

CONGRESO  
ACADES 2026 |  
AGUA PARA CRECER



# Innovación desde la academia para una gestión sostenible de los vertidos de salmuera

Iván Sola - Académico investigador

Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (DIHA)

Instituto para el Desarrollo Sustentable (IDS)

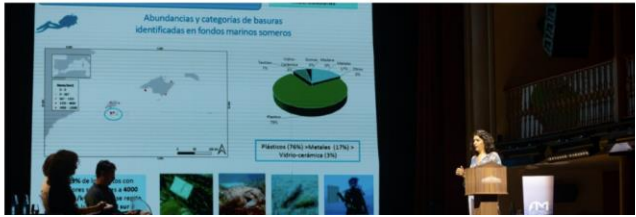


**¿ Qué son los  
vertidos de  
salmuera?**



# Científicos alertan: el mar de Ibiza y Formentera se vacía de peces y se llena de plásticos y vertidos de salmuera

Por Laura Ferrer — 15 octubre 2025 en Local 0



PUERTO DE LA CRUZ

## Punta Brava también rechaza una desaladora en el barrio: “El emisario aún no se ha arreglado”

TACORONTE

## Mesa del Mar rechaza la futura desaladora: “No la queremos”

Más de 150 personas asisten a la reunión convocada por el grupo de gobierno para explicar el proyecto, recientemente paralizado por la falta de permisos y autorizaciones



# Impactos ambientales de los vertidos de salmuera



## Desalinización en Chile: ¿Solución o amenaza para el medio ambiente marino?

11 abril 2025

Relacionados

Octubre 2, 2025 #Economía #Negocios

## Las dudas que persisten en la evaluación ambiental de la mayor desaladora en Chile

Vicente Browne R.



Crédito: Cedida

14 septiembre, 2025

## Impactos de desaladoras en el loco: consideraciones para la ciencia, comunidad y la industria



Foto: www.gob.cl/noticias

## Desalinización en Chile: Entre la solución hídrica y el riesgo ambiental

Por: Elizabeth Soto | 07.08.2025

## Desaladoras en Chile: Fundación Terram presenta documento que alerta sobre impactos ambientales y vacíos normativos

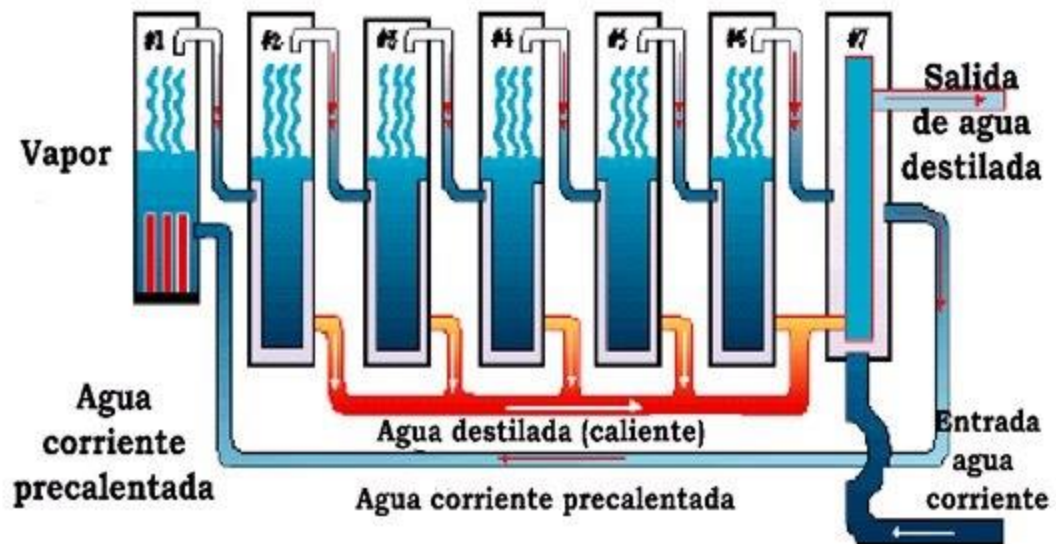
8 septiembre, 2025



# Termoeléctrica



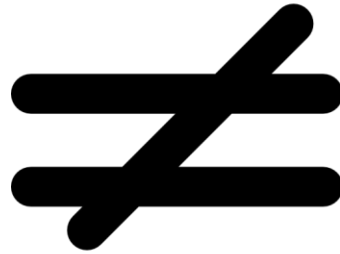
# Desalación térmica



# ¿Qué son los vertidos de salmuera?

## Ósmosis Inversa

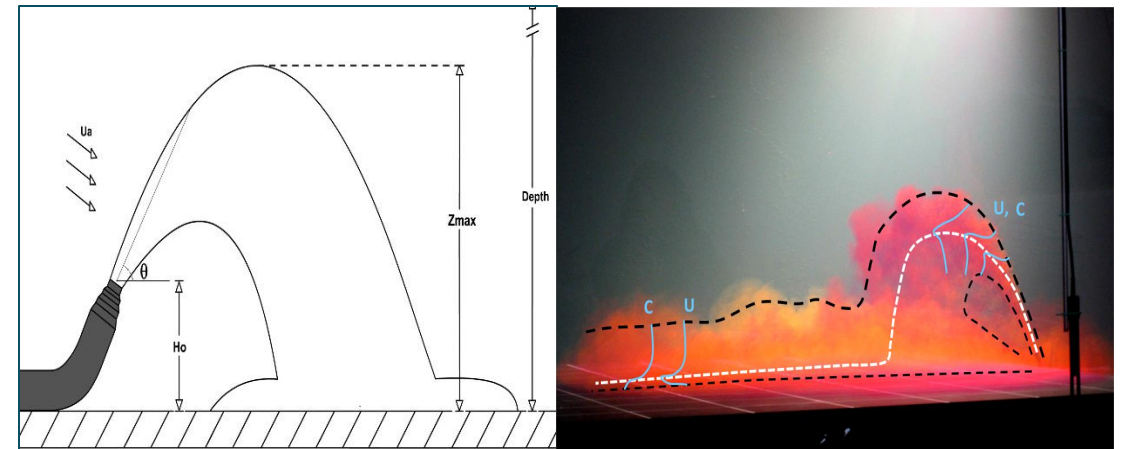
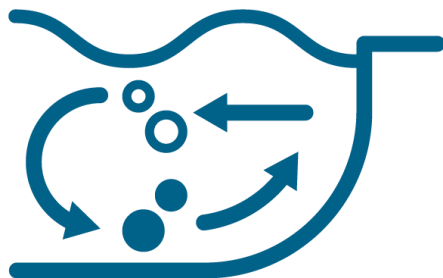
- Agua de mar concentrada **60 – 85 psu**
- Temperatura similar al ambiente
- Cloro neutralizado
- O<sub>2</sub> similar
- Elementos del **pretratamiento**, limpiezas de filtros y membranas, etc.



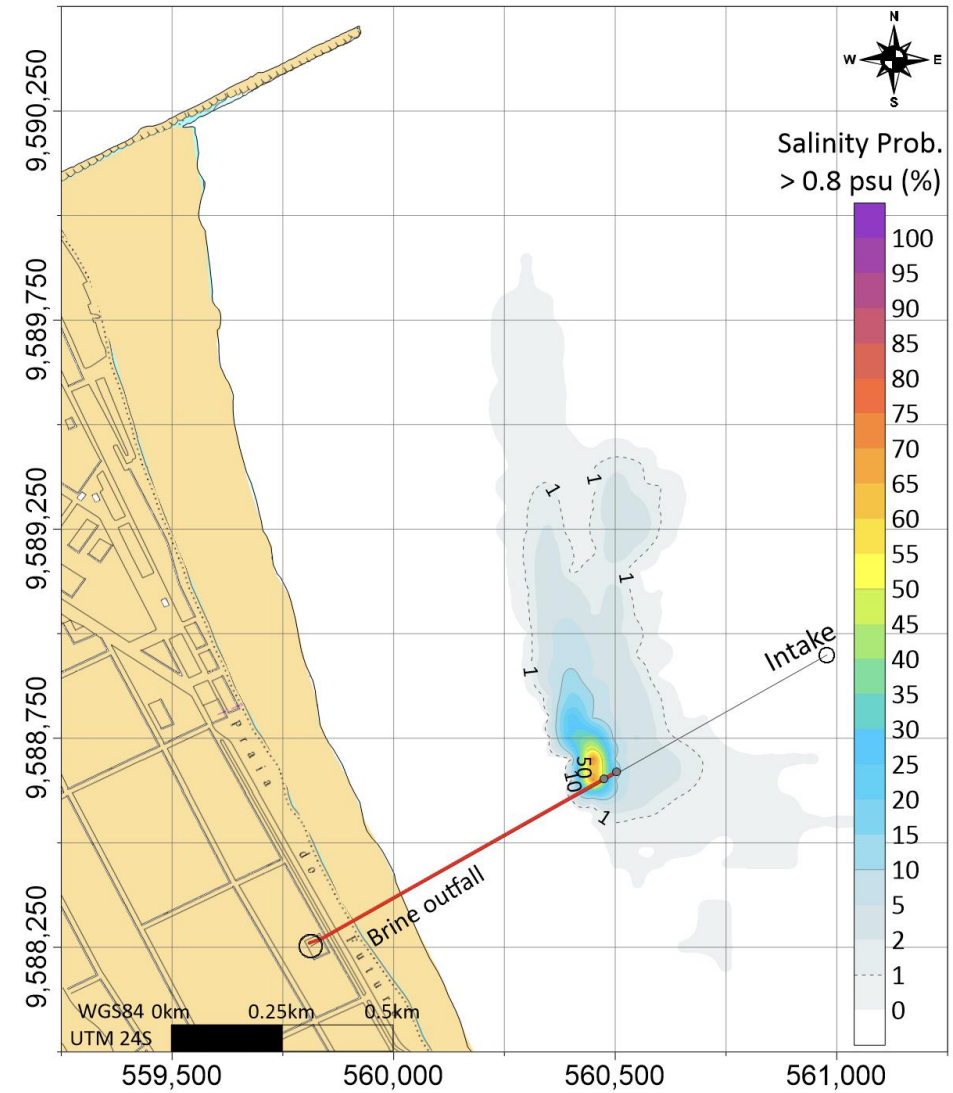
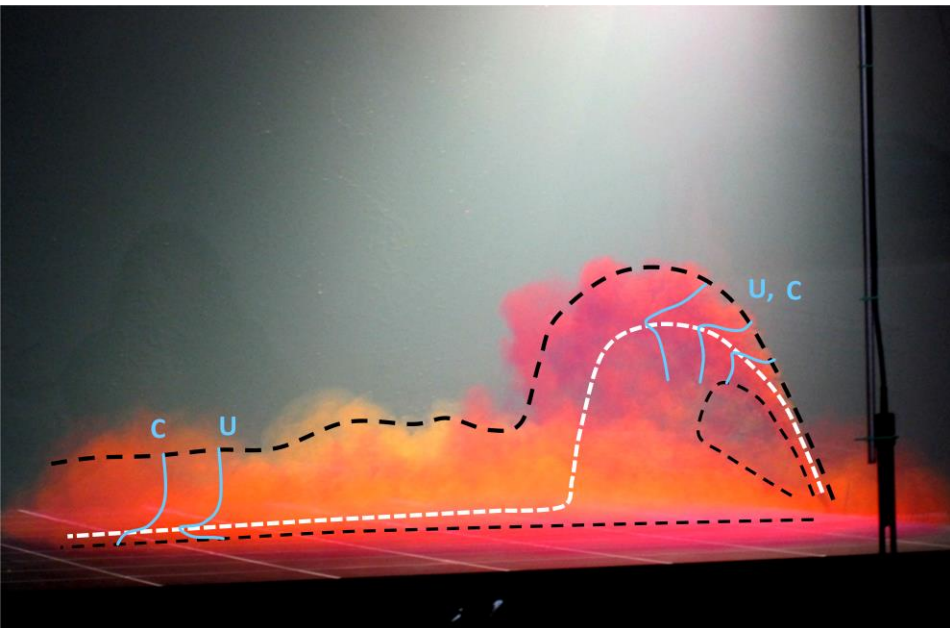
## Evaporación térmica

