

GESTIÓN DE SALMUERAS EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

SANDRA MECA, XAVIER MARTÍNEZ. FUNDACIÓ CTM CENTRE TECNOLÒGIC, PLAÇA DE LA CIÈNCIA 2, 08242 MANRESA (ESPAÑA)
CONTACTO: XAVIER MARTÍNEZ / E-MAIL: XAVIER.MARTINEZ@CTM.COM.ES / Tf. 93 877 73 73



LA SAL ES UTILIZADA EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS, SIENDO LAS INDUSTRIAS MAYORES CONSUMIDORAS DE ESTE PRODUCTO LAS DE ENCURTIDOS, LAS DE PRODUCTOS LÁCTEOS, PROCESADO DE PESCADO Y CONSERVAS. EL USO DE SAL EN ESTAS INDUSTRIAS HACE QUE SE GENEREN EFLUENTES RESIDUALES (SALMUERAS, SOLUCIONES OSMÓTICAS Y AGUAS RESIDUALES SALINAS) CARACTERIZADOS POR SU ELEVADA SALINIDAD Y ELEVADO CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA.

Por su composición, no pueden ser vertidas directamente al sistema de alcantarillado sin un tratamiento previo, pero su depuración es poco viable con las tecnologías convencionales como la depuración físico-química y la depuración biológica. Por otro lado, la gestión de estos efluentes supone un elevado coste para las empresas.

Estrategias para la gestión de salmueras

Se pueden definir diferentes rutas para la gestión de las salmueras. La primera ruta a considerar es limitar la cantidad de salmuera o si es posible evitar su producción mediante la modificación de los procesos industriales. En algunos casos no existen alternativas tecnológicas y no se puede

evitar el uso de salmueras. Otras veces, la modificación del proceso implica grandes cambios y elevadas inversiones que las empresas no pueden implementar.

Como alternativa, se puede plantear la valorización de las salmueras, ya sea mediante su reutilización dentro del mismo proceso productivo o utilizándolas como recurso para la obtención de productos específicos que puedan ser utilizados en otras industrias. En cualquiera de los dos casos deberá realizarse un tratamiento que permita cumplir con los requerimientos de calidad necesarios dependiendo de su uso.

Como última opción, puede considerarse la disposición final. Esta opción es la menos favorable pero es inevitable para de-

terminadas salmueras que son muy difíciles de tratar y por lo tanto de valorizar. En este caso, se requiere aplicar tratamientos que permitan reducir el volumen a gestionar e incluso eliminar completamente el agua, y así reducir el coste debido a su disposición.

Los procesos de descarga líquida cero (ZLD) permiten eliminar todo el agua de las salmueras obteniendo un residuo sólido que puede gestionarse en vertederos, o en algunos casos valorizarse. Para su disposición en vertederos deben realizarse los ensayos pertinentes para definir su grado de toxicidad.

Tecnologías para el tratamiento de salmueras

Para la implementación de las estrategias mencionadas es necesario tratar la salmuera ya sea para purificarla, recuperar compuestos específicos o reducir su volumen. En la Tabla 1 se muestran las tecnologías existentes actualmente, indicándose las ventajas e inconvenientes para cada una de ellas.

Algunas experiencias en la industria alimentaria

En el caso de las salmueras producidas en la industria alimentaria la reutilización dentro del mismo proceso suele ser la opción más atractiva, ya que los contaminantes que contiene la salmuera son específicos del proceso. Aún así, hay que eliminar algunos componentes, normalmente materia orgánica, para su reutilización. Asimismo, la aplicación de tecnologías como la de membranas, que permiten recuperar agua que puede ser reutilizada, también es una opción prometedora.

