

Presenta:



Universidad
Católica del Norte

SEMINARIO DESALINIZACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE

Experiencias internacionales en la gestión, manejo y
aprovechamiento de concentrados de desaladoras

Dr. Domingo Zarzo Martínez

Presidente Asociación Española Desalación y reutilización

Director de Innovación y Proyectos Estratégicos SACYR AGUA





Introducción

Aproximadamente 20.000 desaladoras – 100 millones de m³/día
59% de agua de mar, 71% por ósmosis inversa (membranas), 60%
uso municipal

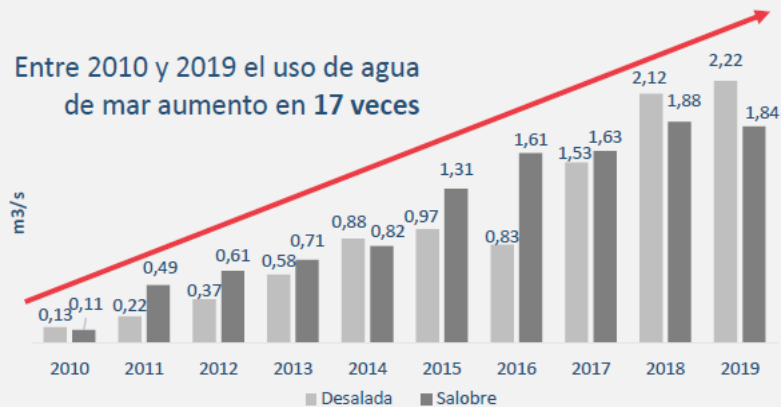


El 97,5% del agua en el planeta está en los océanos. ¿ésto nos dice algo?

Desalación en Chile

Evolución histórica uso agua de mar en minería

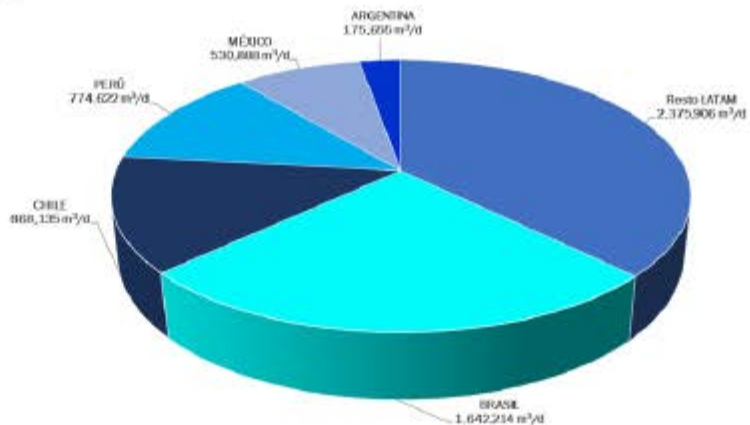
Entre 2010 y 2019 el uso de agua de mar aumento en 17 veces



Total 0,24 m³/s

4,06 m³/s

Capacidad instalada por país (m³/día). Incluidos proyectos finalizados y en curso



Fuentes: Aladyr y Acades

Las salmueras, ¿deberían preocuparnos?

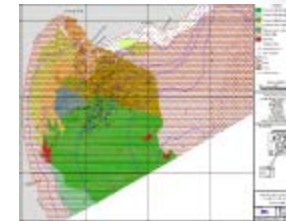
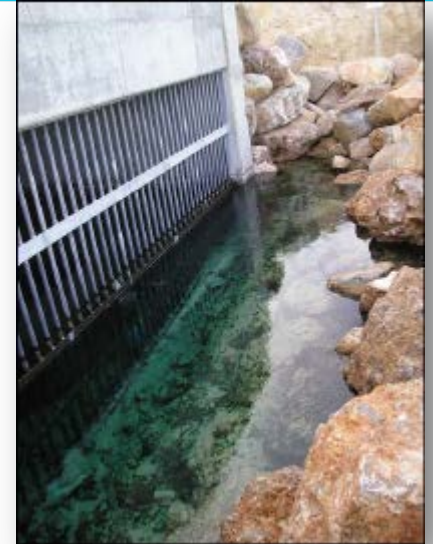
Las llamadas “salmueras” de desalación no son sino el **concentrado** que contiene las sales del agua de mar que hemos introducido en el sistema, y no contienen otros contaminantes.