- Salinidad > 20-50%
- Temperatura > **5-25°C**
- Cloro > **10-25%**
- O<sub>2</sub> muy bajo
- Elementos de **pretratamiento**
- **Cu y Ni**

- Composición del vertido
- Método de rechazo (ej. emisario, en costa)
- Capacidad de producción
- Condiciones oceanográficas (Chile condiciones favorables)



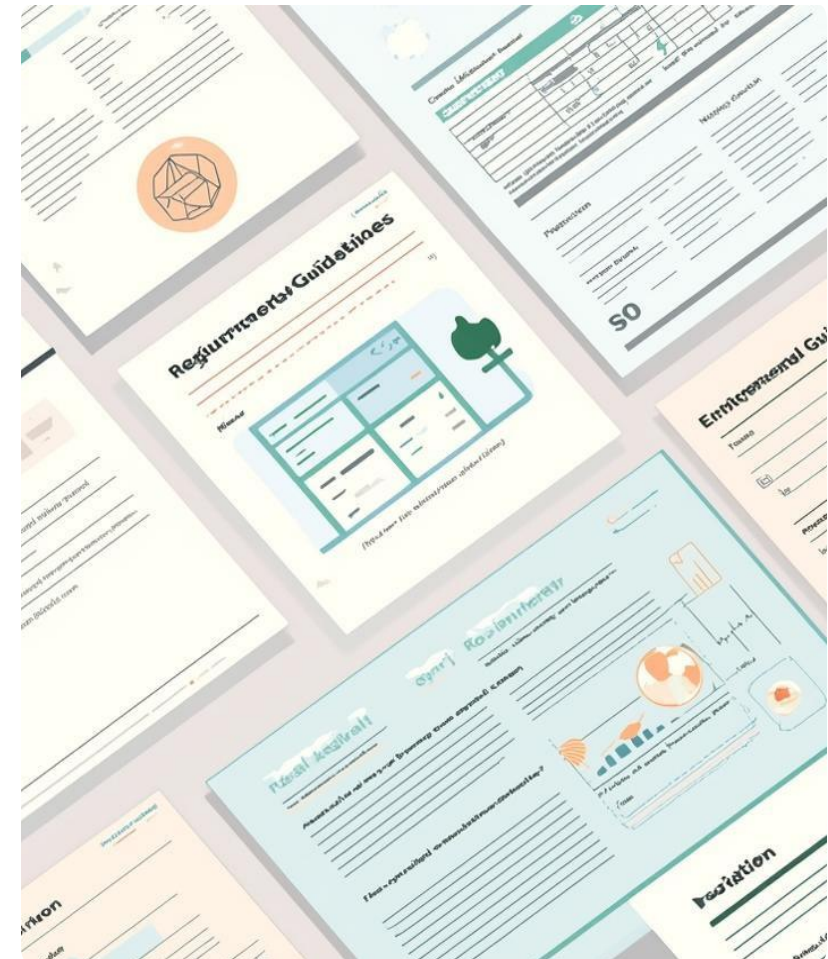
# MONITOREO Y GESTIÓN DE LOS VERTIDOS DE SALMUERA



Pereira et al., 2024

# Nuevo Proyecto de Ley: Uso de agua de mar para desalinización

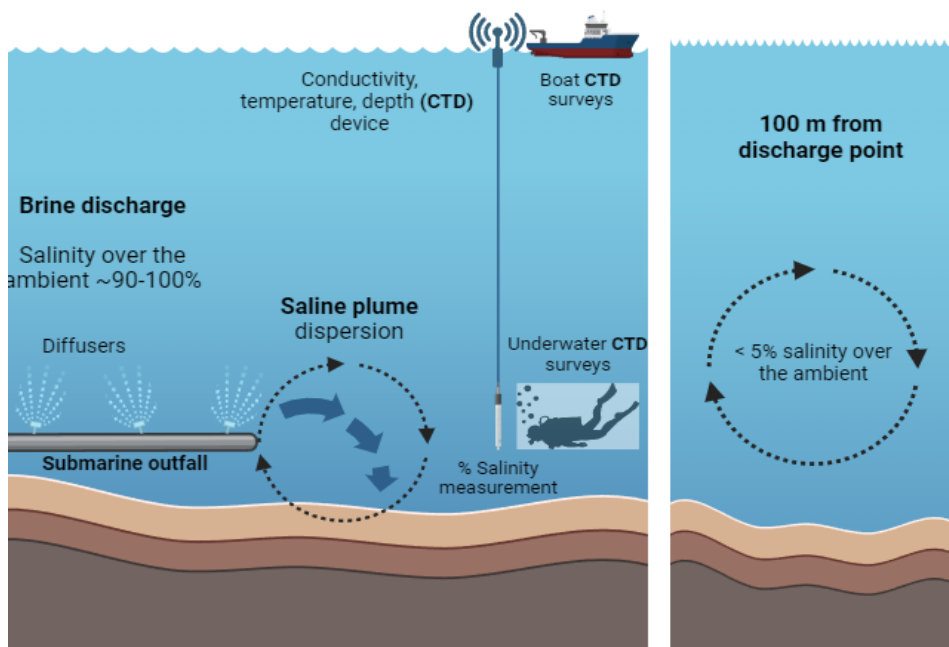
- **Criterios de Descarga de Salmuera:** Identificación de criterios para determinar aquellas bahías o áreas en las que se recomienda evitar la descarga o disposición de salmueras → **definición áreas especiales**
  - **Marco Regulatorio:** Los requisitos para el otorgamiento de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable, así como los contenidos técnicos y formales para acreditar su cumplimiento, serán los que señale la ley N° 19.300 y el reglamento del SEIA → **Actualización de los requerimientos de la RCA.**
- **Norma de Emisión Específica:** Se faculta al Ministerio del Medio Ambiente para desarrollar una norma de emisión que regule específicamente la descarga de salmueras y otros productos del proceso → **Norma de emisión de % de salmuera.**
- **Pronunciamiento de la DGA:** El informe técnico de la DGA debe contener un pronunciamiento específico sobre los **puntos de descarga**, caudales y características del rechazo.



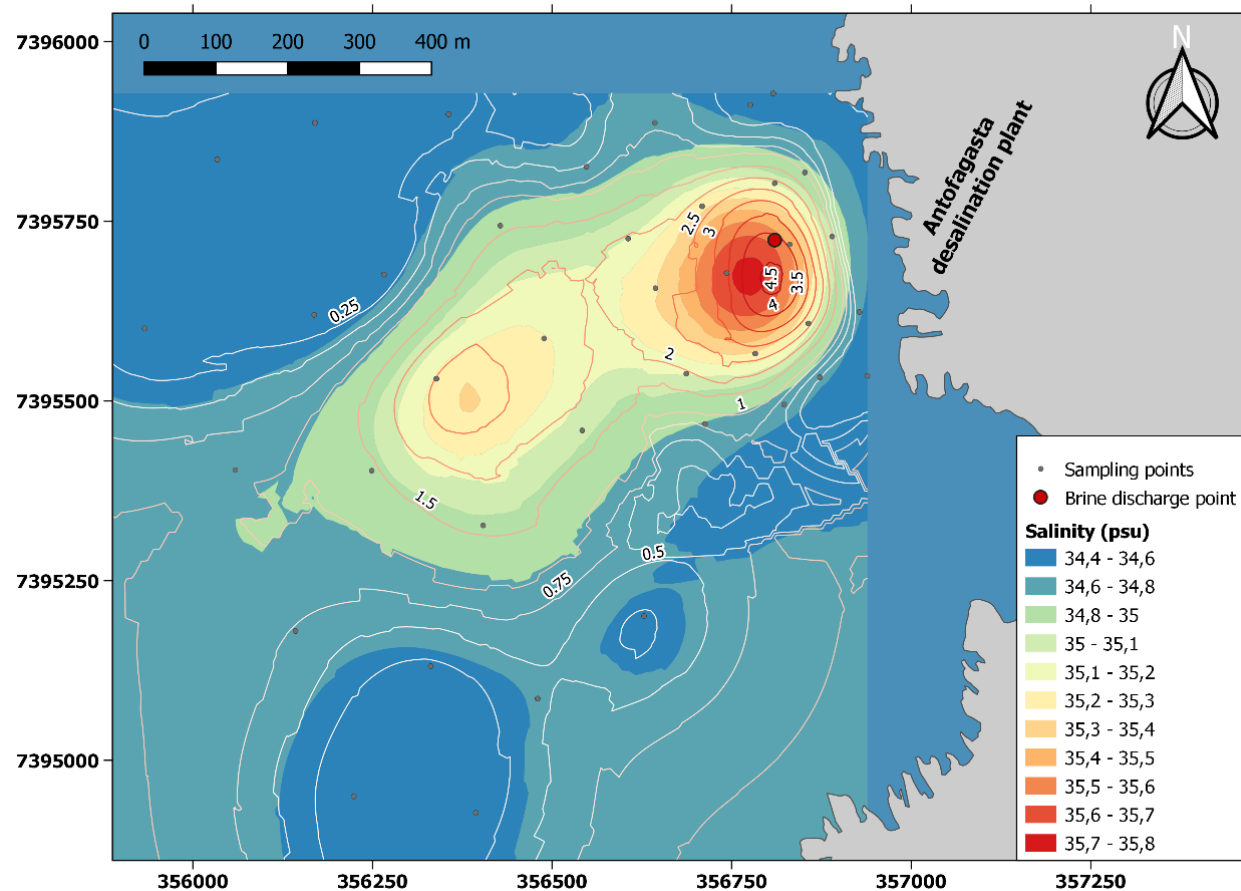
## Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast

