



Semana Temática: Nuevas Fuentes de Agua; Reutilización y Desalación

Eje temático: Reutilización y Desalación

Título de la ponencia: Problemática asociada al Diseño de Pre y Postratamiento en Grandes Desaladoras

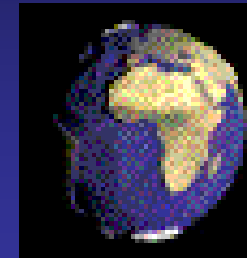
Autor: Domingo Zarzo Martínez
(Valoriza Agua)

1. Introducción

Crecimiento muy importante de la tecnología de desalación en el mundo

Incremento del tamaño de las desaladoras, hasta 500.000 m³/día (OI)

Se evita la dispersión de instalaciones y se garantiza su legalidad en todos sus aspectos



2. Estado de la desalación en España y el mundo. Grandes desaladoras

A destacar los programas de España, Argelia, Australia, etc. Grandes plantas en construcción en todo el mundo, incluso de agua salobre

Distintas formas de contratación. En general instalaciones públicas



3. Ventajas e inconvenientes de las grandes desaladoras

Las ventajas de estas instalaciones se basan en la reducción de costes por economía de escala, mejora en eficiencia de equipos, así como garantías de implantación con reducidos impactos ambientales, planificación de la distribución y la demanda

Sin embargo, hay algunos inconvenientes;

- gran consumo de energía localizado en un punto
- gran cantidad de vertido de salmuera en una zona
- gran dificultad de alimentar a las plantas mediante tomas de pozo y por tanto mayor complejidad del pretratamiento
- límites técnicos y económicos en componentes
- Mayor complejidad de instalaciones
- Dependencia de una gran cantidad de población de una única instalación
- Necesidad de importantes redes de distribución de agua



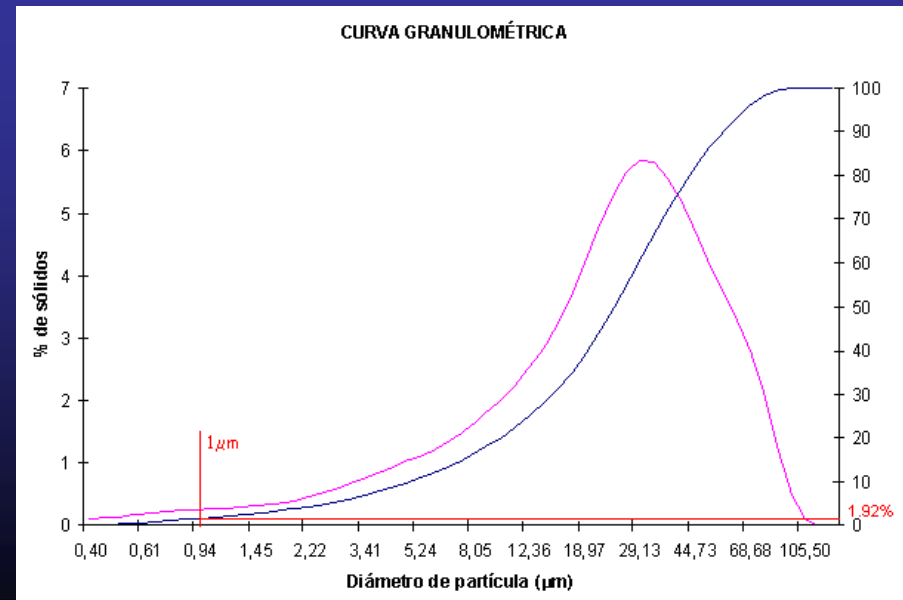
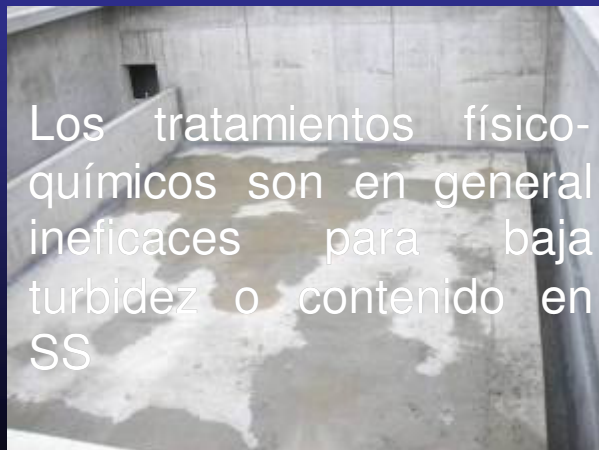
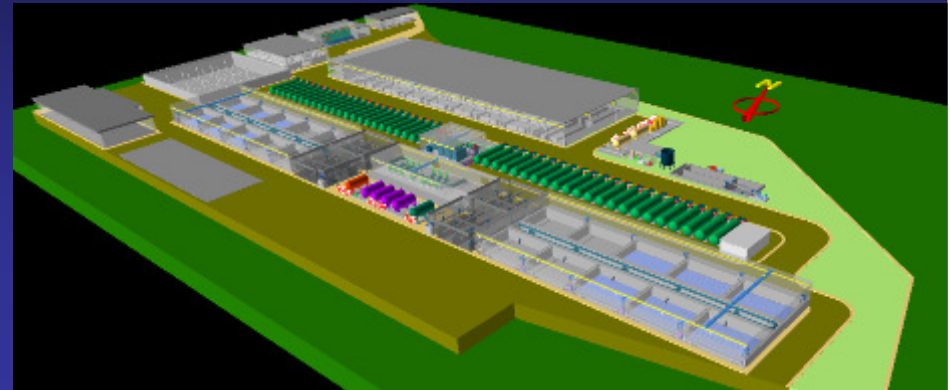
4. Tomas de agua de mar y pretratamientos

