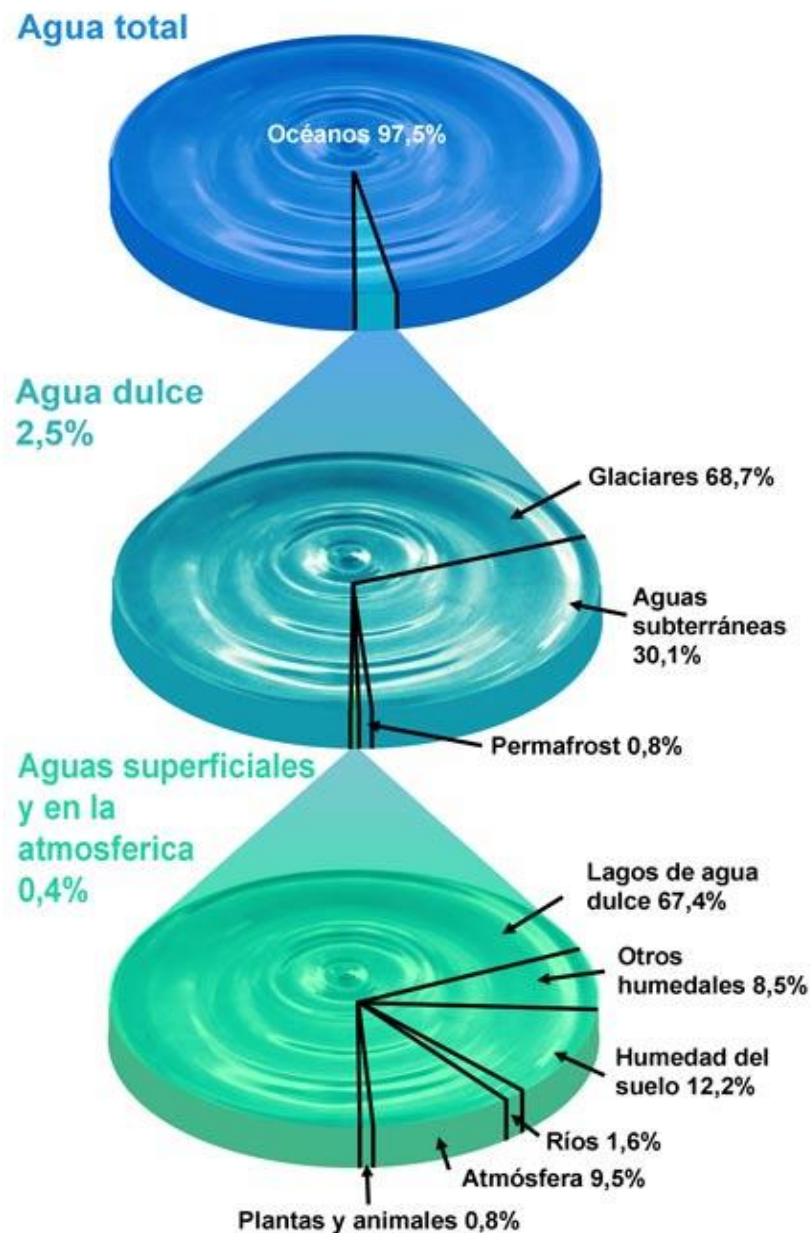


“Introducción a La desalinización de agua de mar, aspectos críticos”

Marzo 2023

¿Cómo se distribuye el agua en la tierra?

¿Por qué el mar es “Fuente inagotable de agua”?



Qué es la desalinización?