Iván Sola <sup>a,b,\*</sup>, Adoración Carratalá <sup>c</sup>, Jeniffer Pereira-Rojas <sup>b,d</sup>, María José Díaz <sup>b,e</sup>,  
Fernanda Rodríguez-Rojas <sup>b,e</sup>, José Luis Sánchez-Lizaso <sup>a,f</sup>, Claudio A. Sáez <sup>a,b</sup>

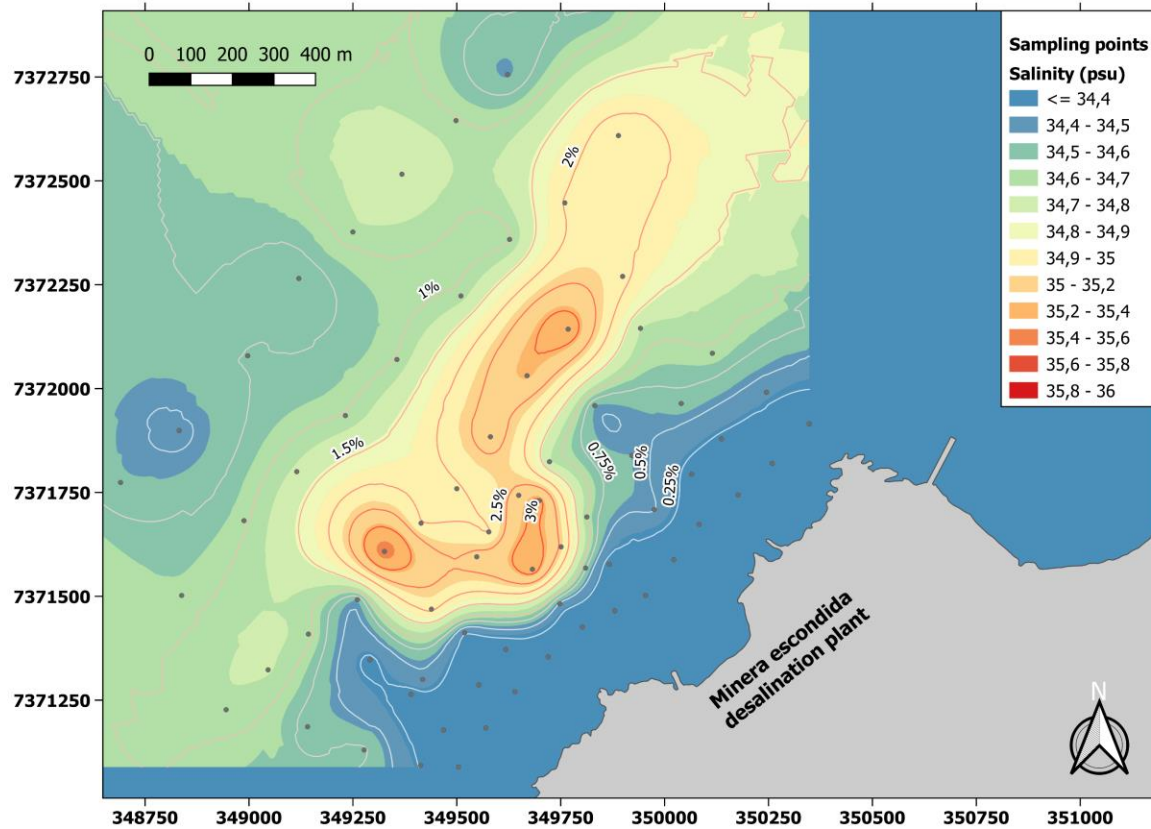
## Aguas de Antofagasta (~1000 l/s)