Grandes desaladoras: Importante dificultad de tomas mediante pozos

Pretratamientos más utilizados para tomas abiertas:

- 1) dobles etapas de filtración en serie (con sus distintas variantes de gravedad, presión, etc.) con o sin coagulación en línea**
- 2) tratamientos físico-químicos combinados con filtración en 1 ó 2 etapas**
- 3) sistemas de pretratamiento de membranas**

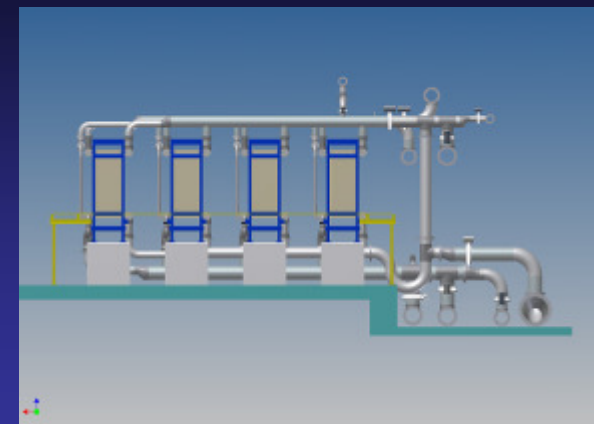
En España lo más utilizado es la opción 1)



4. Tomas de agua de mar y pretratamientos (2)

Uso de membranas como pretratamiento

Ventajas: (calidad del agua) e inconvenientes (complejidad, costes, garantías, no intercambiabilidad)



Ejemplo 1. Estudio para Planta de 200.000 m³/día

Consumo de energía similar

Coste específico de inversión: UF 95 €/m³/día – Convencional 116 €/m³/día (18% sup)

Reposición de membranas; Convencional: 0,008 €/m³, UF : 0,019 €/m³ (incremento 58%)

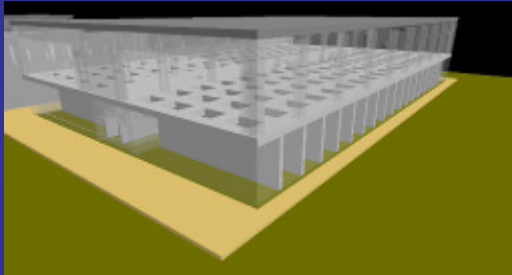
Ejemplo 2. Estudio de planta de 200.000 m³/día en exterior

OPCIÓN de Pretratamiento	Coste inversión (€ por m ³ /día instalado de agua producto)	Costes de operación variables del pretratamiento (€ por m ³ /día agua producida)
Doble etapa filtración a presión	91	0,059
Doble etapa de filtración a gravedad (1ª etapa) y presión (2ª etapa)	106	0,056
Ultrafiltración	110	0,058