La
desalinización
 (o desalación)
 es un proceso
 mediante el
 cual se
 remueve 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%
- Mar Muerto < 37%

El agua potable en Chile (NCh 409):

- TDS < 0.15% **(24 veces menos que el mar)**
- CL < 0.04% **(50 veces menos que el mar)**

Tecnologías de desalinización

Térmicas

MED | MVC | Flash

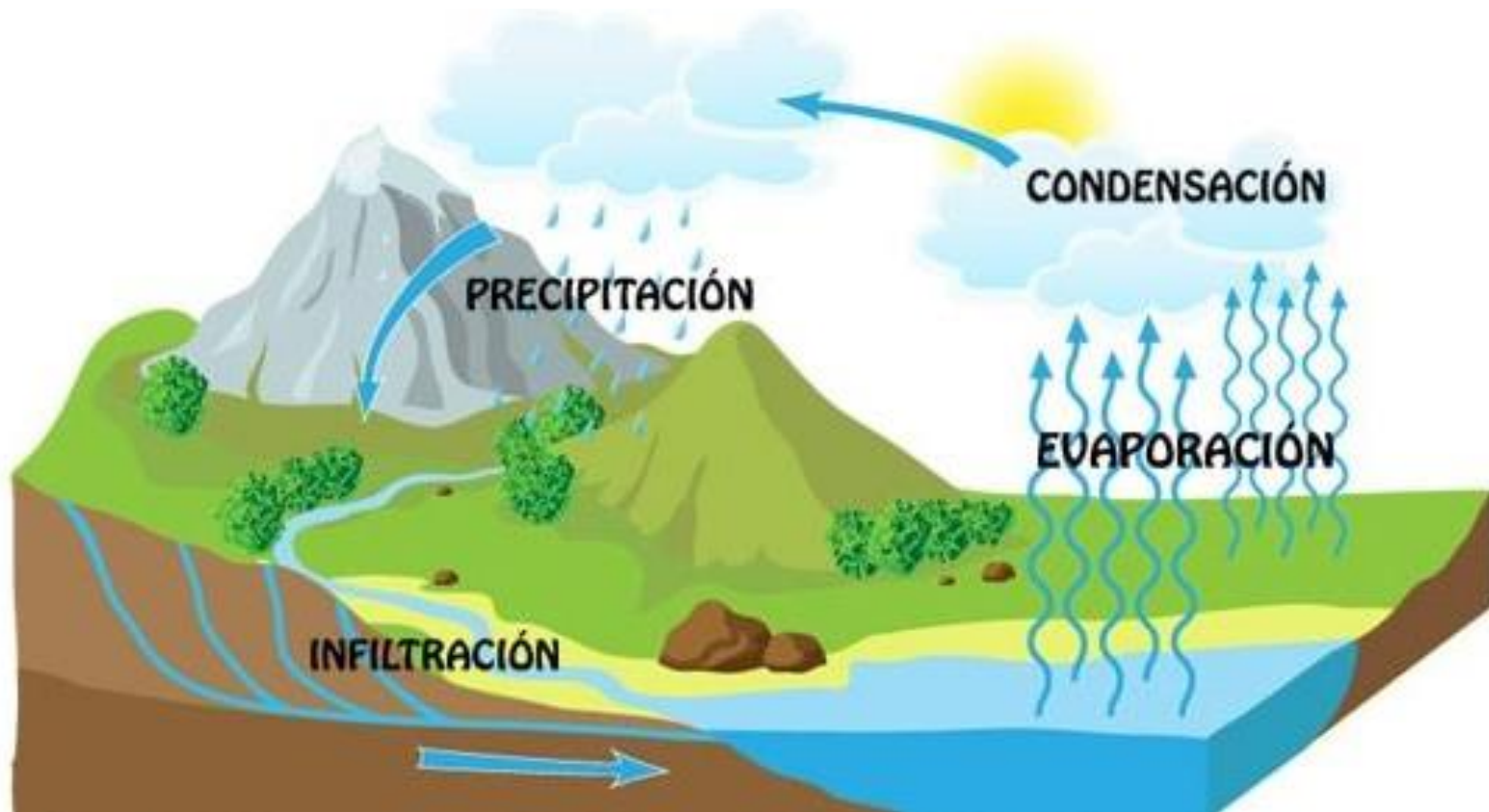


Membranas

Osmosis
Reversa

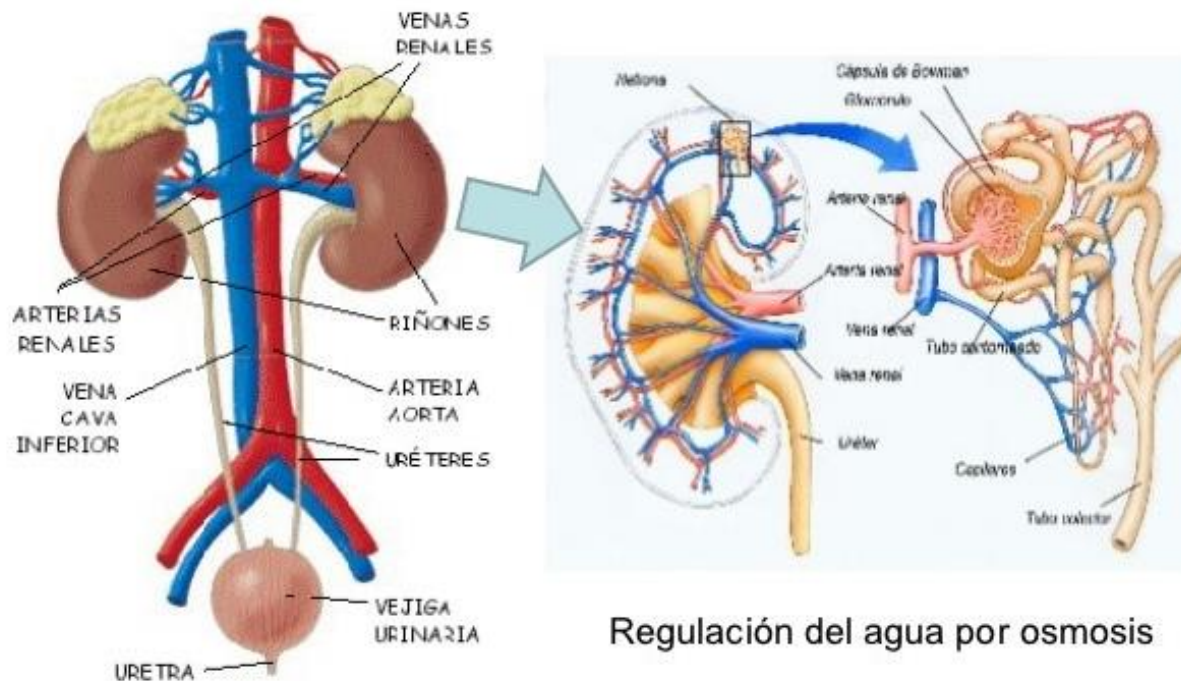