- < 100 m → < 5% de incremento
- < 600 m → < 1% de incremento

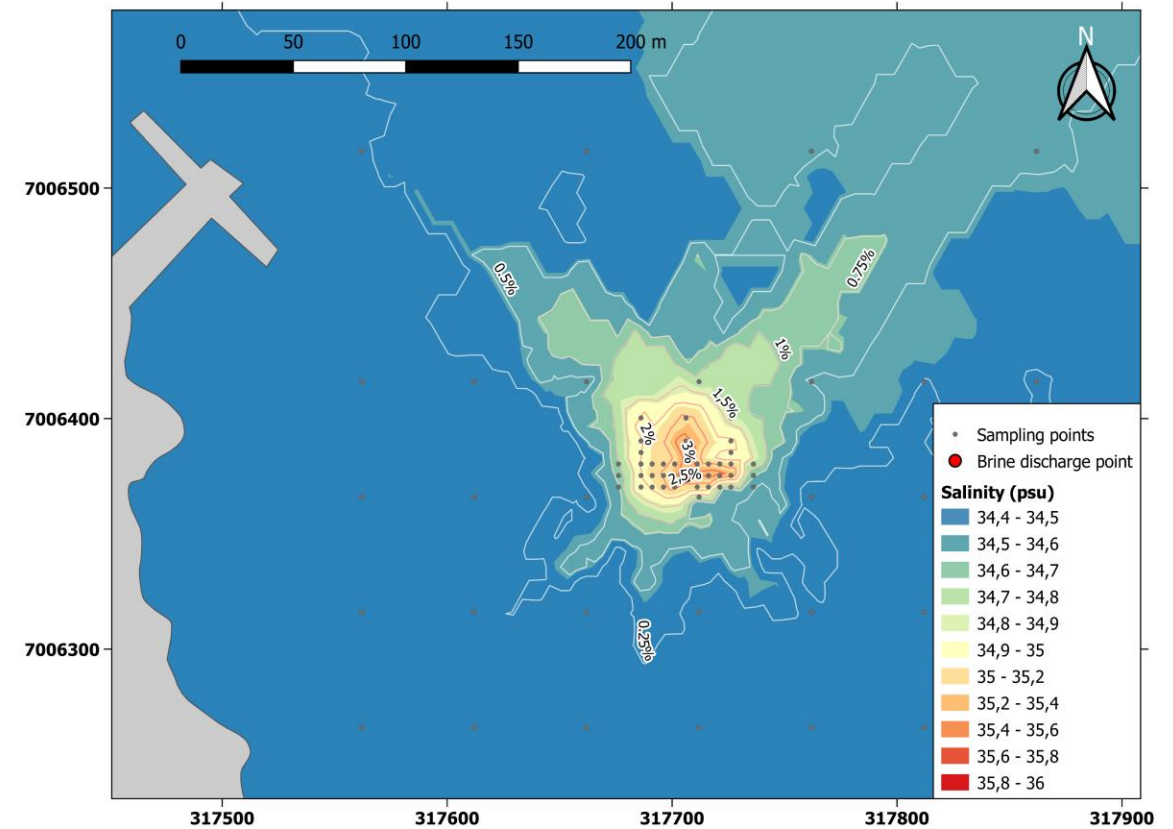


## Minera Escondida (>3500 I/s)



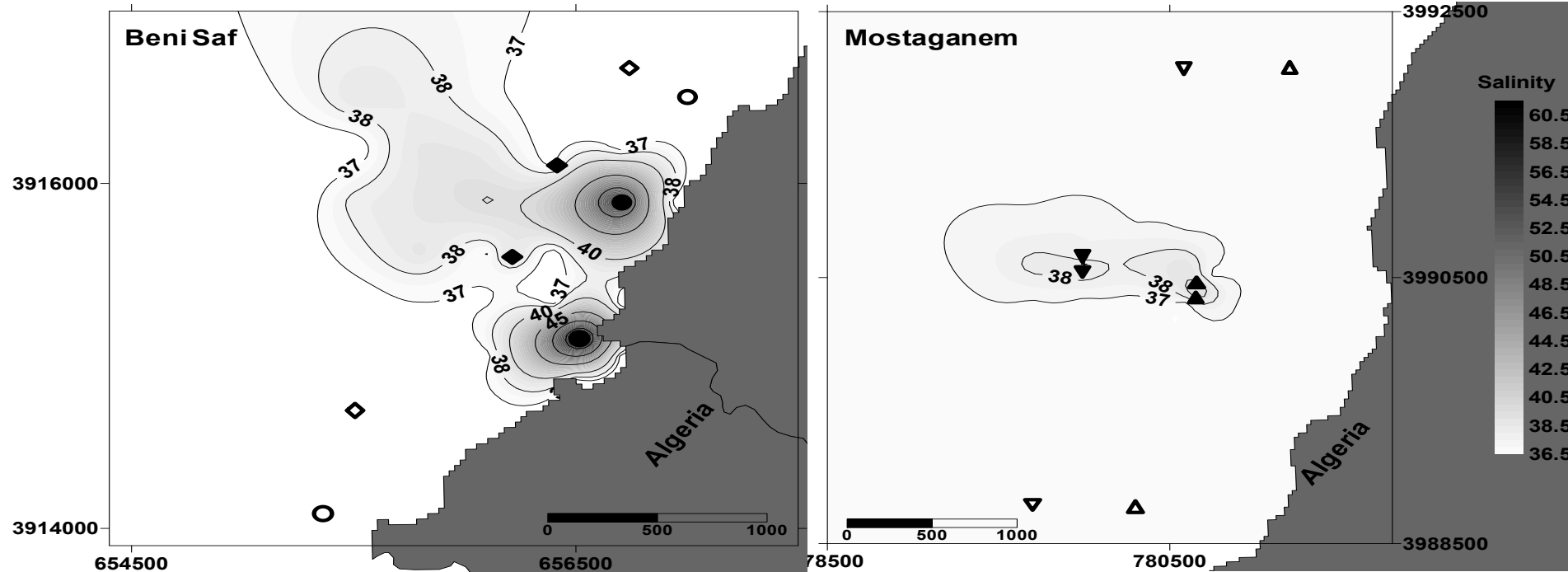
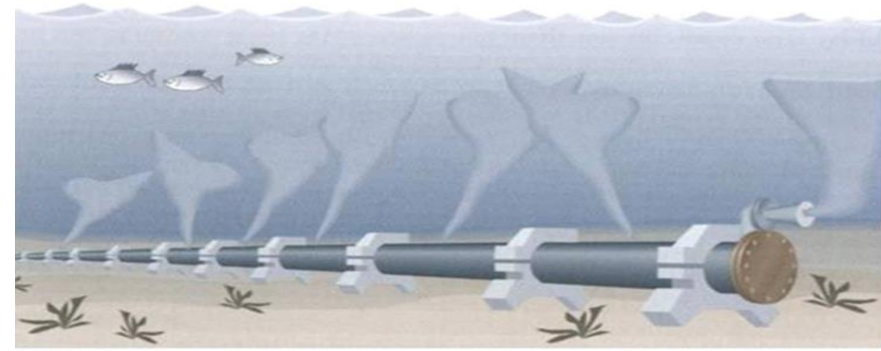
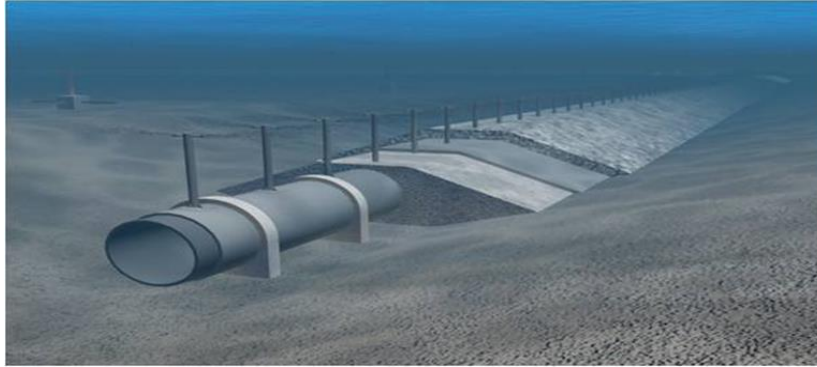
- < 200 m → < 3% de incremento
- < 800 m → < 1% de incremento
- < 2 psu

## Desaladora Candalaria (500 I/s)



- < 50 m → < 1% de incremento

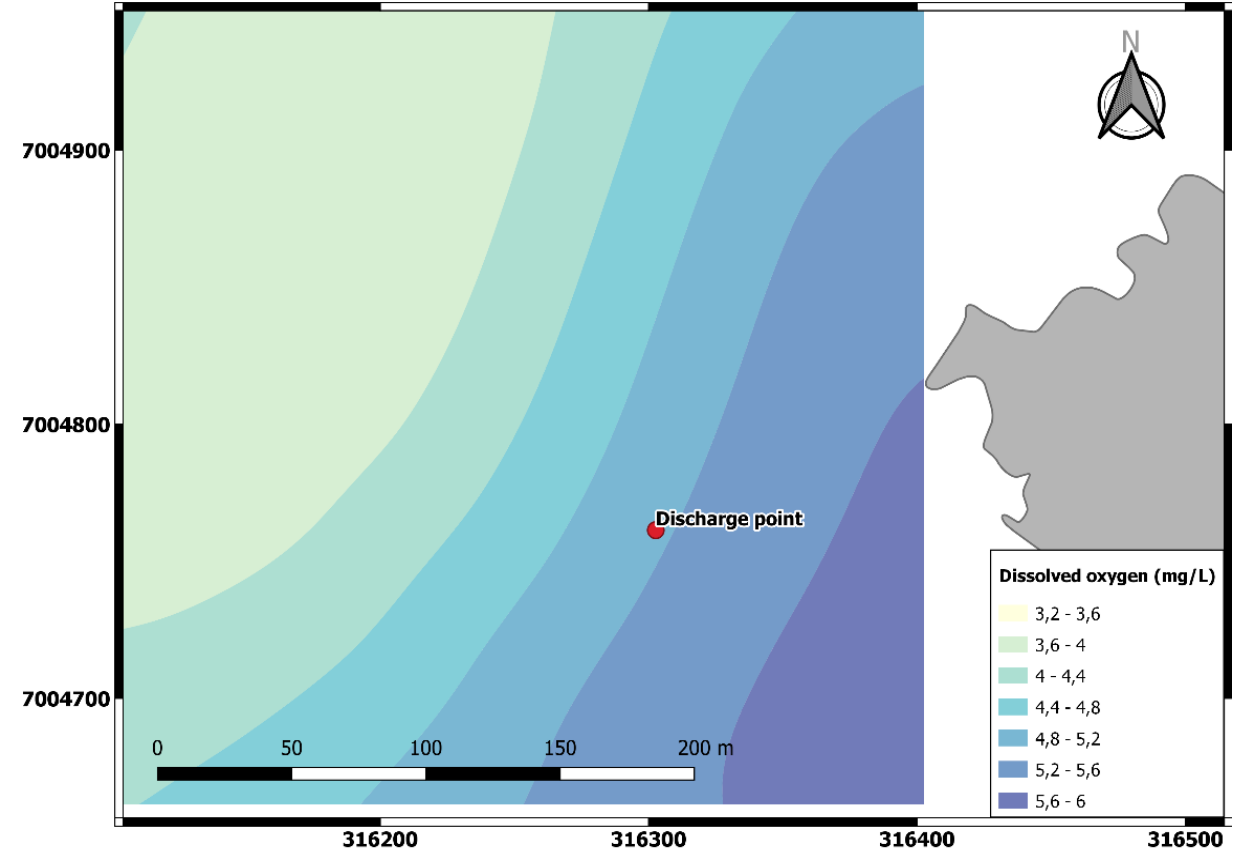
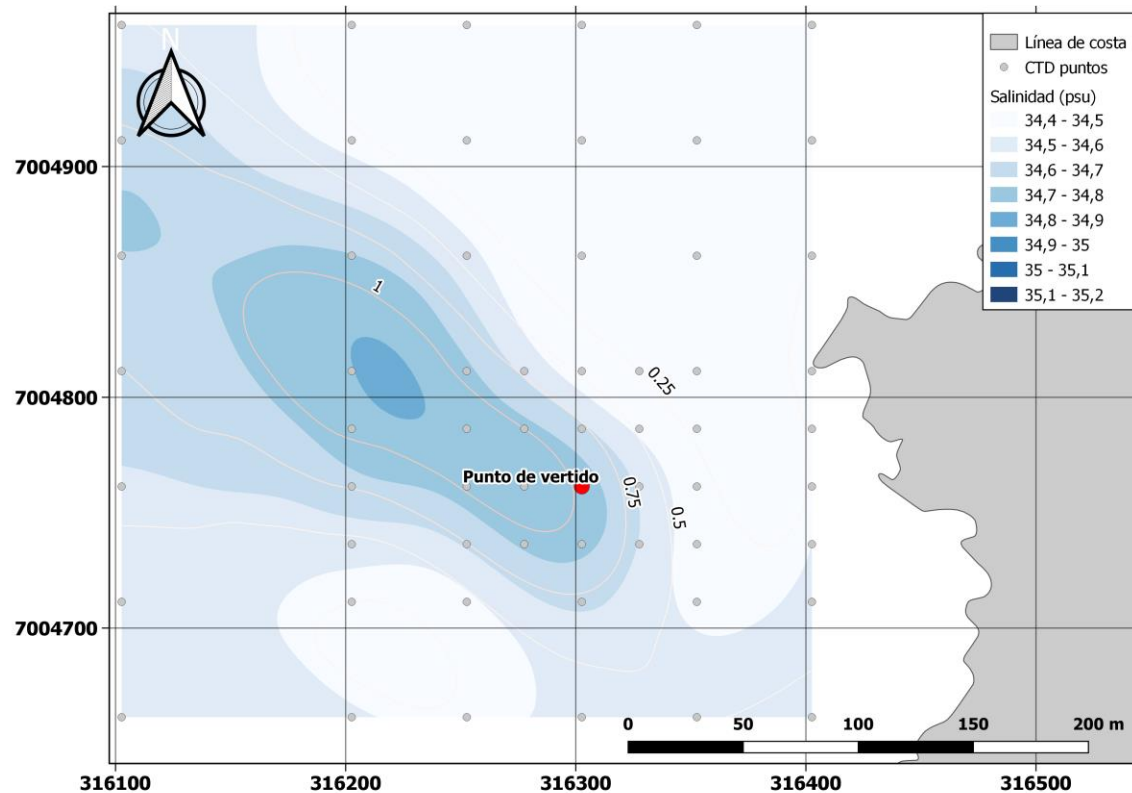
# Cuando se observan impactos por el vertido se debe a una mezcla insuficiente



# Nueva Atacama (300 l/s)

Evaluating physico-chemical and biological impacts of brine discharges for a sustainable desalination development on South America's Pacific coast

Iván Sola <sup>a,b,e,\*</sup>, Constanza Santana-Anticoy <sup>b</sup>, Roderick Silva-García <sup>b</sup>, Gabriela Pérez-Hernández <sup>b</sup>, Jeniffer Pereira-Rojas <sup>b,c</sup>, Fabio Blanco-Murillo <sup>d</sup>, María José Díaz <sup>b,e</sup>, Claudio A. Sáez <sup>a,b,e</sup>, Fernanda Rodríguez-Rojas <sup>b,e</sup>