Importante influencia de las condiciones locales

5. Posttratamientos

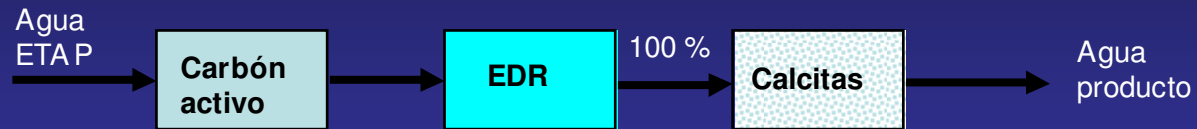
- remineralización mediante lechada de cal, con saturadores y dosificación de CO_2
- remineralización mediante lechos de calcitas o dolomitas y CO_2

	Ventajas	Inconvenientes
Lechos de calcitas o dolomitas 	-el agua disuelve el reactivo que necesita, no hay riesgo de infra o sobredosificación - procedimiento muy sencillo, similar a la filtración - ocupa relativamente poca superficie - tiene un coste de operación reducido - si se diseña adecuadamente produce una relativamente baja turbidez	- no es posible regular la cantidad de reactivo ni hacer una remineralización parcial -no hay muchas referencias de grandes instalaciones -la logística de manejo de calcita y su reparto en los lechos, conos de reparto, etc., es complicada y de difícil operación -cierto riesgo de atascamientos o ensuciamientos por impurezas -mayor coste de inversión - Mayor garantía de calidad del producto, al estar en contacto directo con el agua tratada
Dosificación de cal con saturadores 	-tecnología ampliamente probada -Sistema relativamente sencillo, si se maneja adecuadamente -La cal se maneja desde silos, por lo que es sencilla su recarga y manejo	-riesgos de precipitaciones e incrustaciones en tuberías y equipos - requiere del uso de saturadores de cal para reducir la turbidez -requiere de frecuentes limpiezas del sistema y atención en la operación

5. Posttratamientos (2)

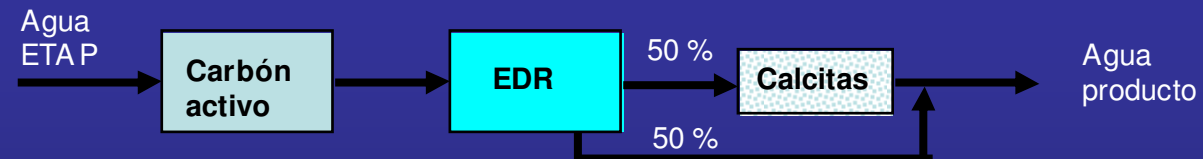
Ejemplo planta potabilizadora de Abrera (Barcelona) - ATLL

1) Remineralización total con lechos de calcitas



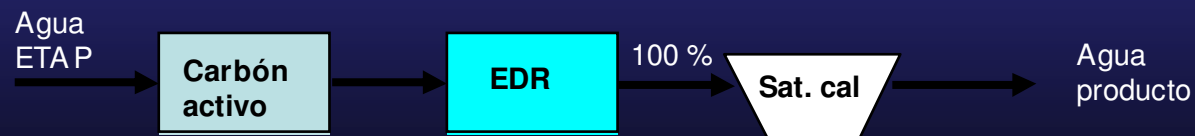
Resultado; 595 m² de superficie de calcitas.
55 ppm CaCO₃, 16 ppm CO₂, pH 8, LSI 0,02

2) Remineralización parcial con lechos de calcitas



Resultado; 297 m² de superficie de calcitas.
160 ppm CaCO₃, 90 ppm CO₂, pH 7,25, LSI 0

3) Remineralización total con lechada de cal



Resultado; 2 saturadores de 9 m de diámetro
40 ppm Ca(OH)₂, 39 ppm CO₂, pH 8, LSI 0



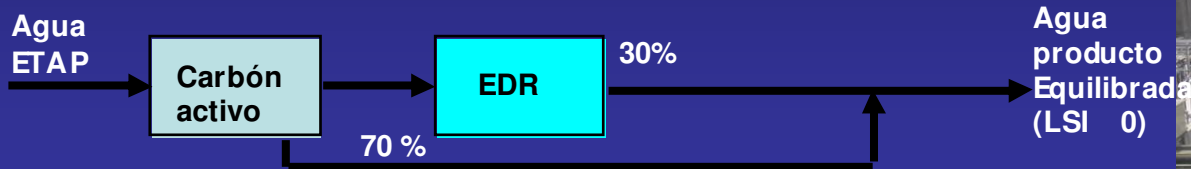
5. Posttratamientos (3)