Desalinización térmica



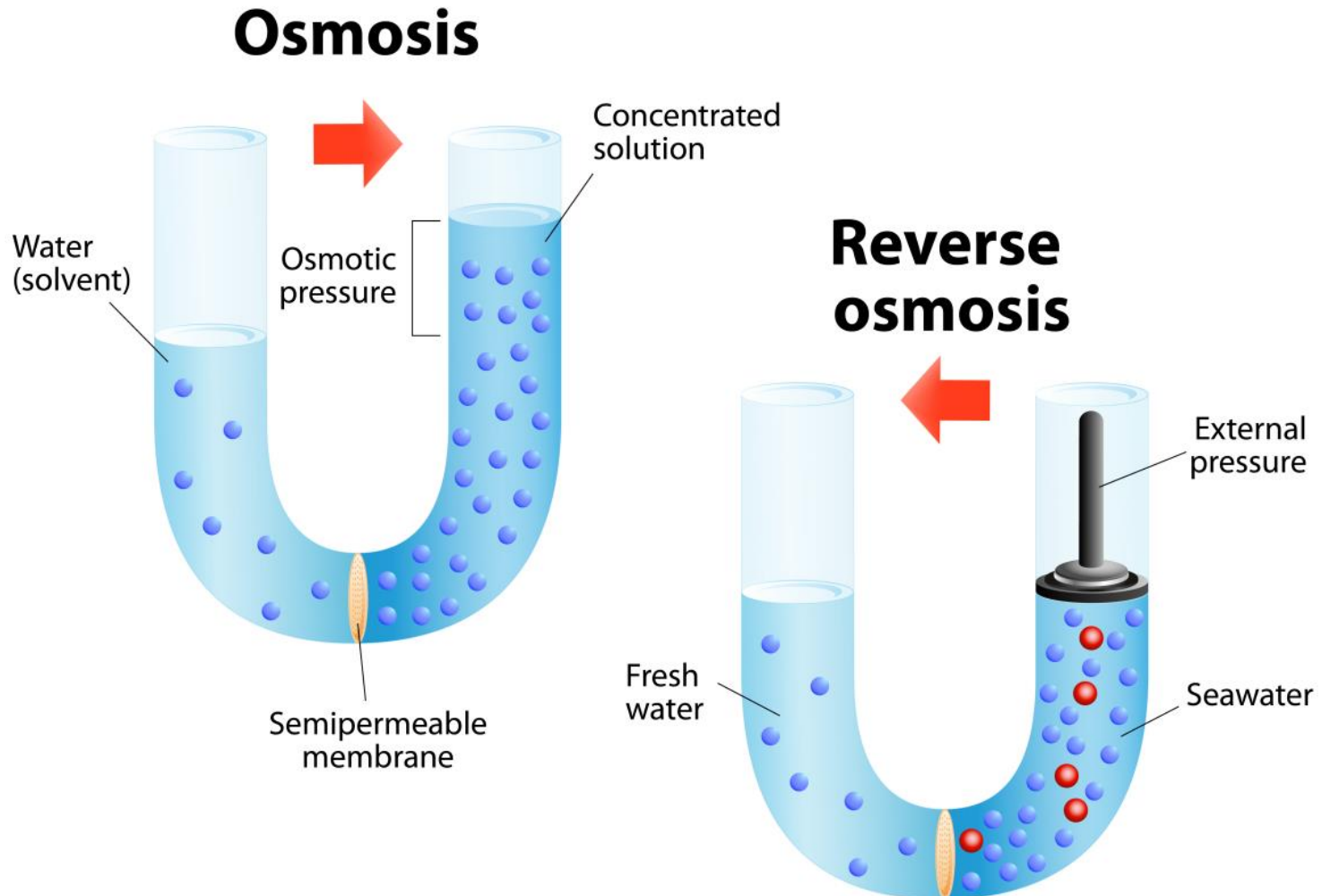
Desalinización por membranas

Osmosis en nuestro cuerpo



Regulación del agua por osmosis

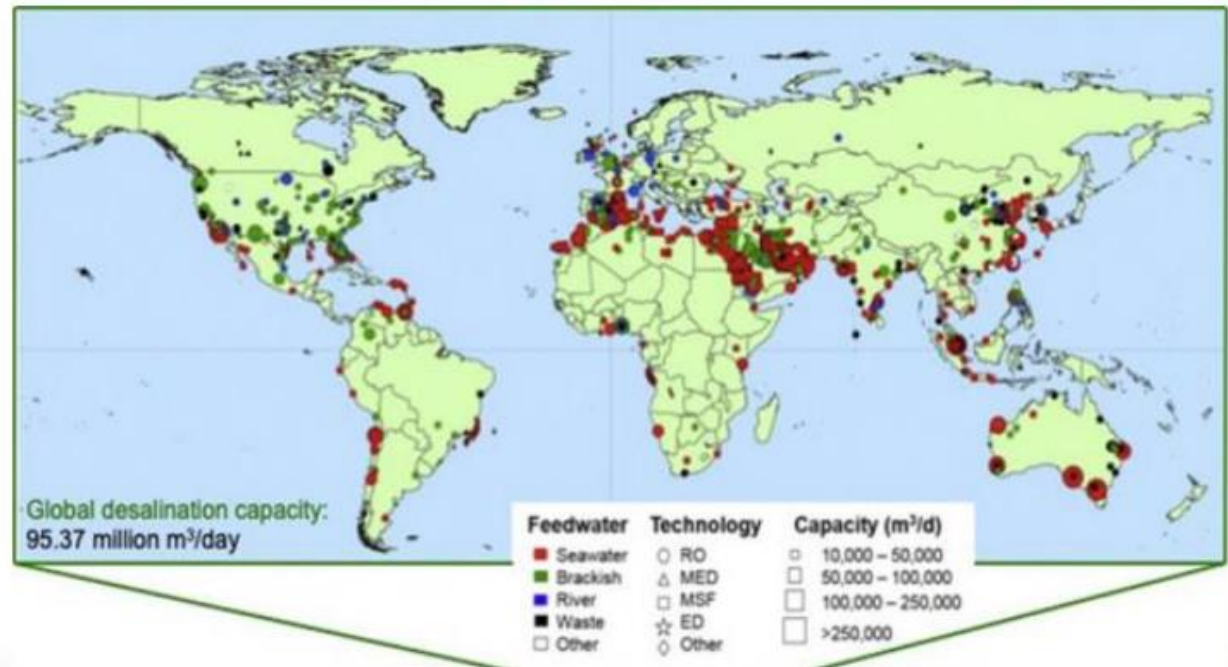
¿Qué es osmosis inversa?