- < 100 m → < 1% de incremento
- 3.5% incremento máximo (1psu)

# Propuesta de norma acorde a efectos sobre ecosistemas ambientales



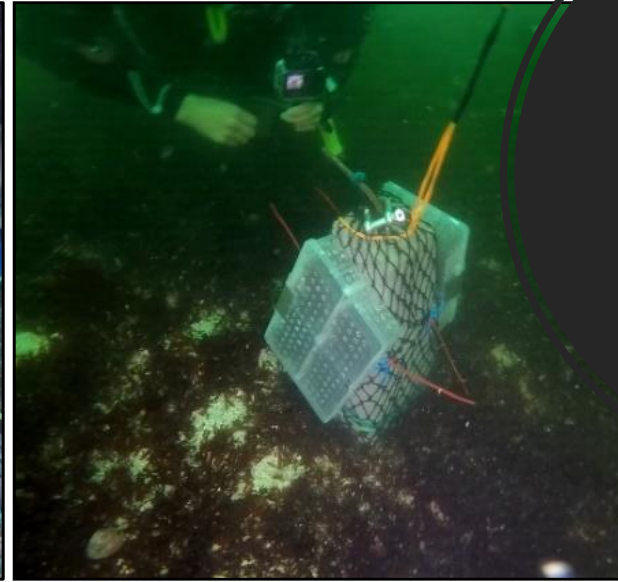




Impact site 1



Impact site 2



Control site

Combinación de experimentos de laboratorio y terreno

**< 3.5% no generó impactos significativos**

Escenarios con valores **> 6-7%**  
Evidencia de superación de la capacidad de regulación osmótica y antioxidante en otras macroalgas y pastos marinos

Area of excess salinity (km<sup>2</sup>)

SWRO plant	≥1 %	Distance (m)	≥2 %	Distance (m)	≥3 %	Distance (m)
Minera Escondida	380.42	750.0	93.95	352.0	20.18	178.00
Aguas Antofagasta	368.98	650.0	108.92	509.0	17.69	80.00
Candelaria	4.22	45.0	1.00	30.0	0.01	20.00

- **Propuesta** en base a normativa ANZEC (incremento salinidad 5% considerando variabilidad natural y distancia al punto de vertido)

Monitoreos  
biológicos y  
ecológicos



Autoría : Dr. Iván Sola

PVA con requerimientos  
adecuados y  
monitoreo de fauna en el  
área de influencia

**¿Debemos  
centrarnos solo  
en la salinidad?**



# Oceanographic and stress biomarkers profiles in key benthic species provide comprehensive insights of brine additives impacts from desalination plants on coastal ecosystems

Investigador Principal: Dr. Iván Sola  
(2024-2026)