Ejemplo planta potabilizadora de Abrera (Barcelona)

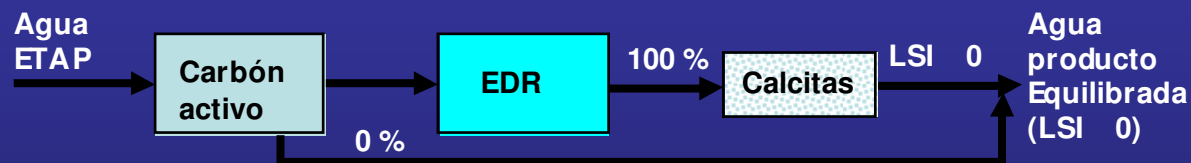
RESUMEN DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MEZCLA PARA REMINERALIZAR ETAP ABRERA

Equilibrio desde el punto de vista del LSI;

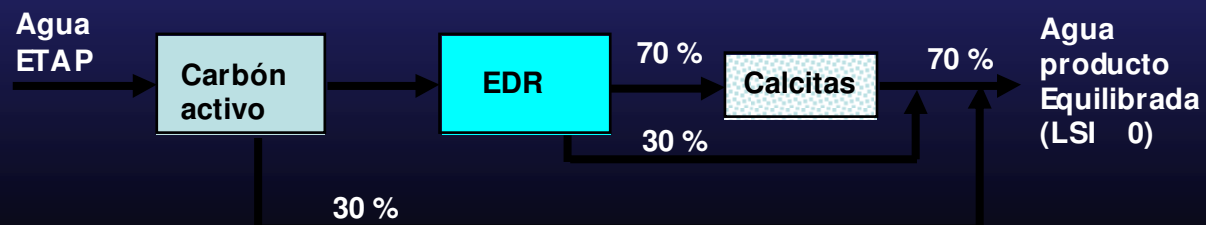
1) Remineralización con agua de aporte, sin remineralización adicional



2) Mezcla agua bruta con EDR remineralizada



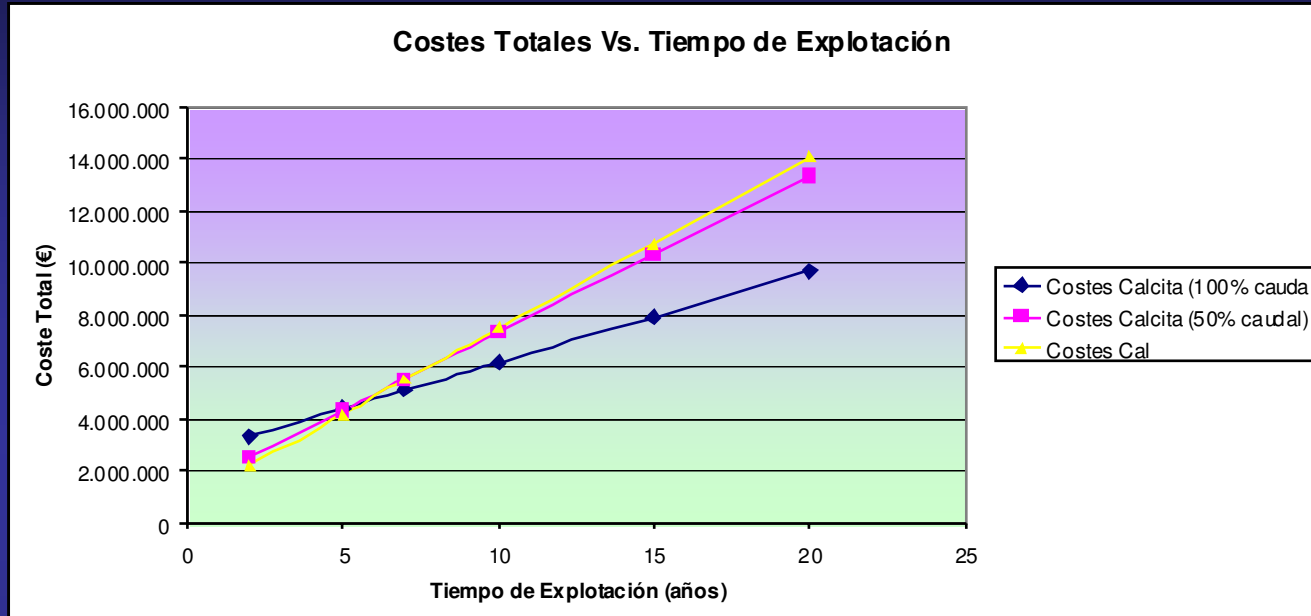
3) Mezcla agua bruta con EDR parcialmente remineralizada



