



**ZELDA**  
Zero ● Liquid ● Discharge ● Desalination



**eurecat**  
Centre Tecnològic de Catalunya



## LIFE ZELDA:

Tecnologies para la valorizaci3n de salmuera y la recuperaci3n de recursos

**Mario Heredero de Pablos** - Fundaci3n CTM Centre Tecnol3gic  
TRAFOON II Workshop TRAFOON de Aceituna de Mesa y Aceite de Oliva  
C3rdoba, 9 de junio de 2016

# ÍNDICE

---



## 1. EURECAT- CTM



## 2. Salmueras y problemática asociada



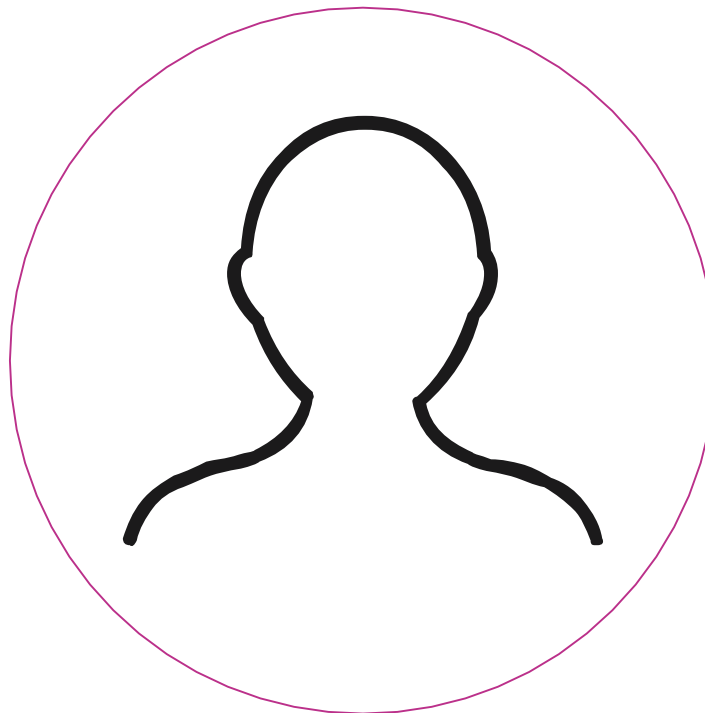
## 3. Gestión de Salmueras: • Sistemas ZLD



## 4. Proyecto LIFE ZELDA

# 1. EURECAT- CTM

---



# 1. EURECAT- CTM

---



## Quienes somos

La Fundació CTM Centre Tecnològic es un **Centro Tecnológico Avanzado** integrado a **EURECAT**, el principal centro tecnológico de Catalunya resultante de la integración de los mayores centros catalanes.



## Qué hacemos

**I+D+i** Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación, **propia y con la empresa.**



## Nuestra misión

**Mejorar e incrementar la competitividad**, el **progreso** y la **capacitación tecnológica de las empresas** y de otros organismos, mediante proyectos conjuntos, servicios tecnológicos avanzados y la transferencia de tecnología.