FONDECYT  
Fondo Nacional de Desarrollo  
Científico y Tecnológico





# Biomarcadores de estrés por salinidad

- ROS totales
- TBARS
- NPS
- GLUTATIÓN
- ASCORBATO



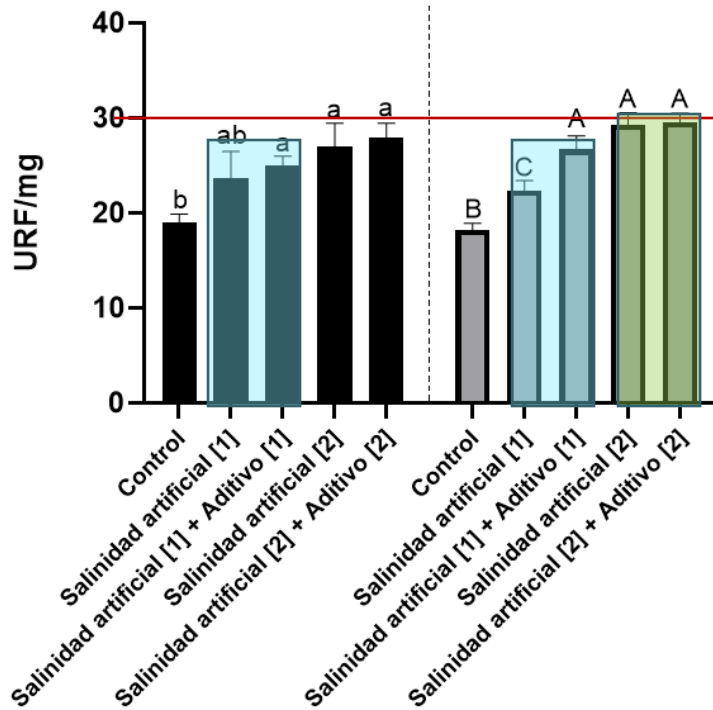
Aditivo 1



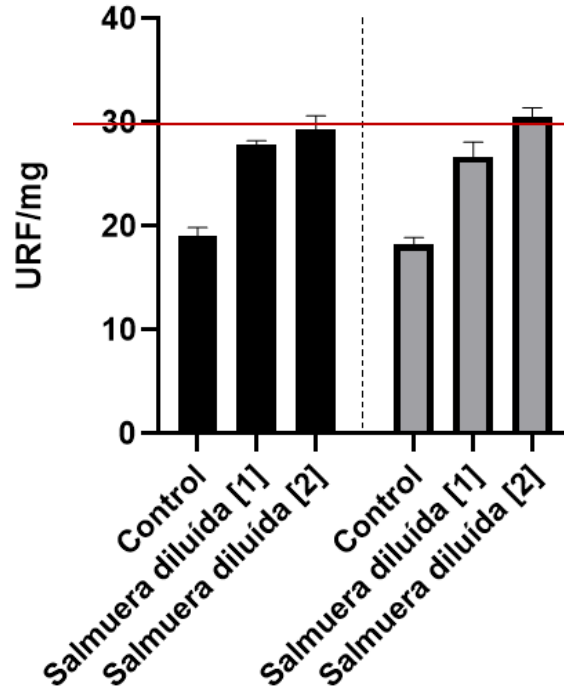
Aditivo 2

# ROS: Estrés oxidativo

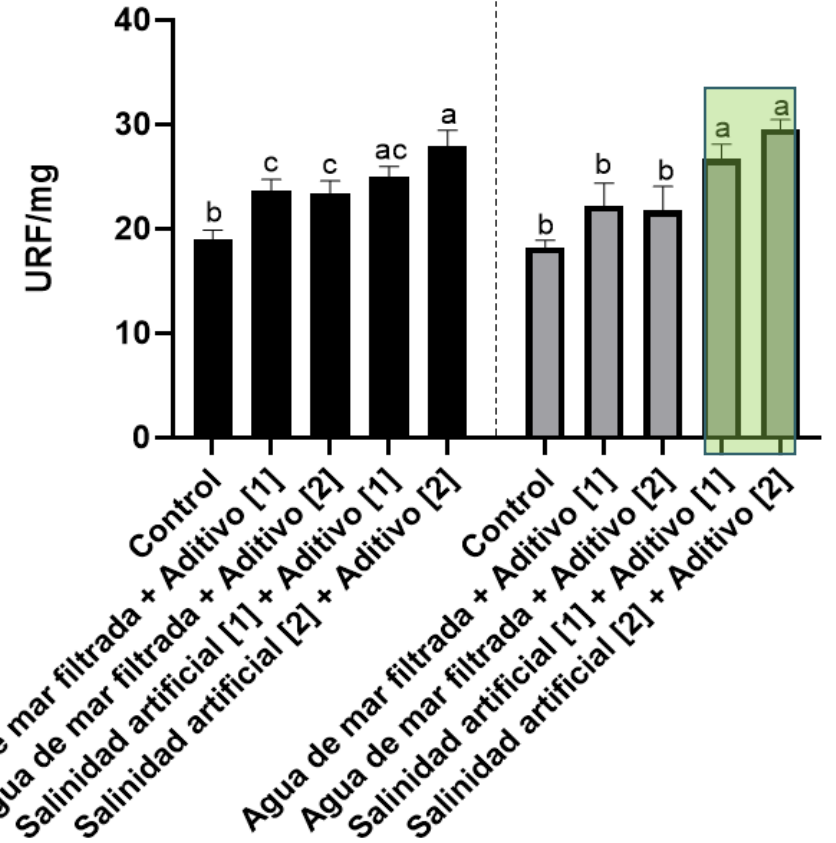
Exp 1 vs Exp 3



ROS totales experimento



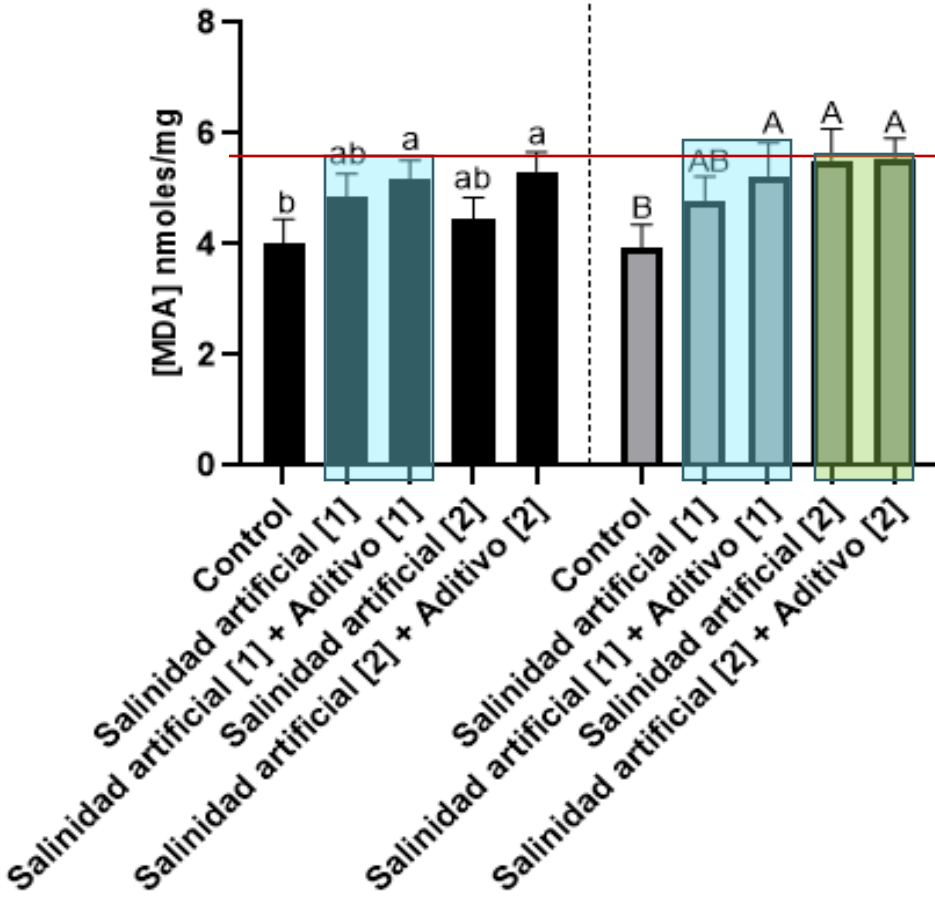
Exp 2 vs Exp 3



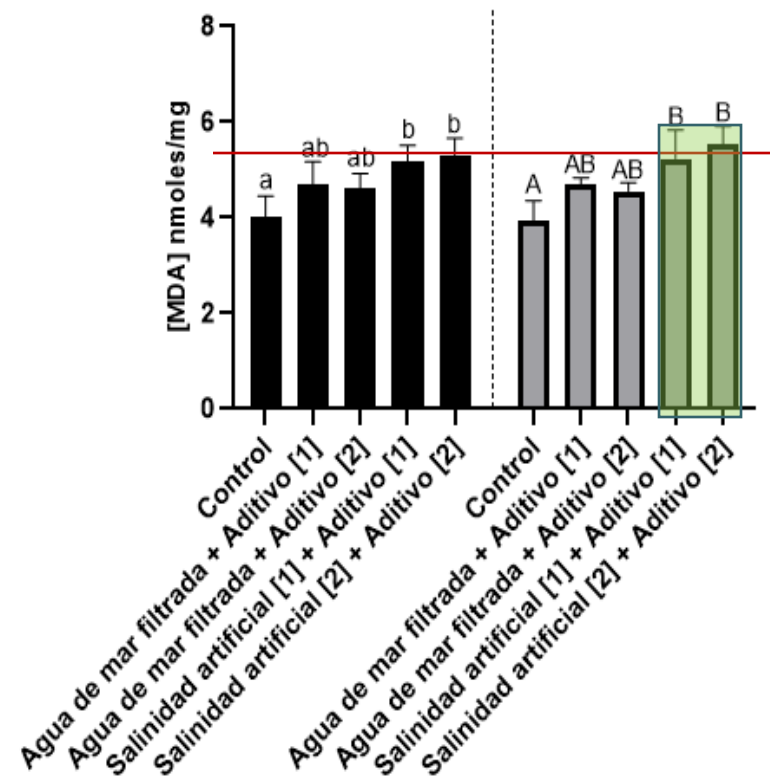
# TBARS

## Daño oxidativo

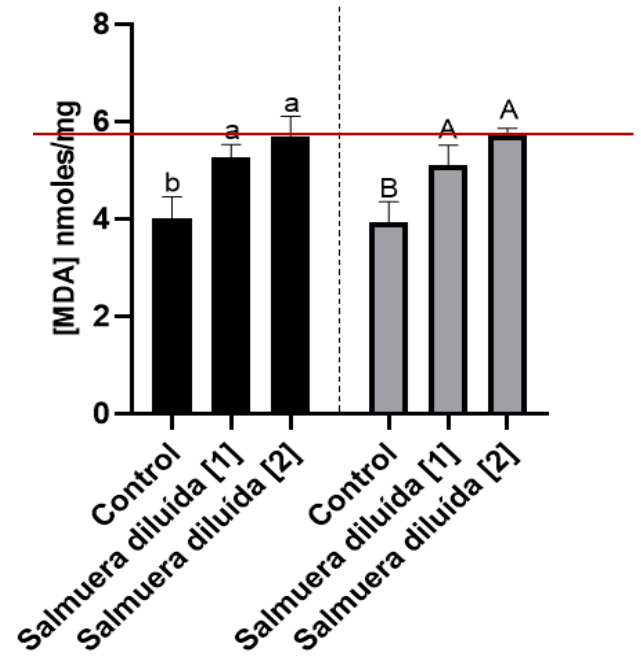
Exp 1 vs Exp 3



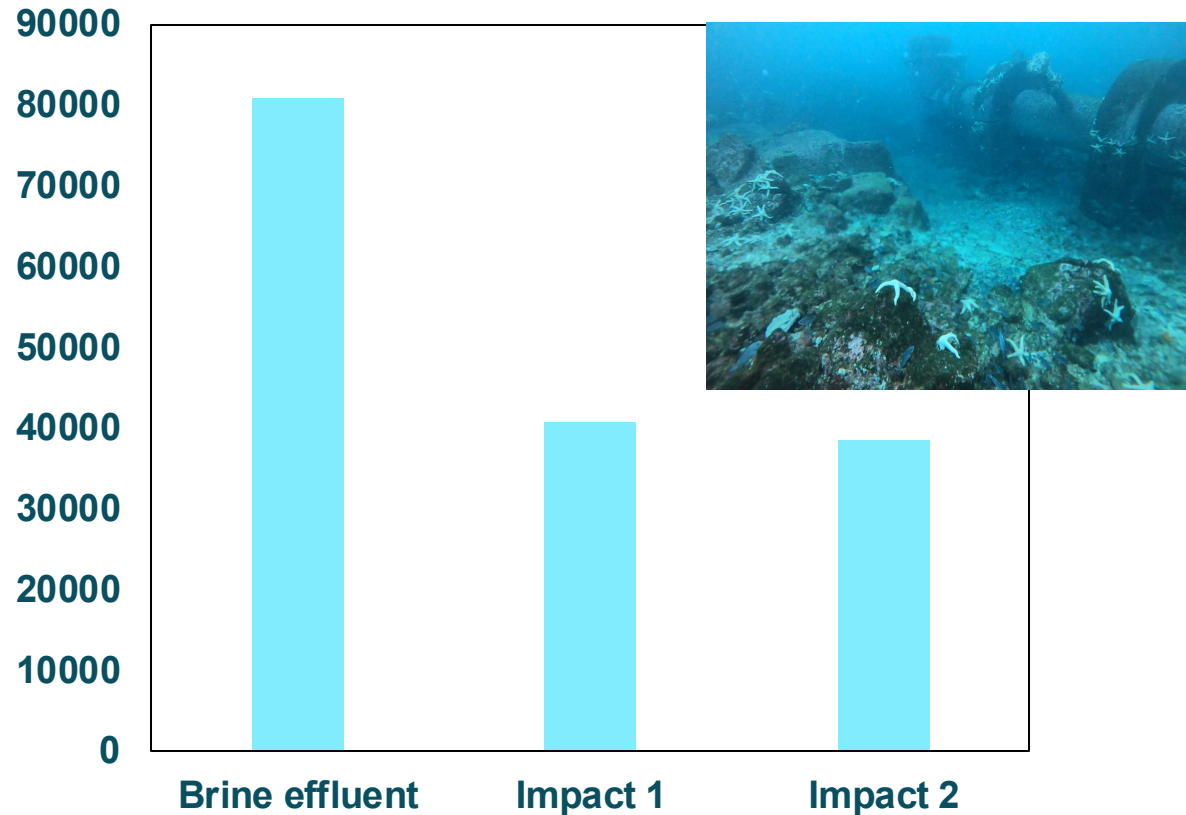
Exp 2 vs Exp 3



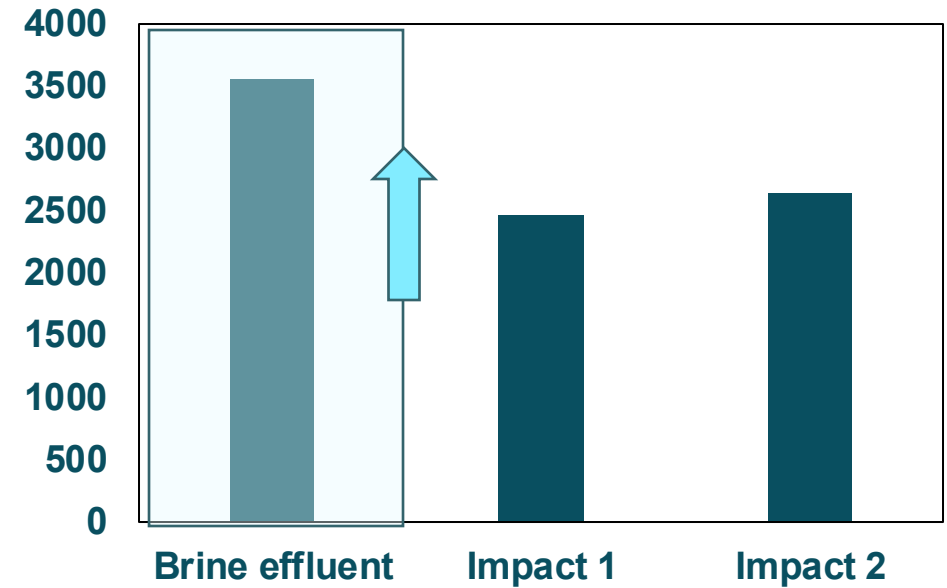
TBARS experimento 4



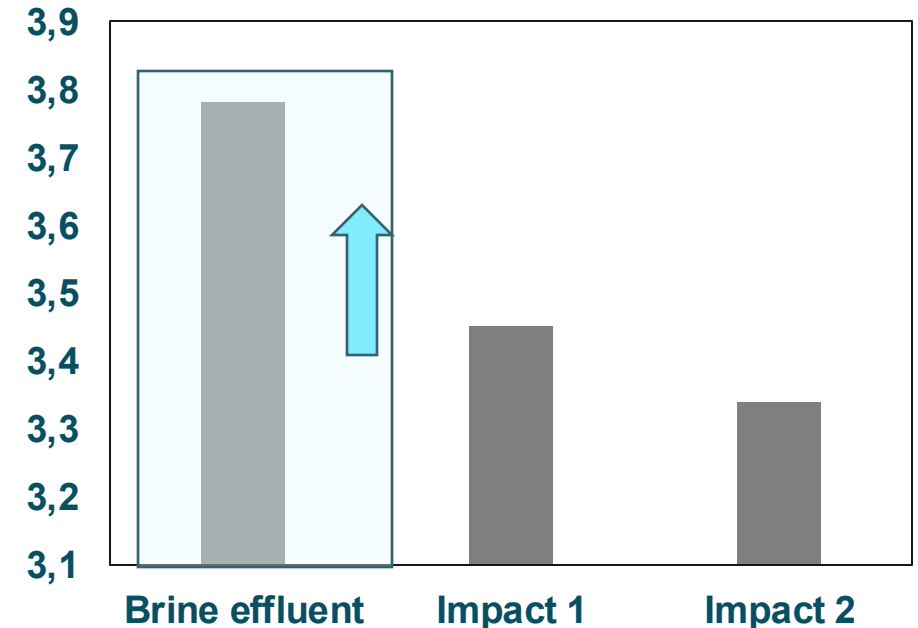
### Sólidos disueltos totales (mg/L)



### Sulfatos (mg/L)



### Fosfatos (mg/L)



Propuesta de norma basada en datos científico-técnicos de umbrales y/o límites de incremento aditivos químicos y salinidad para una gestión sostenible de los vertidos.