Muchas empresas ya están trabajando

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Membranas diferencia de presión -Microfiltración (MF) -Ultrafiltración (UF) -Nanofiltración (NF) -Ósmosis inversa (RO)	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de agua. • Versatilidad y muchas posibilidades de separación. • Selectividad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado coste. • Necesario un pretratamiento para algunas tecnologías (eliminación de sólidos). • Problemas de ensuciamiento (scaling). • Gestión del concentrado. • Límite de concentración.
Electrodialísis	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de agua. • Recuperación de compuestos o producción de ácidos/bases (EDBM). • Adecuada para efluentes de muy elevada salinidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado coste. • Necesario un pretratamiento en algunos casos (eliminación de sólidos). • Problemas de ensuciamiento (scaling). • No separa las especies neutras. • Gestión del concentrado.
Evaporación mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Permite ZLD. • Permite explotar el concentrado comercialmente. • Recuperación de sal y minerales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste elevado. • Elevado consumo de energía. • Producción de un residuo sólido que debe ser gestionado /valorizado. • Corrosión y ensuciamiento.
Evaporación solar	<ul style="list-style-type: none"> • Permite ZLD. • Recuperación de sal y minerales. • No consume energía. • Costes de inversión y mantenimiento moderados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de un residuo sólido que debe ser gestionado /valorizado. • Requiere área de terreno elevada. • Baja productividad.

Tabla 1. Tecnologías existentes para el tratamiento de salmueras [1, 2, 3, 4].

desde hace años en solucionar los problemas asociados a las salmueras aplicando estrategias de valorización que les permiten reutilizar el agua de la salmuera. Así por ejemplo, La Española, como resultado del proyecto de I+D+i Recisal, ha conseguido la reutilización del agua residual de las salmueras. Mediante el empleo de últimas tecnologías de evaporación y oxidación avanzada, se aprovecha el agua regenerada (900 litros por cada 1000 litros de salmuera) en el propio pro-

ceso productivo. El residuo sólido salino tiene un uso potencial como complemento alimenticio para alimentación animal. La implementación del proceso propuesto permite reducir el consumo de agua y los costes asociados a la gestión de la salmuera residual. En California, una de las principales industrias productoras de aceitunas, Tri Valley Growers (TVG) Inc., implementó un proceso de descarga líquida cero basado en la combinación de tecnología de

membranas [5]. El proceso desarrollado le permite a la empresa reutilizar un 80% de la salmuera.

También se han desarrollado procesos para tratar lactosueros salinos, como el comercializado por KMS Membrane Filtration Technologies (Figura 1). En este caso, el proceso, basado en tecnología de membranas, permite por un lado regenerar la salmuera para reutilizarla dentro del proceso y a la vez recuperar un producto de valor como la lactosa.

Life+ ZELDA

El proyecto ZELDA (“Zero Liquid Discharge Desalination: brine treatment based on electrodialysis methatesis and valuable compounds recovery”) [6] está cofinanciado por el programa Life+ de la Unión Europea [7]. El proyecto, ejecutado por importantes empresas del sector del agua tiene como objetivo desarrollar un nuevo proceso para el tratamiento de salmueras.

“LOS PROCESOS DE DESCARGA LÍQUIDA CERO (ZLD) PERMITEN ELIMINAR TODO EL AGUA DE LAS SALMUERAS OBTENIENDO UN RESIDUO SÓLIDO QUE PUEDE GESTIONARSE EN VERTEDEROS”

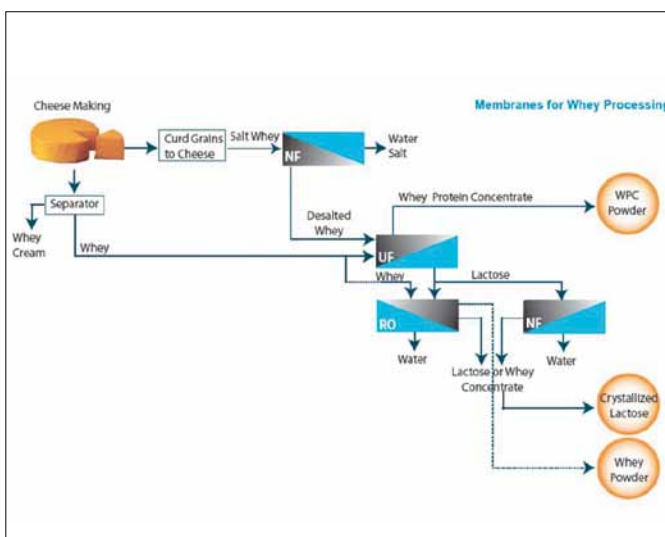


Figura 1. Esquema del proceso desarrollado por KMS Membrane Filtration Technologies [6].