# 1. EURECAT- CTM

## Unidad de Sostenibilidad Ambiental y Energética

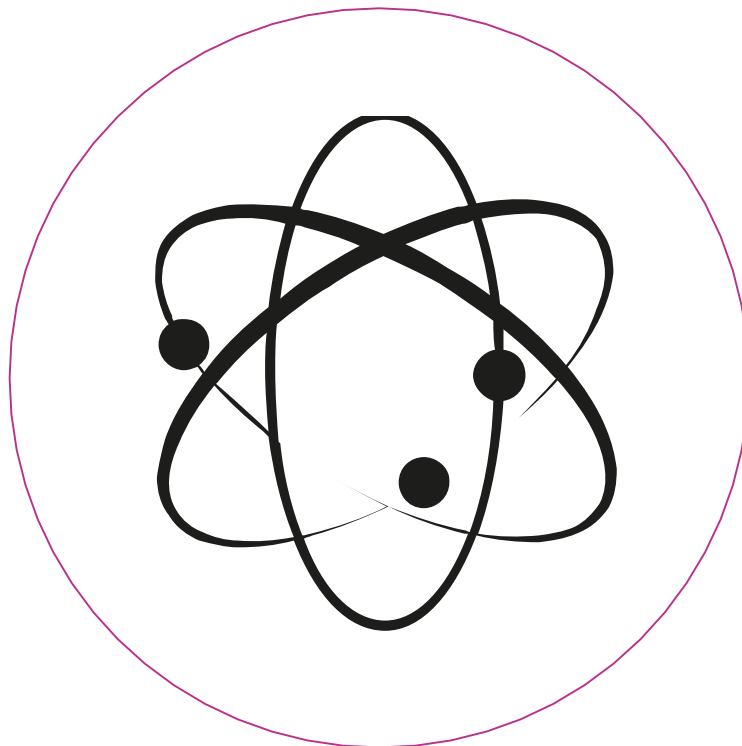


I+D+i orientada al aumento de la competitividad en los siguientes ámbitos:

- Gestión del agua
- Residuos
- Contaminación del suelo
- Eficiencia energética
- Integración de energías renovables
- Optimización de procesos y equipos industriales.

## 2. SALMUERA: PROBLEMÀTICA ASSOCIADA

---



## 2. SALMUERA: PROBLEMÁTICA ASOCIADA



**Salmuera:** Agua con una concentración superior a ( $>50$  g/L) normalmente pero no exclusivamente cloruro de sodio (NaCl).

**NaCl** : Potente conservador, mata e inhibe el crecimiento de bacterias vía osmosis



Alto porcentaje de la generación de las aguas residuales:

- Desalación de agua
- Industria agroalimentaria
- Producción de energía
- Industria textil y de la piel
- Industria petróleo y gas
- Industria química
- Minería
- Pulpa de papel

Más de 12 millones de toneladas anuales en Europa  
Brine Management – Plataforma Europea del agua (WssTP), 2012



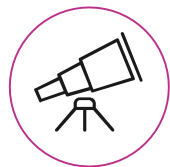
## 2. SALMUERA: PROBLEMÁTICA ASOCIADA

### Problemática Industrial:

- No pueden ser descargadas en el sistema de alcantarillado sin tratamiento
- No pueden ser tratadas mediante tratamientos biológicos convencionales (EDAR)
- Su gestión y tratamiento genera un coste creciente y un reto medioambiental.

### Presión legislativa

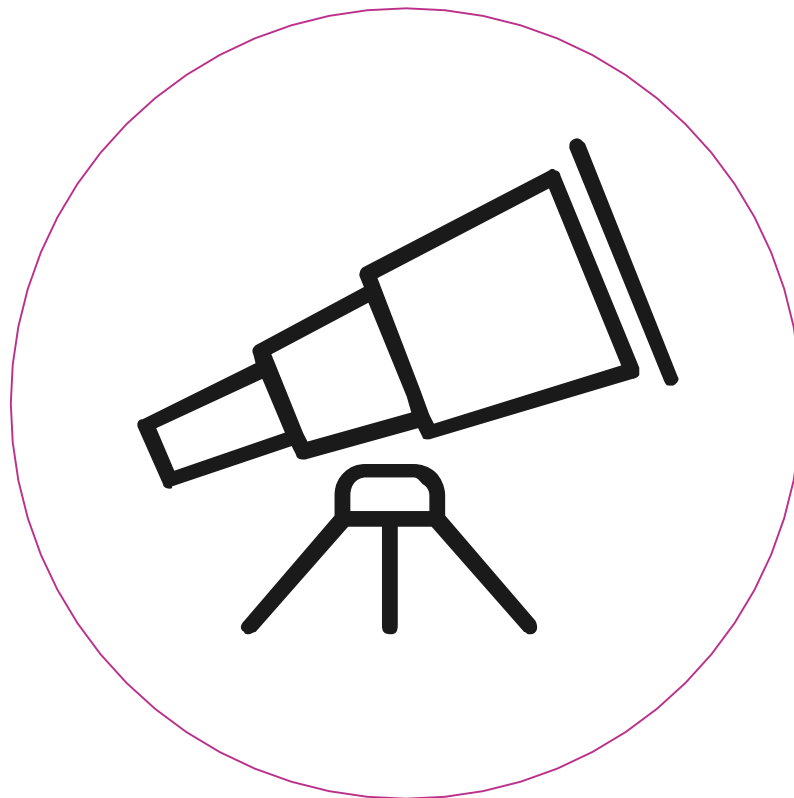
- Directiva 2000/60/EC: Prevención de la contaminación salina
- Catalunya: 2.500 ppm Cl y 6 mS/cm