Desalinización en el mundo

DESALACIÓN EN EL MUNDO

Existen cerca de 20.000 plantas desaladoras en el mundo, con una capacidad total mayor a 100 millones de m³/día (1.157 m³/seg) las que pueden tratar agua de mar (60%) o agua salobre (40%).



Desalinización en Chile



Desalinización en Chile

En Chile la capacidad en 20 plantas de 10 lps o más, llega a **8000 lps**



Tecnología conocida,
confiable y sustentable



Principales desalinizadoras en Chile

Más de 20 instaladas sobre 10 lps, produciendo 8.000 lps hoy

	LPS
Minera Escondida 1	525
Minera Escondida EWSE	2.500
Minera Escondida EWSE	833
Spence (Caitan)	1.000
Candelaria	500
Mantoverde	120
Aguas Cap	600
ADASA La Chimba	1.053
ADASA Tocopilla	75
ADASA Taltal	23
Aguas Atacama	450
Guacolda	70
Angamos & Cochrane	60
AES Ventanas	60
Engie Tocopilla & Mejillones	40
Colbún, Coronel	30
Methanex	40
Gasatacama	30
Molymet	10

Minería = 6,200 lps (78%)

Sanitarias = 1.500 lps (19%)

Otras industrias = 300 lps (3%)

Principales desalinizadoras en Chile

Lo que viene pronto ...

En ingeniería o construcción:

Quebrada Blanca Fase 2 (1200 lps)
Minera Los Pelambres (400 + 400 lps)
Aguas Pacífico (1000 lps)
Manto Verde (240 lps)
Collahuasi (800 + 800 lps)

Total 3.640 lps

En Licitación:

Adasa Ampliación La Chimba (400 lps)
Codelco (804 lps + 1156 lps)