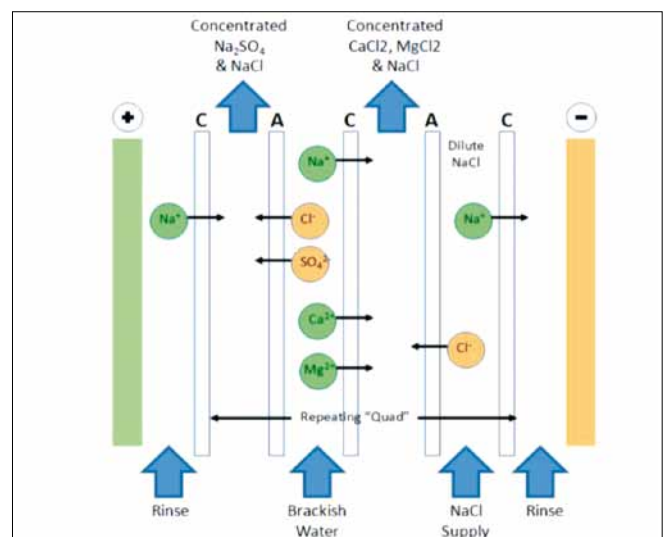


Figura 2. Configuración de la tecnología electrodialísis metátesis.

El nuevo proceso se basa en el uso de la electrodiálisis metátesis (EDM) y procesos de recuperación de compuestos de valor con el objetivo final de alcanzar un proceso de descarga líquida cero (ZLD).

El proceso se está evaluando para tratar salmueras procedentes de la desalación de agua de mar y agua salobre, aunque presenta una gran versatilidad que permite su adaptación a otro tipo de salmueras.

La electrodiálisis metátesis (EDM), tecnología desarrollada por investigadores de la South Carolina University, es una nueva configuración de la electrodiálisis que permite aumentar la recuperación de agua con respecto a la electrodiálisis convencional. Mediante EDM se obtienen dos corrientes concentradas que contienen sales altamente solubles: una contiene sodio con aniones y otra con cloruros y cationes de modo que se evita la precipitación de sales como el CaSO_4 , MgSO_4 o el CaCO_3 .

Las dos corrientes obtenidas son tratadas en una segunda etapa en la que se favorece la precipitación de compuestos de valor mediante la adición de productos químicos, obteniéndose después de dicho tratamiento una corriente pura de sal, que puede ser valorizada, después de una etapa de concentración y evaporación.

La etapa de precipitación, llevada a cabo en reactores y cristalizadores, debe diseñarse en función de la composición de la salmuera a tratar. Así pues existe un gran número de opciones para obtener diferentes compuestos dependiendo del origen de la salmuera.

En el proyecto se evaluará como etapa final la evaporación solar avanzada, tecnología que está desarrollando Fundació CTM Centre Tecnològic, que es la empresa coordinadora del proyecto ZELDA.

La tecnología de evaporación solar avanzada tiene como objetivo intensificar la evaporación natural, convirtiéndola en un proceso industrial de tratamiento de residuos, reduciendo la superficie necesaria y asegurando la fiabilidad del tratamiento. Esta tecnología está diseñada para ser integrada dentro de un proceso de des-

carga líquida cero (ZLD). La eliminación del contenido en agua de los efluentes residuales facilita el transporte y/o disposición del residuo seco en plantas de tratamiento adecuadas, y disminuye el coste asociado a la gestión. A diferencia de otras tecnologías de evaporación, el uso exclusivo del recurso solar reduce muy significativamente los costes energéticos de tratamiento. La solución desarrollada permite la evaporación del contenido en agua a razón de 1,4 a 2 m^3/m^2 al año y requiere de volumen de almacenamiento, dado que la productividad depende de la estación del año, acumulando residuo en la estación fría que es eliminado durante la estación cálida.