- Modificación de los procesos para minimizar el volumen
- Implementación de estrategias para la gestión



## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS



## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS



### Estrategia:

- Evitar o limitar su producción
- **Valorización interna:** Reutilización (con tratamiento si es necesario) en el proceso de producción
- **Valorización externa:** Reutilización en otra industria a sector.
- **Vertido final:** Menos preferible pero inevitable para salmueras de difícil aprovechamiento y tratamiento.



### Puntos clave:

## Composición

- Composición y impurezas
- Valorización interna es habitualmente más fácil

Volumen ↓ = € ↓

- Tecnologías para reducción de volumen
- Procesos de descarga final: mar, cavernas, acuíferos, vertederos

## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS

### TECNOLOGÍAS DE SEPARACIÓN

- Tecnologías de membrana: por presión, destilación por membrana, osmosi directa, electrodiálisis, etc.



### ELIMINACIÓN SELECTIVA

- Precipitación selectiva, procesos de cristalización, resinas de intercambio iónico, desarrollo de materiales selectivos para recuperación de compuestos, etc.

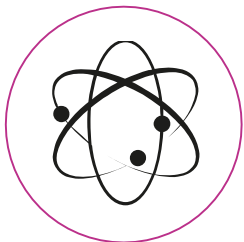


### PROCESOS DE TRATAMIENTO

- Tratamiento antes del vertido (evoconcentración, estabilización, tratamiento térmico, etc.)
- Eliminación compuestos contaminantes, considerando su reutilización (compuestos orgánicos, nitratos, etc.)



## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS: ZLD



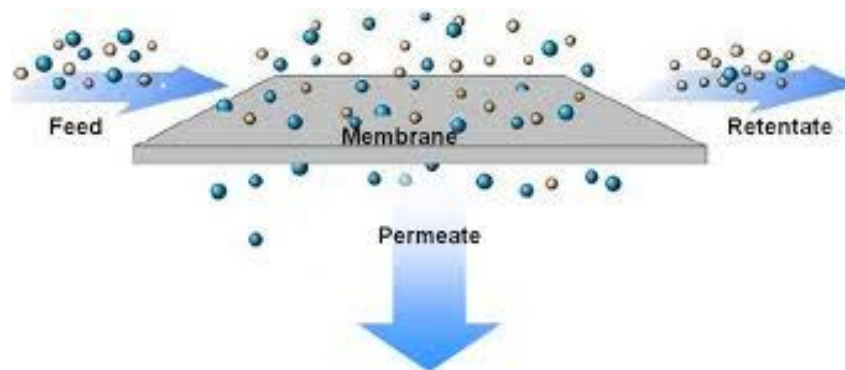
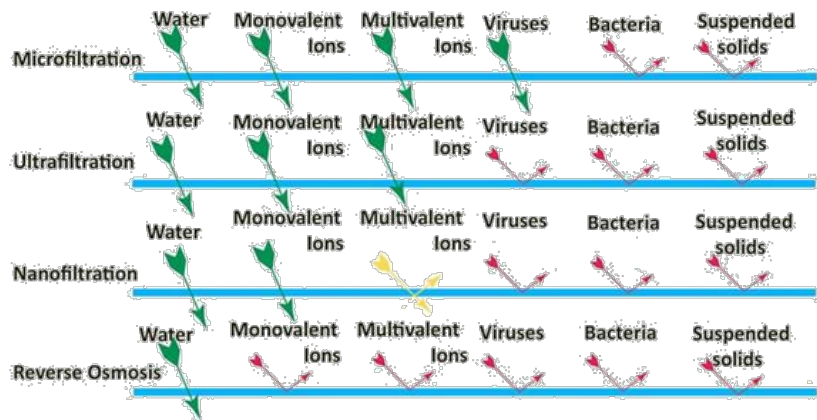
# Sistema de descarga de líquido 0 ZLD (Zero Liquid Discharge)