Total = 2.400 lps aprox

Total estimado en 2023 = 10.800 lps

Total estimado en 2026 = 14.000 lps

Principales inquietudes ambientales



Aducción de agua mar

→ La succión de la vida marina



Productos Químicos

→ Efectos en el medio marino



El caudal de descarga

→ Efectos en el medio marino



Consumo de energía

→ Energía para desalar
2.7 a 3.5 KWh/m³ agua desalinizada



Temperatura de descarga

→ Efectos en el medio marino

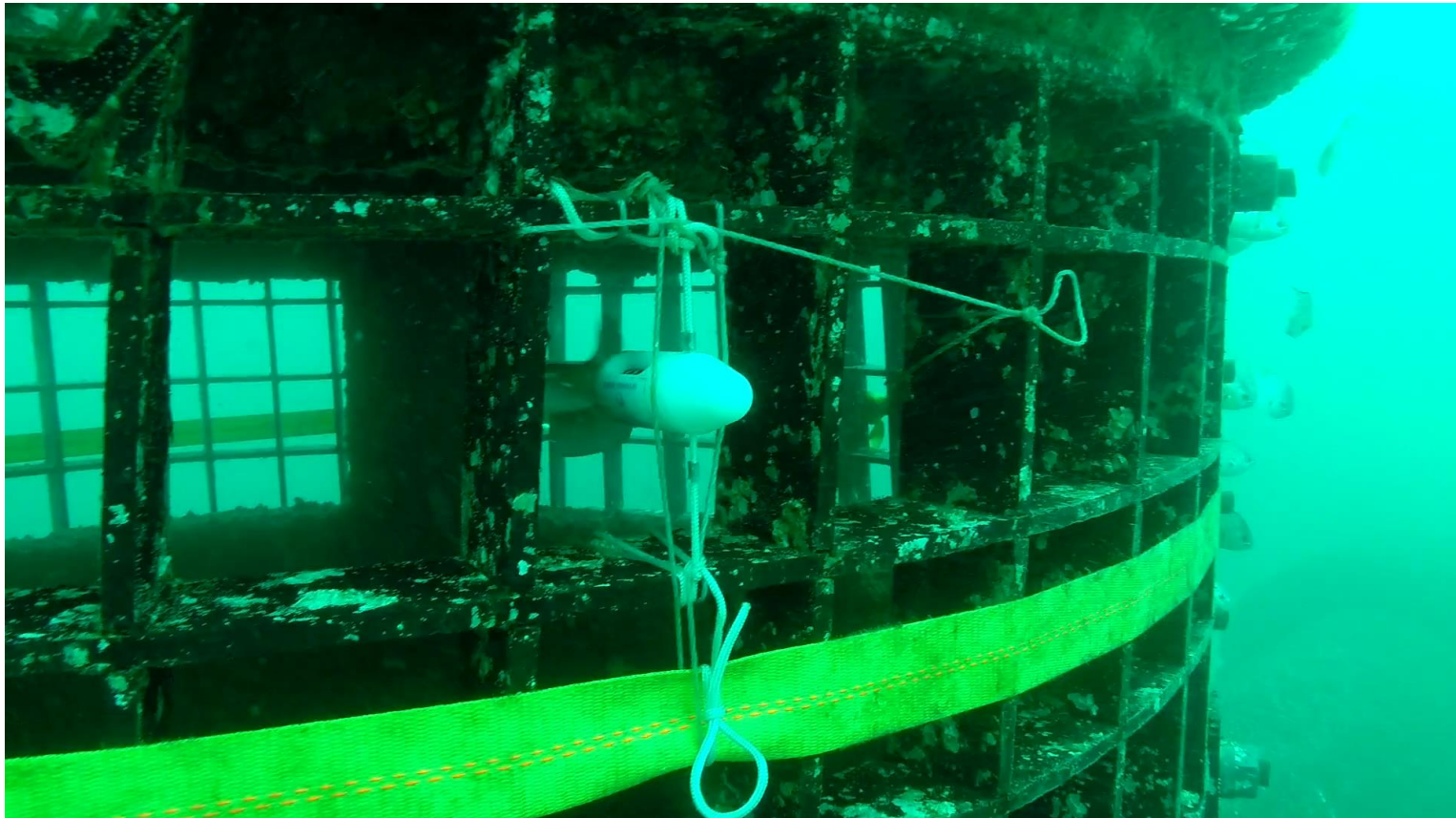
La desalinización por ósmosis inversa **no aumenta** la temperatura de la descarga al mar



Aducción de agua mar

→ La succión de la vida marina

Modelación del entorno (corrientes, batimetría, estacionalidad, otros) y diseño de obras marinas (ubicación en medio y velocidad de aducción).





Productos Químicos

→ Efectos en el medio marino

Aprobados por la autoridad marítima, los principales son hipoclorito, metabisulfito, coagulantes, antiincrustantes. Se neutralizan, monitorean y se descargan con el caudal de salmuera.