Antes de diseñar la planta se busca el lugar para su vertido que tenga el **menor impacto posible** (zonas degradadas, sin algares o zonas valiosas medioambientalmente) y requiere de un intenso estudio de impacto ambiental previo.

Previamente al vertido el concentrado se **mezcla con agua de mar** para reducir su salinidad previamente al vertido.

El vertido se realiza **por medio de difusores** que mezclan rápidamente el concentrado con el agua de mar de forma que a muy pocos metros de ese punto se recupera la salinidad del agua de mar.

Durante la fase de operación se realiza una **monitorización ambiental** para comprobar que el vertido no tiene efectos ambientales, estudiando el estado de distintas especies.



Hipocampo, conocido por ser muy sensible a los cambios de salinidad, viviendo en la salida de salmueras de la dealdora de Perth I

Características de las salmueras

Las características de la salmuera dependen de:

- **origen** y las **características** físico-químicas del agua de aporte
- La **conversión** (o recovery) del sistema (relación entre la alimentación y el producto)
- La **tecnología** utilizada (que influye en la conversión)
- Los **efluentes** que se hayan mezclado con la salmuera para su vertido

Ejemplo de análisis de salmueras de agua de mar

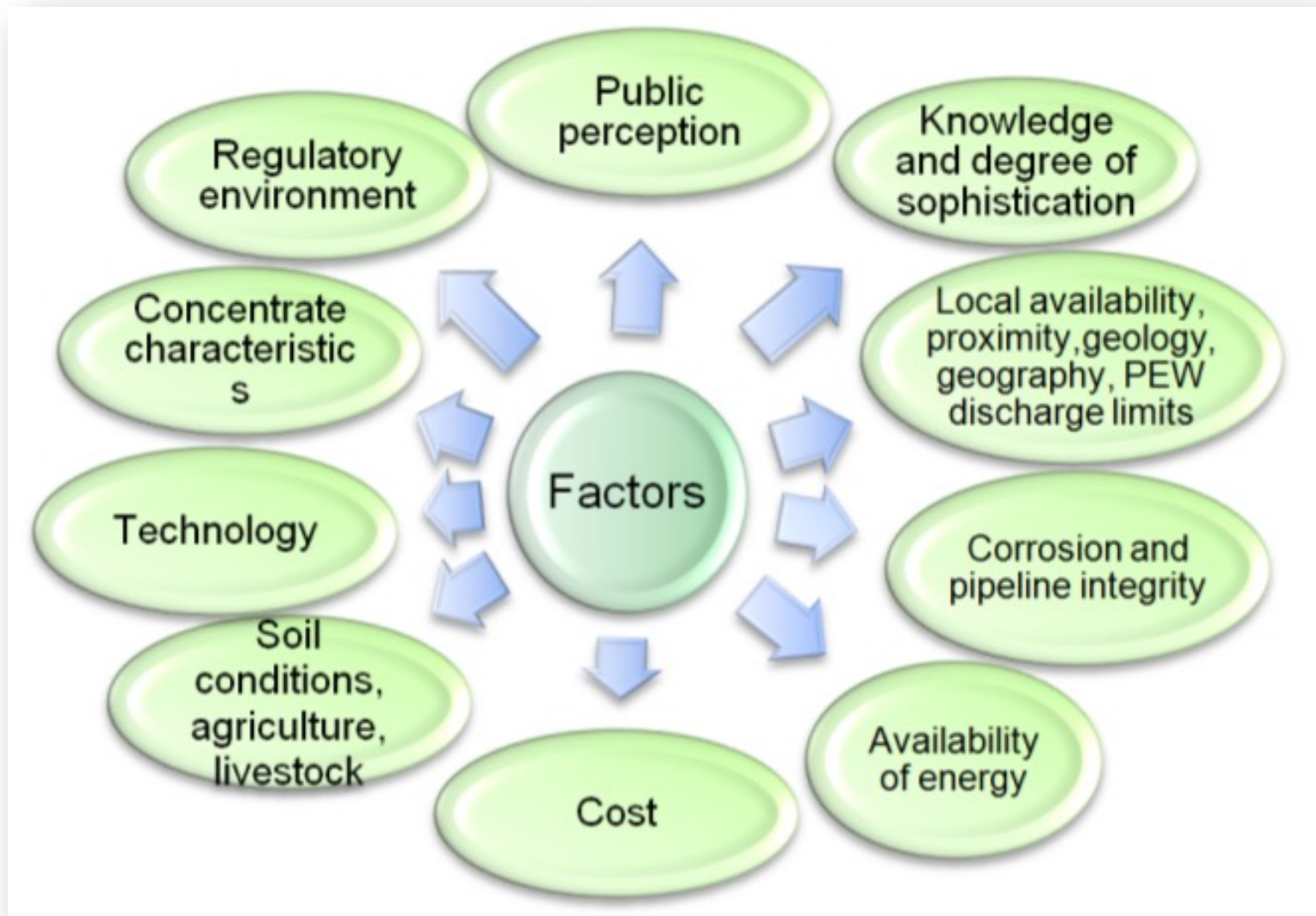
Planta		Aguilas	SSDP	Mantoverde	Las Palmas III	Marina Baja
Localización		España	Perth, Australia	Chile	España (Islas Canarias, Oceano Atlántico)	España
Tipo de planta		SWRO	SWRO	SWRO	SWRO	SWRO
Tipo de agua		Agua de mar	Agua de mar	Agua de mar	Agua de mar	Agua de mar
Análisis						
Calcio	mg/l	790		845	873	
Magnesio	mg/l	2.479		2.550	2.900	
Sodio	mg/l	21.921		21.070	23.200	
Potasio	mg/l	743		784	918	
Amonio	mg/l					
Bario	mg/l					
Estroncio	mg/l	8,9		15		
Hierro	mg/l					
Bromuros	mg/l					
Cloruros	mg/l	38.886		38.014	43.790	
Sulfatos	mg/l	5.316		5.342	5.964	
Nitratos	mg/l	1,8			4,0	5,11
Bicarbonatos	mg/l	173		274	283	
Carbonatos	mg/l	155		19,5		
Fluoruros	mg/l	2		1,8	6,3	
Silice	mg/l	0,5			0,42	
Boro	mg/l	8,7		8,6	9,3	
Fosfatos	mg/l					< 0,01
TDS	mg/l	70.488	63.000	68.967		63.580
Conductividad	μS/cm		91.000		84.500	
pH		7,9	7,8	7,92	7,8	7,88