Procesos de tratamiento de aguas residuales (combinación de tecnologías) que permiten asegurar que no se produce ningún efluente líquido.



## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS: ZLD

### Membranas diferencia de presión



#### VENTAJAS

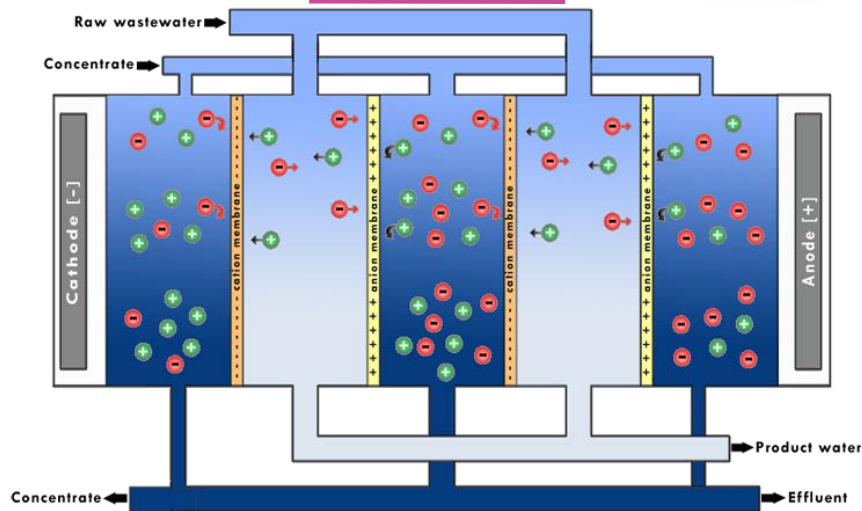
- Recuperación de agua
- Versatilidad y posibilidades de separación
- Selectividad

#### INCONVENIENTES

- Elevado coste
- Pretratamiento necesario (sólidos)
- Problemas ensuciamiento (scaling)
- Gestión contenido
- Límite concentración

## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS: ZLD

### Electrodiálisis



#### VENTAJAS

- Recuperación de agua
- Recuperación de compuestos o producción de bases/ácidos (EDBM)
- Adecuado para efluentes de muy elevada salinidad

#### INCONVENIENTES

- Elevado coste
- Necesario un pretratamiento (sólidos)
- Problemas de ensuciamiento (scaling)
- No separa especies neutras
- Gestión del concentrado

## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS: ZLD

### Evaporación mecánica

- Multi-effect distillation (MED)
- Vapor compression distillation (VCD)
- Multi-stage flash (MSF), etc.



