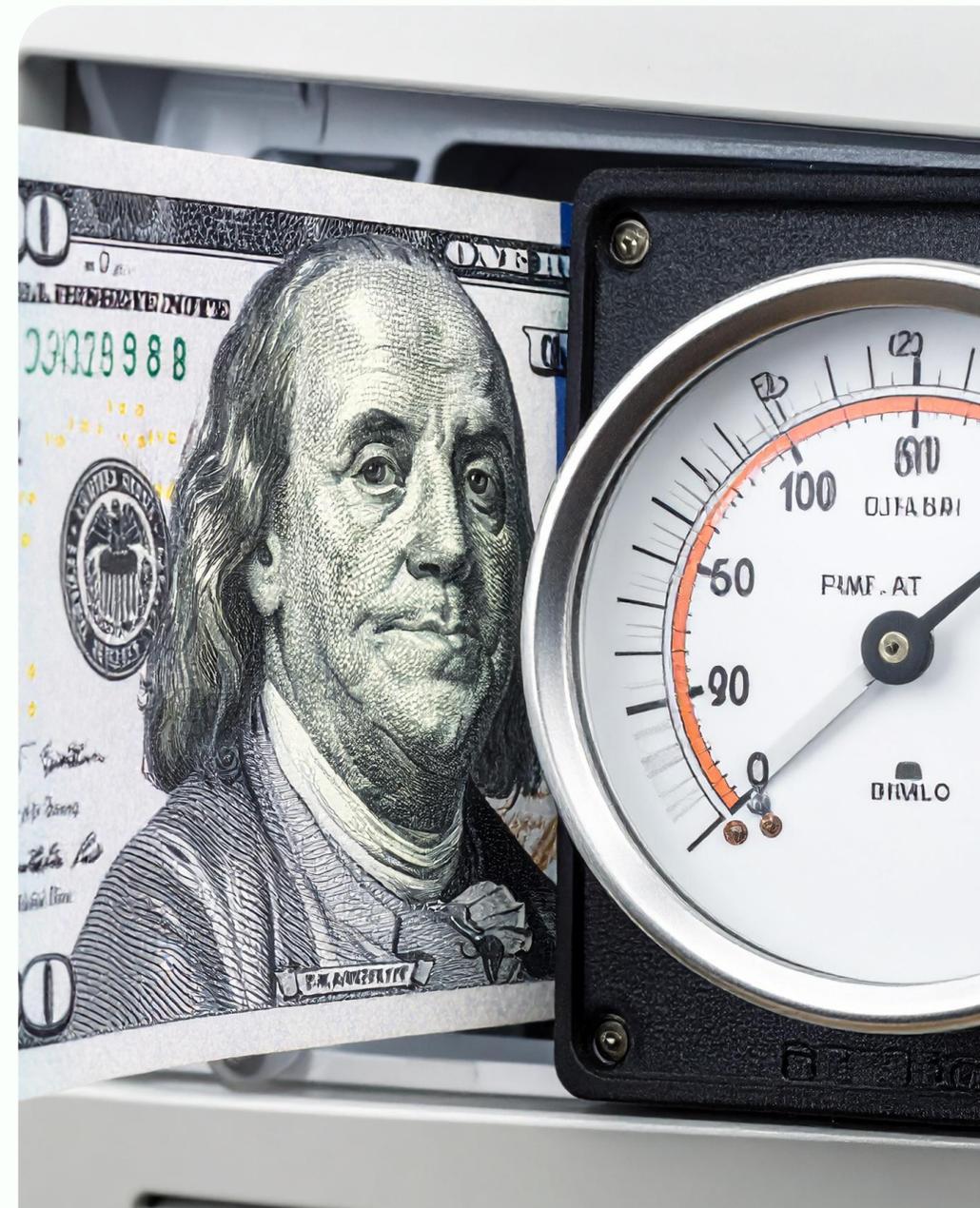
- precio de combustibles
- Escasez de agua

### Factores Estructurales

- Retraso en transmisión y congestión del sistema
- Mínimo técnico y necesidad de respaldo térmico

### Regulatorios

- Servicios complementarios y otros cargos sistémicos
- Aumento de costos de potencia y transmisión
- Mecanismos de estabilización tarifaria y recargos a grandes clientes



# Conclusiones

- **Economías de escala**

Concentrar la producción en plantas de mayor capacidad y en sistemas de conducción compartidos, permitiendo que cada metro cúbico desalinizado resulte más barato.

- **Permisología ágil**

Un sistema de permisos claro, coordinado y expedito evita rediseños, minimiza retrasos financieros y constructivos, y recorta los sobrecostos que hoy encarecen los proyectos de desalación.

- **Energía a menor costo**

Para abaratar la desalación se necesita:

- 1.- Acelerar la expansión de transmisión (ej. Kimal-Lo Aguirre) para aprovechar la energía solar barata;
- 2.- Introducir más flexibilidad operativa que reduzca la dependencia de térmicas en mínimo técnico; y
- 3.- Revisar los cargos regulados y subsidios cruzados que hoy encarecen la cuenta industrial.





ACADES®