Para aguas salobres dependerá del agua de origen y el recovery



Gestión de las salmueras

Factores que afectan a la gestión de desaladoras



Importancia de manejar la información correcta, rigurosa, veraz y despolitizada

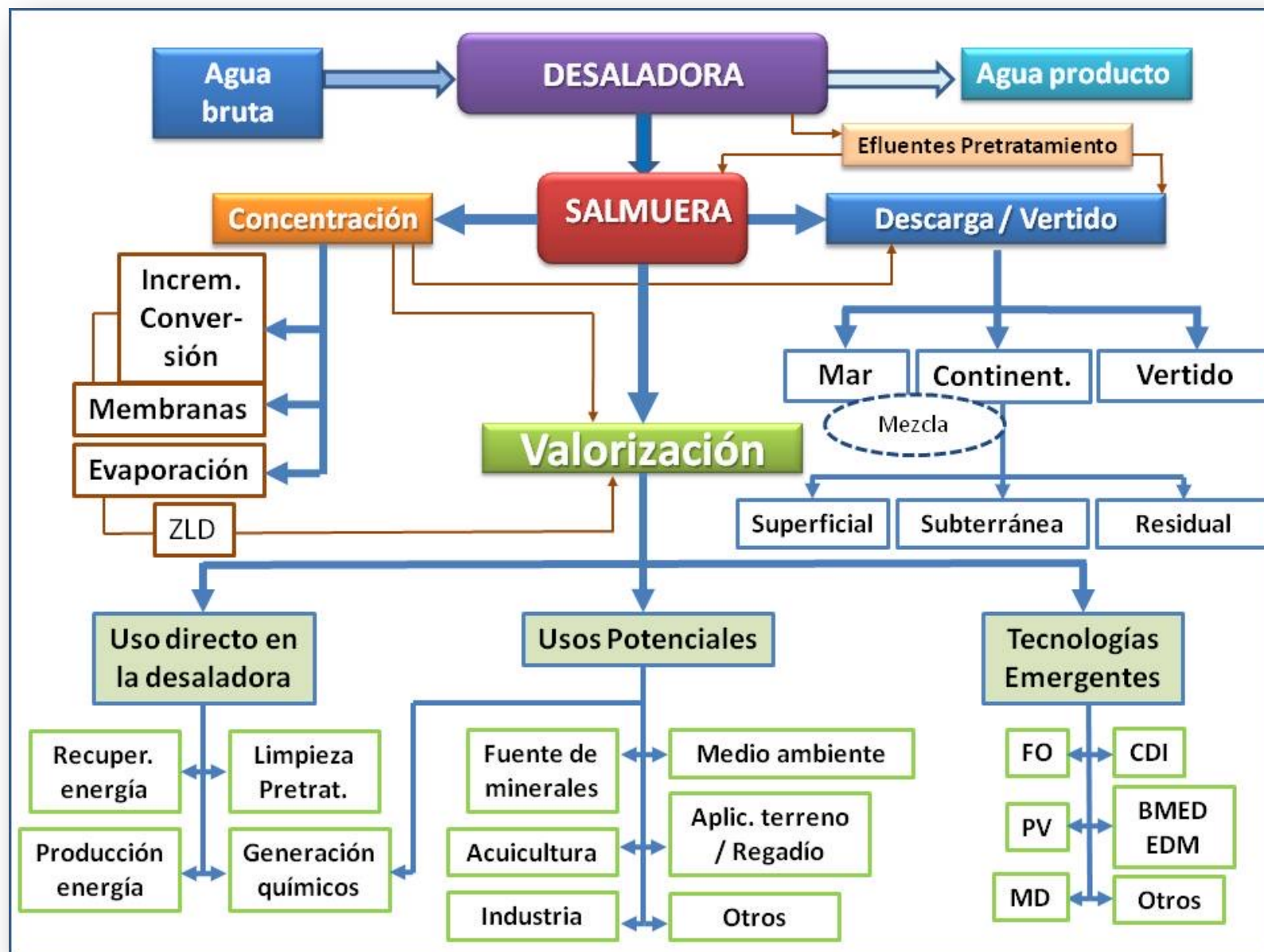
Las consecuencias en los principales medios de comunicación españoles



Artículo publicado en 2019: “The state of Desalination and brine production: a global Outlook” (simplemente un inventario de desaladoras y cálculo de la salmuera producida)



Alternativas para la gestión de salmueras



Descarga de salmueras

Descarga de salmueras de agua de mar: vertido al mar
Descarga de salmueras de agua salobre: diferentes soluciones

Soluciones de gestión de salmueras de agua salobre	Estados Unidos	Australia
Descarga superficial	45%	48%
Vertido al mar		12%
Descarga a redes de alcantarillado	27%	17%
Inyección de acuíferos profundos	13%	12%
Aplicación al terreno	8%	9%
Lagunas de evaporación	5%	
Vertido líquido cero	2%	

Ejemplo de soluciones de gestión de salmueras en interior en Estados Unidos y Australia



Alicante, España



Alcudia, España



Abutraba, Libia



Honaine, Argelia



Muchamiel, Alicante

Damos por hecho que el vertido de salmueras al mar no tiene impacto significativo sobre el medio ambiente, como demostraran los siguientes ponentes. Sin embargo, no hay una solución única a los vertidos en zonas de interior o de plantas que no son de agua de mar.