#### VENTAJAS

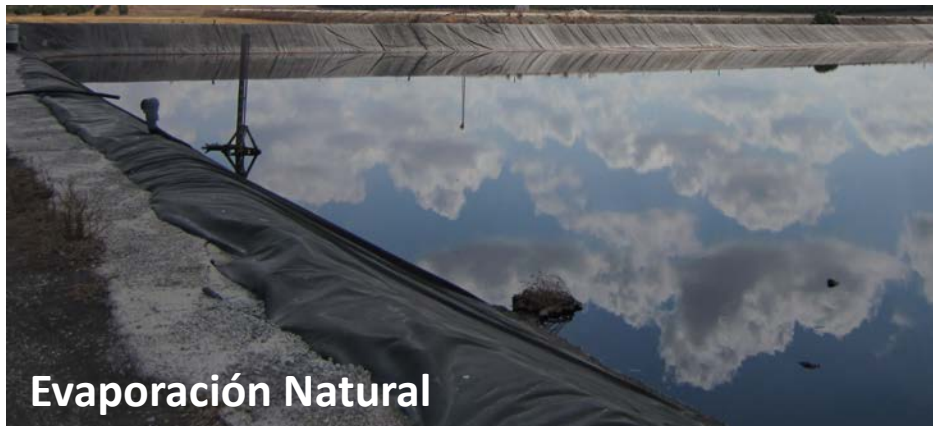
- Permite ZLD
- Permite explotar el concentrado comercialmente
- Recuperación de sal y minerales

#### INCONVENIENTES

- Coste elevado
- Elevado consumo de energético
- Producción de residuo sólido a gestionar/valorizar
- Corrosión y ensuciamiento

## 2. GESTIÓN DE SALMUERAS: ZLD

### Evaporación solar



#### VENTAJAS

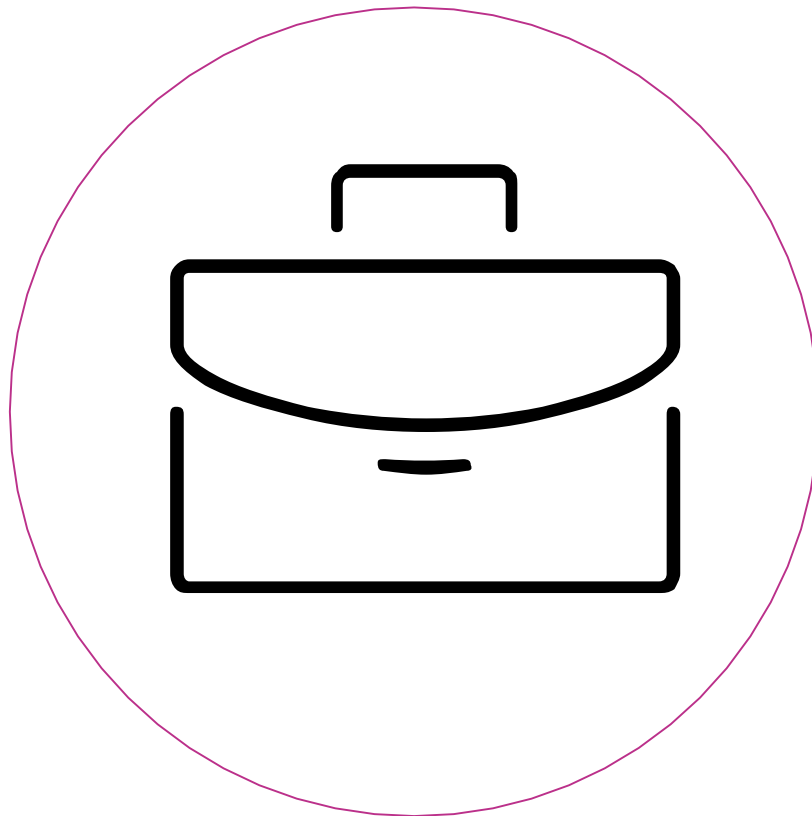
- Permite ZLD
- Recuperación de sal y minerales
- Bajo consumo de energía
- Bajo coste mantenimiento

#### INCONVENIENTES

- Costes de inversión y mantenimiento elevados
- Producción de residuos sólido que debe ser gestionado/valorizado
- Baja productividad