La intensificación de la evaporación natural está basada en la optimización de todos los parámetros que intervienen en el fenómeno evaporativo, como son: protección contra la precipitación, transmisividad de la radiación solar en la cubierta, absorptividad solar de la balsa, volumen de aire contenido, así como un control de la humedad y la temperatura empleando algoritmos de inteligencia artificial, que toman las decisiones óptimas sobre la operación de la planta, respecto a las renovaciones del aire contenido y la introducción de nuevo efluente en la balsa. Los algoritmos inteligentes mencionados permiten además un auto aprendizaje del sistema, a partir de un período de aprendizaje, toman las mejores decisiones basadas en la experiencia de la propia planta.

Finalmente, añadir que esta tecnología está en desarrollo. Durante el proyecto ZELDA se demostrará su productividad, y los siguientes pasos son determinar su eficiencia para otros tipos de efluentes, evaluar sistemas de recuperación del agua evaporada y añadir tratamientos previos a las corrientes que permitan procesar efluentes con elevados contenidos en materia orgánica, como es el caso de las salmueras generadas en la industria agroalimentaria.

En la Figura 3 se muestra el diseño de la planta piloto de evaporación solar avanzada, diseñada por CTM, que se evaluará

en el proyecto ZELDA.

El proceso EDM-ZLD se evaluará a escala piloto. En estos momentos, se está finalizando la construcción de la planta piloto, que se instalará en la planta desaladora de Almería. A partir de julio de 2015 y a lo largo de dos años se evaluará el nuevo proceso con diferentes tipos de salmuera y se determinará su impacto ambiental y coste económico mediante el uso de metodologías para el análisis del ciclo de vida y ciclo de costes (LCA y LCC).

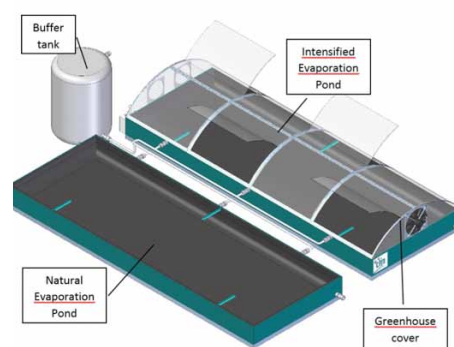


Figura 3. Balsas de evaporación (natural y forzada) que se van a evaluar en el proyecto ZELDA.

Referencias

- [1] WssTP Report (February 2012). Brines Management. Research and Technology Development Needs Water in Industry.
- [2] Barranco, C.; Brenes, M.; García, P.; Garrido, A. (2001) Management of spent brines or osmotic solutions. *Journal of Food Engineering* 49 (2-3), 237-246.
- [3] Lefebvre, O.; Moletta, R. (2006) Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater: A literature review. *Water Research* 40, 3671-3682.
- [4] A. Pérez-González, A.; Urtiaga, A.M.; Ibáñez, R.; Ortiz, I. (2012) State of the art and review on the treatment technologies of water reverse osmosis concentrates. *Water Research* 46, 267-283.
- [5] California Energy Commission (2000). Membrane filtration installation at oberti olive division of tri valley growers. Analysis of Business, Environmental and Energy Issues.
- [6] <http://www.kochmembrane.com/Resources/Brochures.aspx>.
- [6] WEB Proyecto Life+ ZELDA LIFE12 ENV/ES/000901: <http://life-zelda.eu/en>.
- [7] WEB Proyectos LIFE+ Unión Europea: <http://ec.europa.eu/environment/life/>.