---

# Monitoreo de la Salinidad del Agua de Mar en la Bahía Puchuncaví-Quintero

**Dr. Iván Sola**

Académico investigador

Asesor Científico del Comité Técnico Salinidad del Mar





# Mesa Técnica de Seguimiento de la Salinidad del Mar

Noviembre 2024



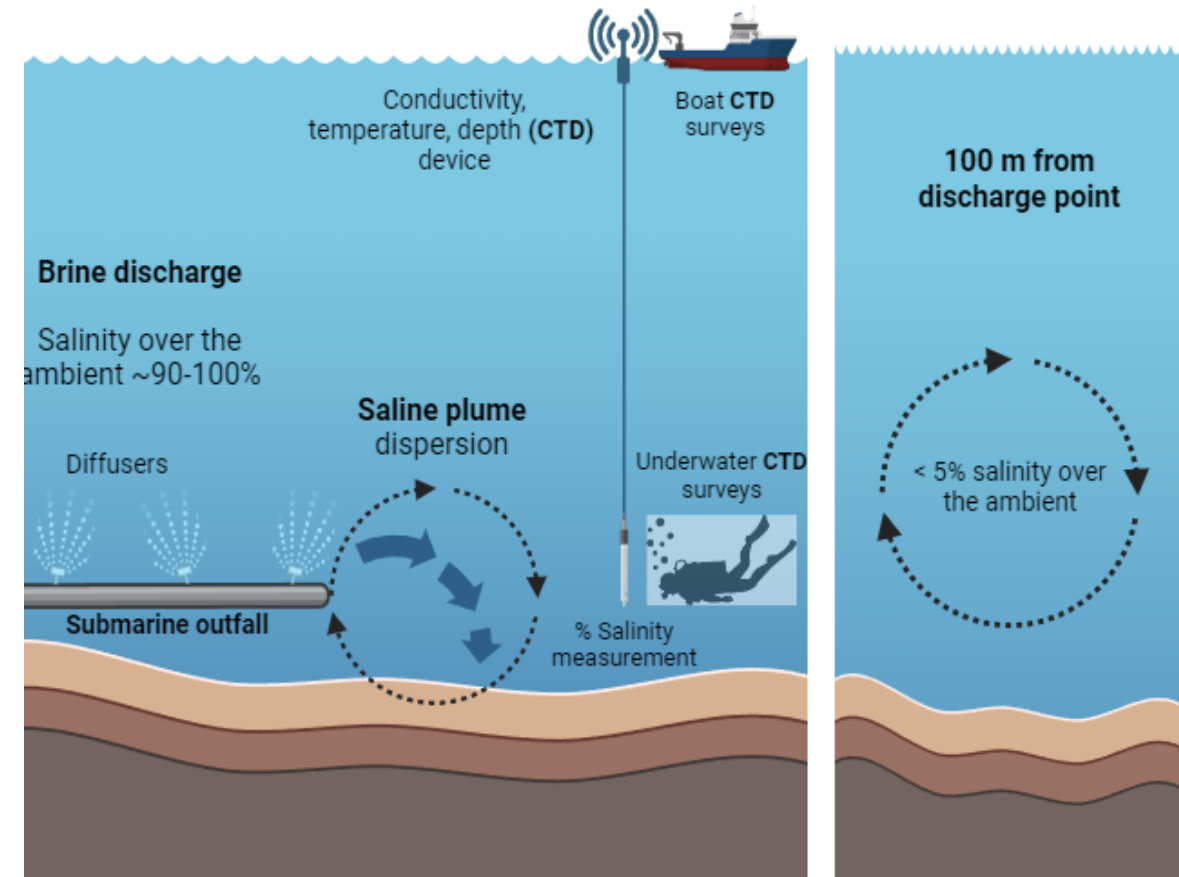
*aguas pacífico*



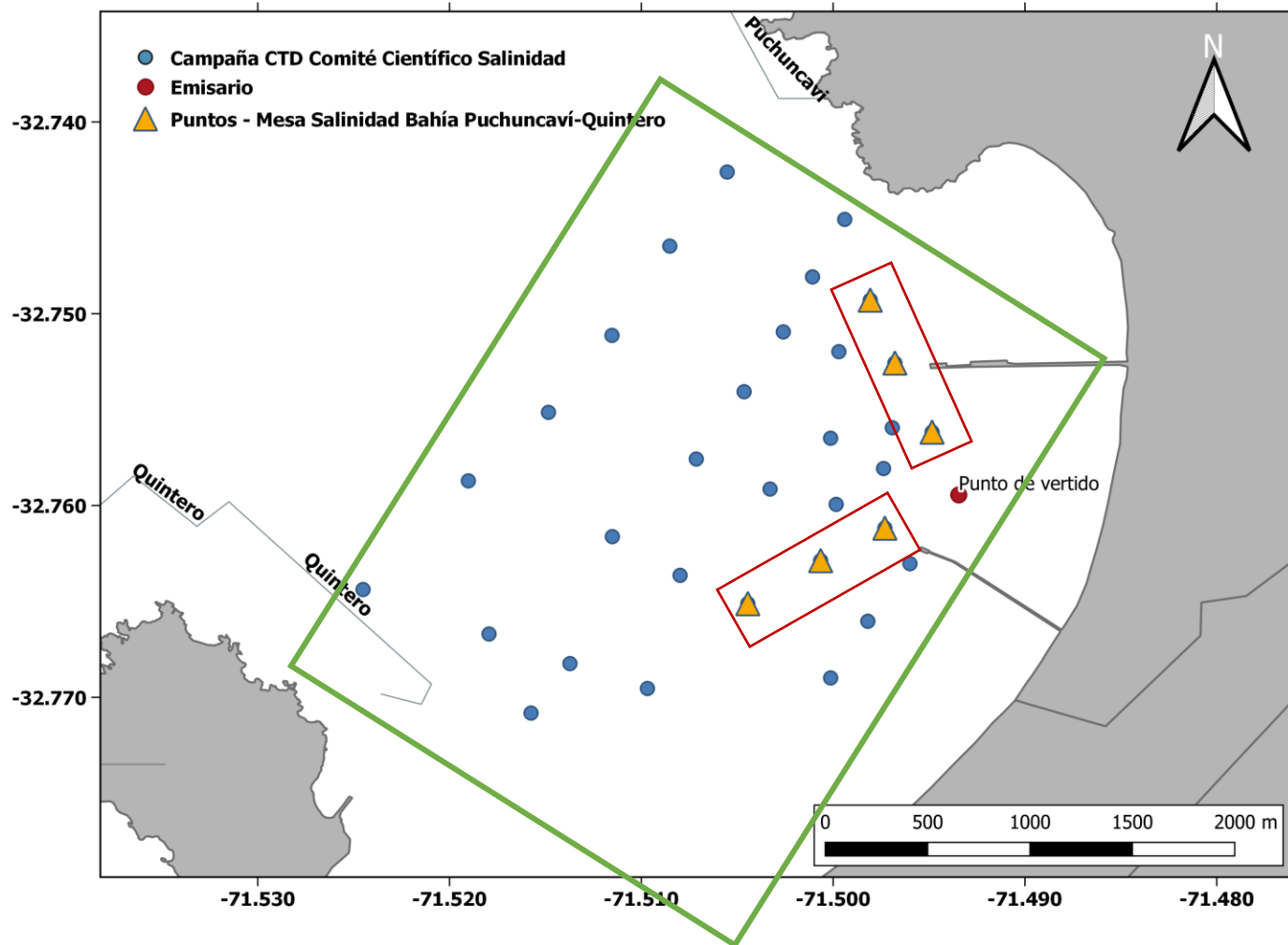
## Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast

Iván Sola<sup>a,b,\*</sup>, Adoración Carratalá<sup>c</sup>, Jeniffer Pereira-Rojas<sup>b,d</sup>, María José Díaz<sup>b,e</sup>, Fernanda Rodríguez-Rojas<sup>b,e</sup>, José Luis Sánchez-Lizaso<sup>a,f</sup>, Claudio A. Sáez<sup>a,b</sup>

- Metodología **científica** robusta y estandarizada a nivel **global** en el largo plazo
- Diseño y campaña de muestreo **científico-técnica**
- Validación **normativa** y **Mesa Comité Salinidad**



# Campaña monitoreo salinidad – Proyecto Aguas Pacífico



## Diseño experimental

1. Cuadrícula de **6 a 32 estaciones** de muestreo a diferentes distancias del emisario.
2. Muestreo equipo CTD
3. Medición en estación basado en sistema de coordenadas WGS84

Percepciones **objetivas** y **sin**  
**conflicto** de interés

Proyectos desarrollados con base  
**científico-técnica**

- **Validación** valores de salinidad <5% incremento
- **Perfiles** salinidad columna de agua