## 4. PROYECTO LIFE ZELDA



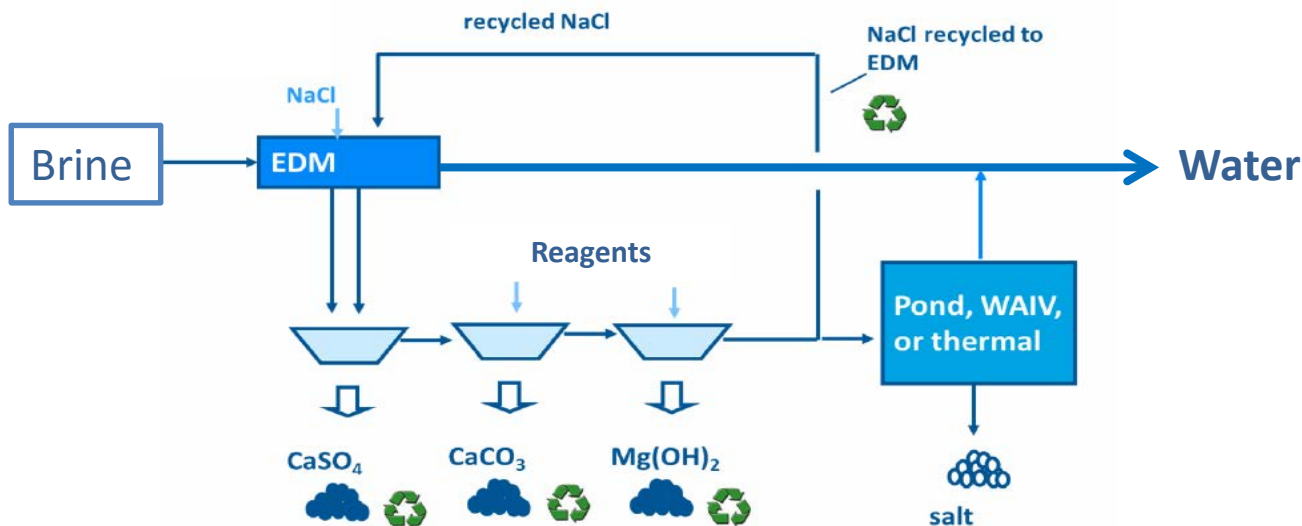
### 3. PROYECTO LIFE ZELDA

Nuevo sistema de descarga de liquido 0 (ZLD) para el tratamiento de salmueras de la desalinizaci3n de agua



## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

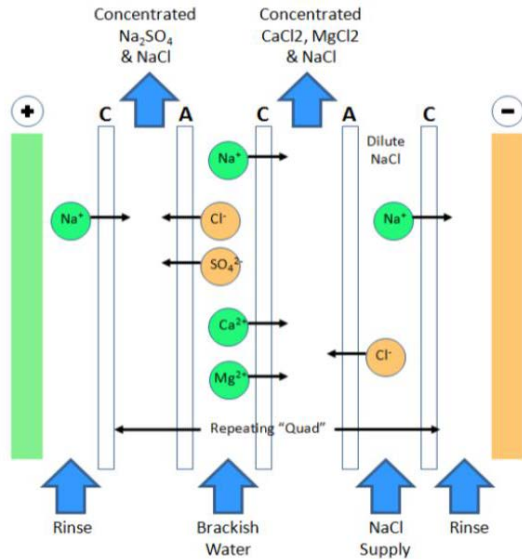
- Estrategia de gestión de salmueras basada en el uso de:
  - Aumento de la recuperación de agua - Electrodialísis metátesis (EDM)
  - Recuperación de compuestos de valor - Precipitación
  - Fase de eliminación del contenido de agua – Concentración y evaporación solar



## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

### Electrodiálisis metátesis

- Separación de aniones y cationes multivalentes en dos corrientes
- Permite obtener corrientes con una gran concentración evitando la precipitación.