Y a partir de este punto, ¿por qué no aprovechamos las salmueras de algún modo?

¡Veamos cómo!



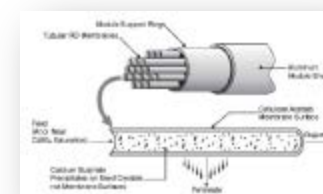
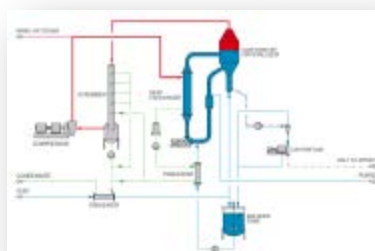
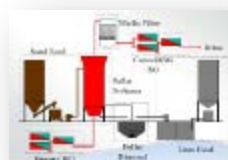
Concentración de salmueras. Paso previo

Opciones:

- Aumento de la conversión (relación producto/aporte)
- Uso de tecnologías para concentrar usando mayores conversiones (EDR, CCRO)
- Concentración por procedimientos de evaporación

PROCESOS MÁS COMUNES

- Procesos de **evaporación** seguidos de **cristalización** de las sales.
- **Lagunas** de evaporación.
- **Lagunas solares** de gradiente de salinidad.
- Procesos de **tratamiento en dos etapas** con precipitación o reducción biológica intermedia.
- Ósmosis inversa con **ablandamiento previo** (HERO).
- **Humidificación-deshumidificación** (o Dewvaporation, DW).
- **Solidificación y secuestro de sales.**
- Proceso de **membrana vibratorio** (VSEP).
- **Nanofiltración** en dos etapas.
- **Secado solar avanzado** (Advanced Solar dryer, ASD).
- **Precipitación y recirculación de lodo salino** (SPARRO).
- **Tecnologías emergentes.**



El destino más conveniente para las salmueras desde cualquier punto de vista (ambiental, económico o técnico) es su **VALORIZACIÓN**, es decir, la utilización de las salmueras para su valoración económica y generadora de beneficios (comercialización) sea directa o indirectamente.

La valorización de las salmueras puede realizarse de diferentes maneras y podríamos establecer tres posibles usos o aplicaciones diferentes:

- **Valorización de la salmuera en las propias desaladoras.**
- **Usos potenciales de las salmueras.**
- **Uso de tecnologías emergentes (FO, RED, PV, CDI, etc).**



Usos potenciales de las salmueras

Los principales **usos potenciales** de las salmueras que podrían dar lugar a una comercialización de productos o subproductos son los siguientes;

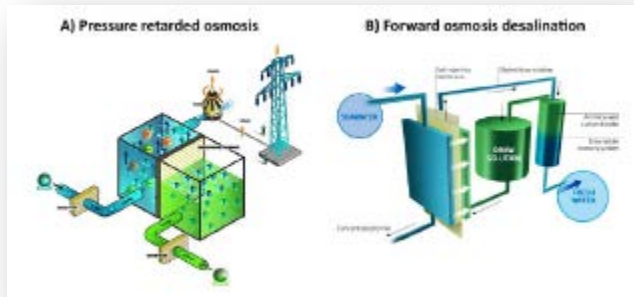
- **Obtención de sales y productos químicos con valor económico (BRINE MINING).**
- **Acuicultura.**
- **Aplicaciones medioambientales.**
- **Aplicación al terreno / regadío.**
- **Industria.**
- **Otros (control de heladas, hidroterapia, etc.).**



Valorización de salmueras en las propias desaladoras

Opciones:

- Recuperación de la energía residual de la salmuera (recuperadores de energía)
- Usos de limpieza en pretratamientos (filtros o sistemas de membranas)
- Producción de energía (FO, forward osmosis/ RED, Electrodialisis reversa)
- Producción de productos químicos in-situ (electrocloración para producir NaClO , producción de NaOH y HCl , etc.) (BRINE MINING)



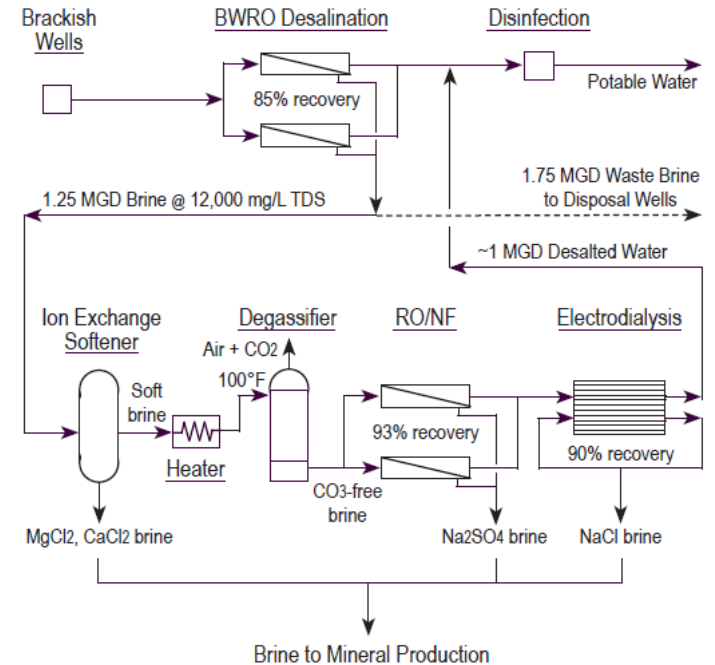
Valorización de salmueras. Brine mining



**Materia prima para la
producción de
elementos valiosos**

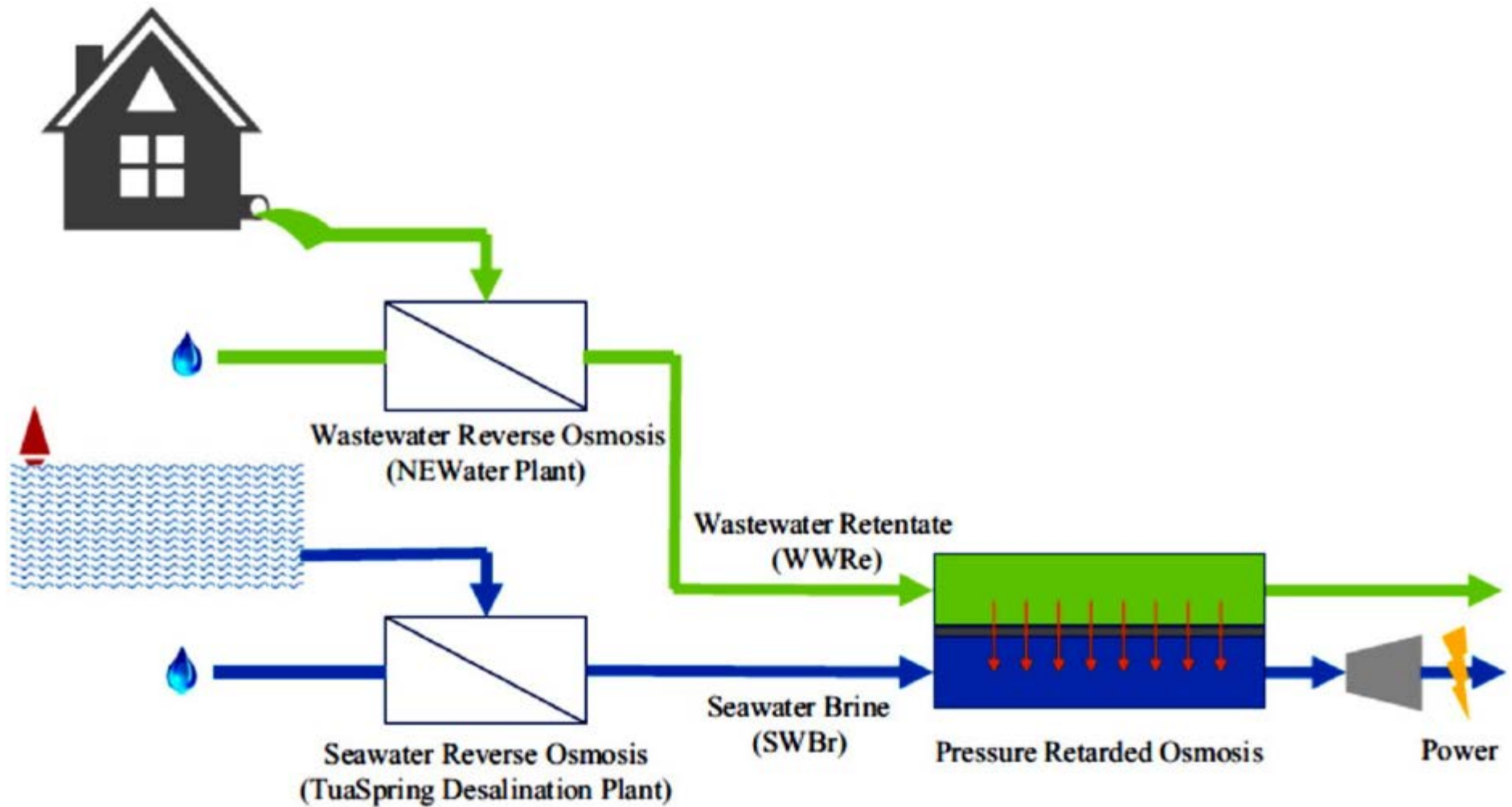
Element	Market trend	Risk input	Application	TRL	MII	
					Price	Yield
Boron						
Bromine						
Cesium						
Gallium						
Germanium						
Indium						
Lithium						
Rubidium						
Uranium						