ARMADA DE CHILE
DIRECTEMAR

Con la finalidad de asegurar que los productos que se usen en jurisdicción de la Autoridad Marítima no sean perjudiciales para el ambiente acuático, se aprueba la Resolución D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO N° 12600/6, de fecha 08 de enero de 2020 (Circular Marítima N° A-52/008), que establece los requisitos para solicitar la autorización de uso de químicos en la jurisdicción de la Autoridad Marítima.

Archivos Descargables



Resolución D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO N° 12600/6, de fecha 08 de enero de 2020 (Circular Marítima N° A-52/008)



Instrucciones Complementarias a la Resolución D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO N° 12600/6 VRS. Actualizado 23 de mayo de 2022



El caudal de descarga

→ Efectos en el medio marino



Levantamiento del medio marino (corrientes, batimetría, estacionalidad, otros)



Figura 6-4: área de influencia de la descarga de agua salada de rechazo.

Diseño obras marinas (ubicación espacial, difusores, minimización del área de salinidad.

Modelación de los efectos en distintos escenarios (a pocos metros se equilibra con medio).



Seguimiento ambiental en la operación (validación de lo modelado)

La mayor planta desalinizadora en operación en Chile, el incremento de la salinidad del medio marino se observa en superficies cercanas a las de una cancha de básquetbol.

Impacto de la salmuera

¿Impacto de la salmuera?

Todos las descargas son modeladas y controladas → información pública.

La mayor salinidad respecto del entorno se acota a superficies menores.

En la mayor parte de las plantas en operación en Chile, el incremento de la salinidad del medio marino se observa en superficies cercanas a las de una cancha de básquetbol o incluso menores.

En el caso más desfavorable de las zonas de influencia de las desalinizadoras operando en Chile, la superficie de la zona con mayor salinidad que el entorno alcanza a una cuarta parte de una cancha de fútbol, entregando un caudal suficiente para abastecer un grupo de ciudades, como el conurbano Valparaíso – Viña del Mar - Concón



Figura 6-4: d



⚡ Consumo de energía

→ Energía para desalar

2.7 a 3.5 KWh/m³ agua desalinizada

Energía requerida para desalinizar agua de mar

La energía eléctrica necesaria para desalinizar agua de mar y cubrir el consumo diario de una familia de cuatro integrantes, es similar a la que se requiere para mantener un refrigerador de bajo consumo.

Esta energía es también comparable con el uso de algunos minutos de otros electrodomésticos:

Secadora:



38 minutos

72 minutos



60 minutos

Plancha:



Estufa eléctrica: } } }

60 minutos



Hervidor:

40 minutos



ACADES

ASOCIACIÓN CHILENA DE DESALINIZACIÓN A.G.

Principales permisos a obtener

Los permisos determinan la viabilidad y el cronograma de cualquier proyecto, y en el caso de las desalinizadoras, los más relevantes son:

1. Concesión marítima
2. Permiso ambiental (RCA)
3. Servidumbres de paso
4. Permiso de OHM, de la DGA
(en algunos casos, sobre 2 m³/s, puede tomar 18 meses!)

Clave: Timing de un proyecto de desaladora



Desde que decido iniciar el proyecto de una desaladora mediana a grande (sobre 200 lps) hasta que puedo producir agua desalinizada, normalmente transcurren más de 6 años!

- Estudios: 1 a 3 años
- Concesión marítima: 2, 3 o más años
- Permisos ambientales: 2 o más años
- Permiso OHD de la DGA (si se requiere): 1.5 años
- Licitación de construcción (EPC, BOT, etc.): 1 año
- Construcción y puesta en marcha 2 a 3 años
- **TOTAL > 6 años**

Desafíos para acelerar la desalinización



**Definición y reserva
de terrenos para la
construcción de
proyectos de
desalación**

**Proyecto de Ley de
Desalinización**



**Plazo tramitación
permisos DOH para
tuberías**

**Tramitación
concesión marítima**

**¡No podemos
demorar 6 a 7 años
en las nuevas
desalinizadoras!**

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 m³?



**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!**