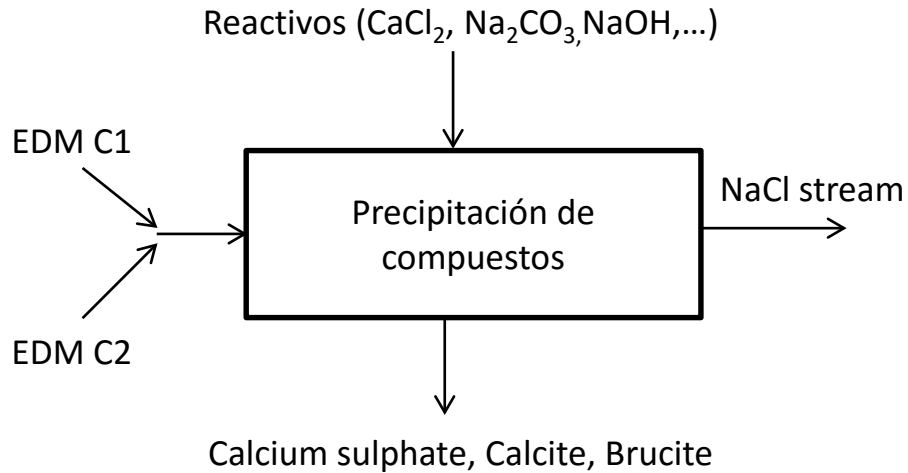


Planta piloto (Almería, España)

| Datos Técnicos           |                               |                     |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Capacidad de tratamiento |                               | 1m3/h               |
| Alimentación             | Concentrado<br>Osmosi Inversa | 5 – 20 g/L TDS      |
|                          | Efluente con<br>NaCl          | 0,02 – 3 g/L<br>TDS |
| Salida                   | Diluido                       | 0.02 – 3 g/L<br>TDS |
|                          | Concentrado                   | 30 – 120 g/L<br>TDS |

## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

- Etapa de recuperación de compuestos
  - Precipitación de compuestos



Planta piloto (Almería, España)

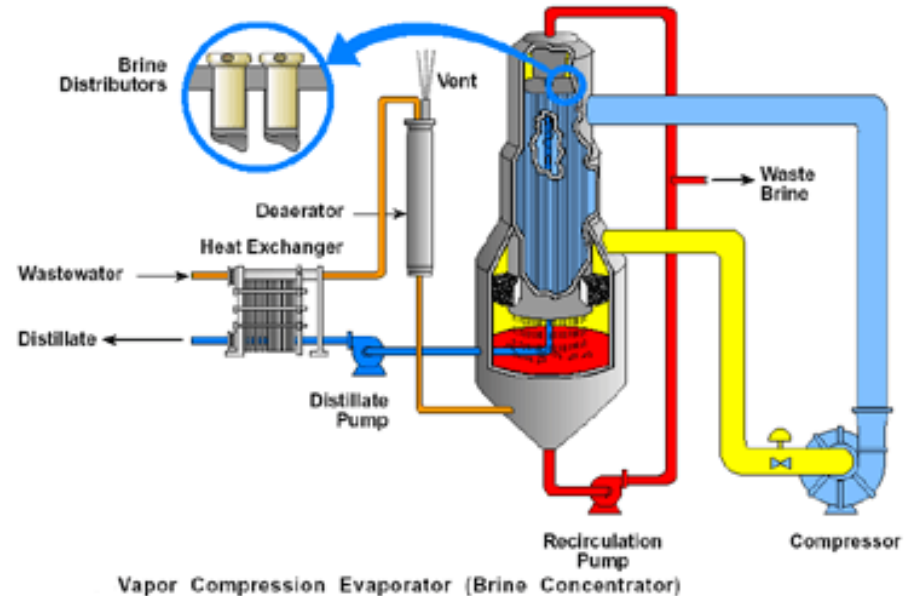
## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

### Etapa de concentración

- Aplicación de concentradores de salmuera bajo modos “falling film” y “forced circulación” y diferentes niveles de vacío.