Brine mining. Ejemplo real de comercialización



EWM Flow Diagram for Kay Bailey Hutchison Desalination Plant

Aprovechamiento energético (FO)

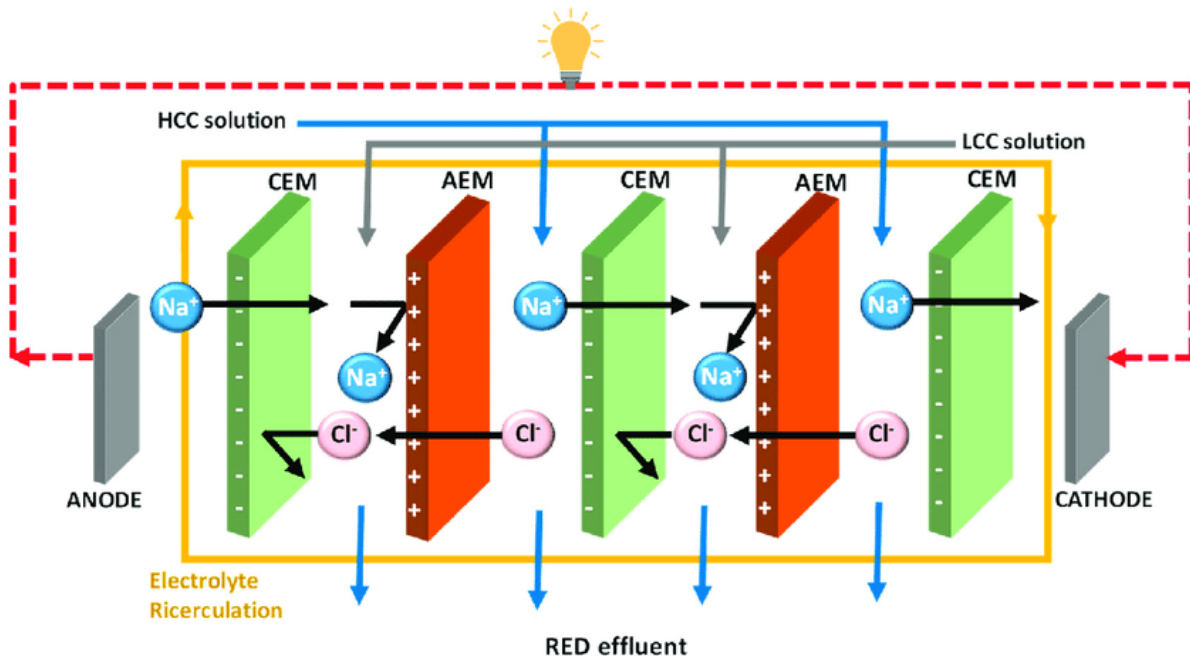


Se aprovecha el gradiente salino entre una salmuera y agua dulce para producir una corriente de agua que turbinada genera energía

Electrodiálisis inversa: La energía azul



- La electrodiálisis inversa (RED) es una tecnología que permite generar energía eléctrica a partir del gradiente salino entre dos disoluciones de diferente salinidad (por ejemplo, agua de mar y agua dulce).
- Energía azul o de gradiente salino: renovable y sostenible, sin emisiones de CO_2 ni de otros gases de efecto invernadero
- No hay consumo de reactivos
- Transporte de iones, no transporte de agua



Desalación sustentable (SSDP, Australia)



- Energía procedente de fuentes renovables
- Bajo consumo (2,3 Kw-h/m³ en 1^{er} paso)
- Control de especies marinas y autóctonas
- Observador de mamíferos marinos durante las obras
- Corredor para los Possum
- Integración paisajística y arquitectónica
- Obra marina no invasiva (micro-tunelado)
- Política de “cero químicos”
- Compromiso con las comunidades locales
- Monitorización Ambiental del vertido y estudios de seguimiento Ambiental
- Política de “cero accidentes”



- ¿y la salmuera? ¿en un país tan concienciado por la protección ambiental?
- No preocupa, se sigue la monitorización ambiental estándar y hasta se puede verter el agua de lavado de membranas y filtros al mar si no contiene químicos!

SUSTENTABILIDAD SOCIAL Y ECONÓMICA

El uso del agua desalada presenta las siguientes ventajas:

- Aporta un recurso de agua inagotable y que no depende de la climatología
- Agua de gran calidad para abastecimiento, industria y agricultura
- En el caso de la agricultura aumenta la producción de muchos cultivos (Kg/m²) y su calidad
- Reduce los efectos de la sequía y el cambio climático
- Mejora la vida de los ciudadanos y su salud
- Alivia la presión sobre los recursos convencionales superficiales y subterráneos
- El coste del agua desalada se ha reducido en los últimos años y es viable económicamente

CONCLUSIÓN

Conclusiones

Los concentrados de las desaladoras no causan un impacto en el medio marino detectable cuando los proyectos se realizan con las mejores prácticas y de acuerdo a los estudios de impacto ambiental y con un adecuado seguimiento ambiental en la fase de operación.

Las tendencias actuales en la gestión de rechazos pasan por la obtención de sales y productos químicos a partir del concentrado (*brine mining*), así como la producción de energía a partir de las salmueras. Esto combinado con mayor eficiencia energética y el incremento del uso de renovables está haciendo la desalación más sustentable.

La sostenibilidad económica es también un factor importante para los proyectos de desalación y para el suministro de agua de calidad a precios que puedan ser soportados por los distintos usuarios.

La investigación es un pilar fundamental para el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos que puedan desarrollar una desalación más sustentable.



DR. DOMINGO ZARZO

Presidente de la Asociación Española de Desalinización y director de Innovación y Proyectos de Sacyr Agua, España.

"Experiencias internacionales en la gestión, manejo y aprovechamiento de concentrados de desaladoras".



Gracias por su atención

Dr. Domingo Zarzo
dzarzo@sacyr.com