También hay que tener en cuenta la limitación de mezcla de agua bruta por formación de THM's

5. Posttratamientos (4)

Ejemplo planta potabilizadora de Abrera (Barcelona)



En este caso se decidió instalar cal con saturadores básicamente debido a la variabilidad del agua de aporte y del caudal de tratamiento

Para otras instalaciones los resultados pueden ser diferentes: en el caso de plantas de agua de mar la dosificación es más o menos constante.

los resultados obtenidos para la remineralización en el caso de una desaladora importante en España de agua de mar implicaban unas dosis de 75 ppm de CaCO_3 y 34,9 ppm de CO_2 para las calcitas, frente a 60 ppm de Ca(OH)_2 y 74 ppm de CO_2 , siendo por tanto bastante favorable económicamente a las calcitas por el menor consumo de CO_2 .

6. Almacenamiento de productos químicos y otros. Generación in situ

Problemas generados por los reactivos en grandes desaladoras;

- disponibilidad y/o transporte del reactivo hasta la planta
- gestión del producto. Almacenamiento de productos químicos
- manejo de productos químicos
- seguridad

Reactivo	Dosis (ppm)	Dosificación	Cantidad	Unidades	Transporte (*)
Hipoclorito sódico	2	En continuo	5926	l/día reactivo comercial	cada 2,5 días
Hidróxido sódico	25	1er paso	4873	l/día reactivo comercial	cada 2 días
Hidróxido sódico	12	2º p	2929	l/día reactivo comercial	
Ácido sulfúrico	20	En continuo	4229	l/día reactivo comercial	cada 3,5 días
Coagulante	10	En continuo	11111	l/día reactivo comercial	cada 1,3 días
Polielectrolito	0,5	En continuo	222	Kg/día	cada 6,7 días
Bisulfito sódico	10	En continuo	4444	Kg/día	3 al día
Antiincrustante	1,1	1er paso	359	l/día	cada 2,7 días
Antiincrustante	1,1	2º paso	150	l/día	cada 6,6 días

Magnitud del problema en pretratamiento. Ejemplo Planta de 200.000 m³/día

6. Almacenamiento de productos químicos y otros. Generación in situ (2)

Ejemplos de generación in situ de reactivos

Electrocloración

Ratio planta real: 0,03 Kw-h/m³ tratado (3,95 Kw-h/Kg de cloro activo producido)

Coste energía; 0,35 €/Kg de cloro activo

Inversión no elevada: 1-3 millones de euros para tamaños entre 100.000-500.000 m³/día



Otros; Generación de CO₂



Hay referencias pero no nos consta en grandes desaladoras, aunque si se ha estudiado

CONCLUSIONES

- Construcción de grandes desaladoras - importantes ventajas económicas, pero también plantean una serie de problemas relacionados con la toma de agua de mar y el pretratamiento
- En el caso de los pretratamientos, es evidente que las tomas abiertas requieren un pretratamiento más intenso
- La selección de la tecnología de remineralización es una decisión que depende de muchos factores, como coste del reactivo, coste de inversión, operación y mantenimiento, etc.
- La dosificación de productos químicos en grandes cantidades genera un problema importante en las grandes desaladoras relacionado con el almacenamiento y gestión del producto, problemas de seguridad, etc., siendo posible en algunos casos su generación in situ
- Las decisiones clave en las grandes desaladoras (pre y postratamiento, dosificaciones químicas, etc.) están muy influenciadas por las condiciones locales (costes de personal, reactivos, energía, etc.), ambientales, etc.



Algunas preguntas para la reflexión:

¿cuál es el tamaño máximo adecuado para una instalación de desalación considerando aspectos económicos, ambientales, energéticos, etc.?

¿cómo se integran los sistemas de desalación en los análisis de demanda y planificación hidrológica?

¿Qué soluciones hay para el vertido de grandes desaladoras instaladas en zonas de interior?