Planta piloto (Almería, España)



## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

- Etapa de evaporación solar
  - Asegurar la descarga de líquido 0 (ZLD)

### Descripción de la planta piloto

- Evaporación del contenido en agua de la corriente de NaCl concentrada
- Comparación de balsas de evaporación naturales y avanzadas
- Salmuera saturada al 30%

### Especificaciones técnicas

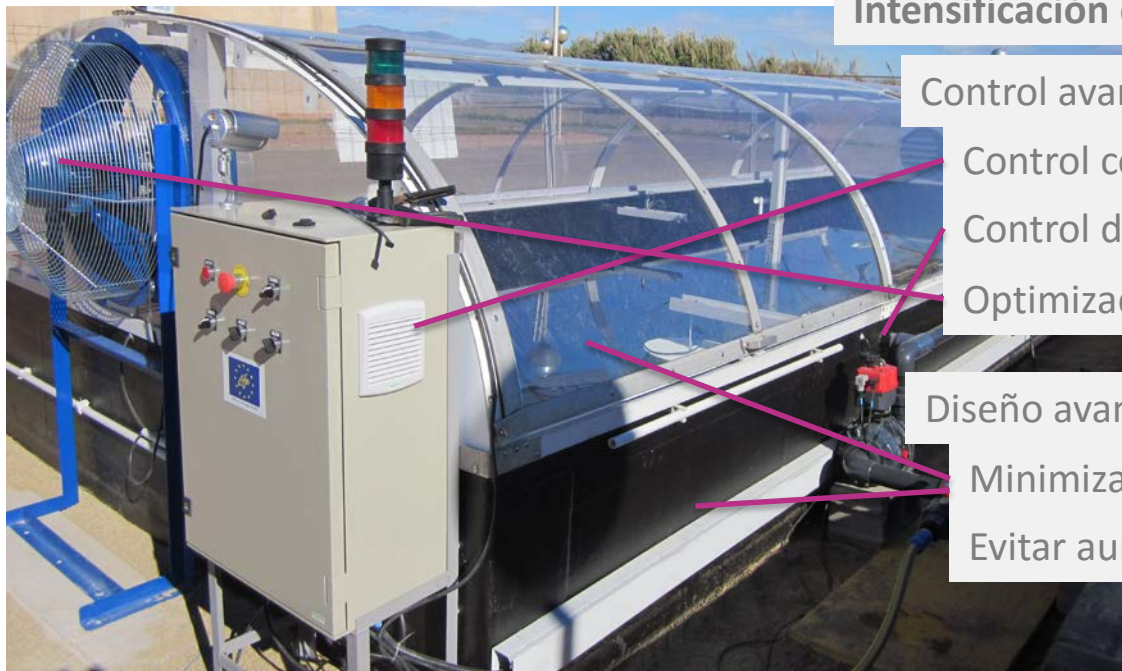
- Balsa avanzada: operación 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> año
- Balsa natural: operación 1,2-1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> año
- Superficie: 25m<sup>2</sup> por balsa, total 50 m<sup>2</sup>
- Evaporación total esperada= 80 m<sup>3</sup>/año



Planta piloto (Almería, España)

## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

- Etapa de evaporación solar
  - Maximización de la evaporación solar



### Intensificación de la evaporación

Control avanzado basado en modelo físico

Control condiciones del aire y agua

Control del llenado (aumento temperatura)

Optimización de la ventilación

Diseño avanzado

Minimización pérdidas de calor

Evitar aumento de volumen debido a lluvias



## 4. PROYECTO LIFE ZELDA

# ¿Resultados?



# Estamos trabajando en ello



<http://life-zelda.eu>



[@zelda\\_project](https://twitter.com/zelda_project)

# GRACIAS

[www.ctm.com.es](http://www.ctm.com.es)  
[www.eurecat.org](http://www.eurecat.org)

Mario Heredero de Pablos  
[mario.heredero@ctm.com.es](mailto:mario.heredero@ctm.com.es)  
+34 93 877 73 73  
[mario.heredero\\_ctm](https://www.skype.com/people/mario.heredero_ctm) (Skype)