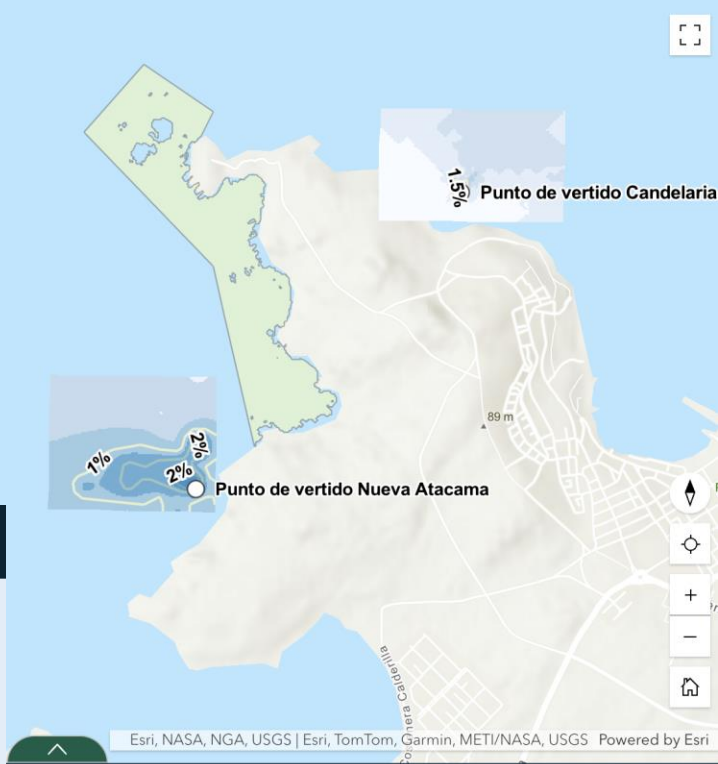
- **Medición** y modelación salinidad



# Plataforma de monitoreo de salinidad



Buscar dirección o lugar



**ACADES**<sup>®</sup>  
Asociación Chilena de  
Desalación y Reúso A.G.



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



## Desaladora Aguas CAP

### Punto de vertido



### Incremento de salinidad natural (%)

- Incremento
- 1%
  - 2%
  - 3%
  - 4%

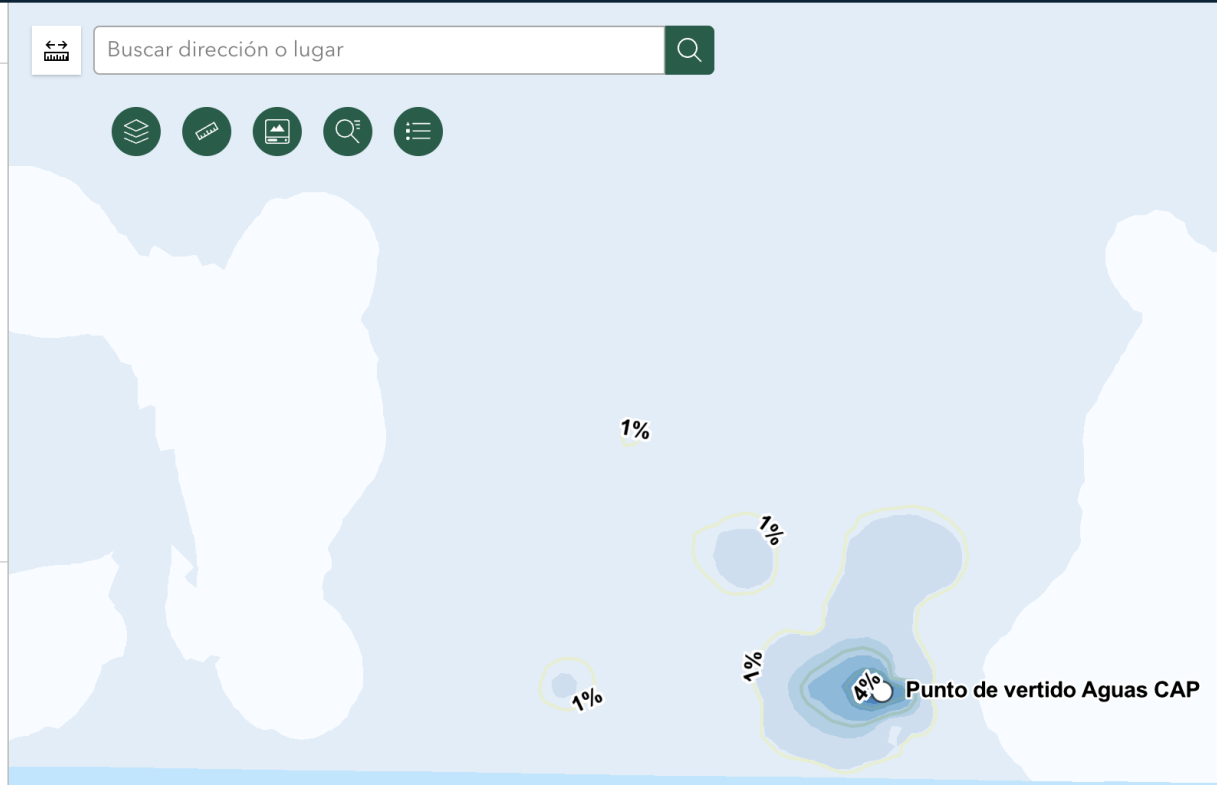
## Desaladora Candelaria

### Punto de vertido



### Incremento de salinidad natural (%)

Buscar dirección o lugar



**sacyr** water  
CONCESSIONS

 **VIGA**  
FLOW

  
*aguas pacífico*

**ECONSSA**chile  
Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A.

## Colaboraciones académico-público-privadas en proyectos de desalación en Chile

  
**Atacama** nueva

 **ACADES**<sup>®</sup>  
Asociación Chilena de  
Desalación y Reúso A.G.

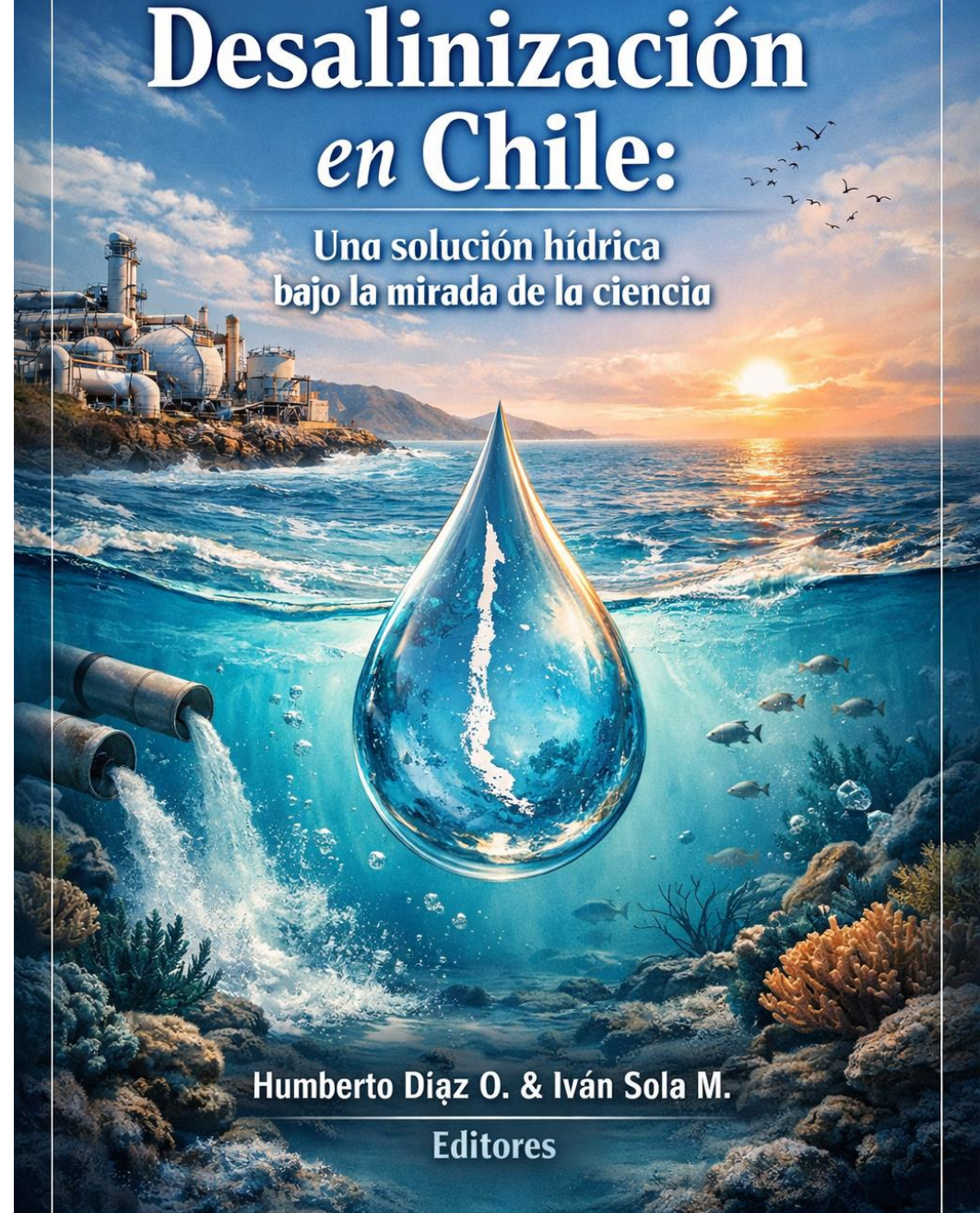
 | **ALADYR**

# Desalinización en Chile: Una solución hídrica bajo la mirada de la ciencia

Humberto Diaz & Iván Sola, 2026

Editores

CONGRESO  
ACADES 2026  
AGUA PARA CRECER



# Desalinización *en Chile:*

Una solución hídrica  
bajo la mirada de la ciencia

Humberto Díaz O. & Iván Sola M.  
Editores

CONGRESO  
**ACADES 2026**  
AGUA PARA CRECER



# ¡Muchas gracias!

**Iván Sola - Académico investigador**

Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (DIHA)

Instituto para el Desarrollo Sustentable (IDS)

[Ivan.sola@uc.cl](mailto:Ivan.sola@uc.cl)

