

12

EVAPORIZACIÓN
DE RESIDUOS DE
PROCESOS DE
DESALINIZACIÓN
MEDIANTE
SISTEMA SOLAR
FOTOVOLTAICO

Evaporización de residuos de procesos de desalinización

Alejandra León Daniels¹, Ricardo Alberto Rodríguez Carvajal², Germán Eduardo Dévora Isiordia³

¹ *Estudiante de Ingeniería en Ciencias Ambientales, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora; México. C.P. 85000.*

² *Profesor de tiempo completo Titular A, Departamento de Ingeniería Química, Secretaría Académica, Universidad de Guanajuato Noria Alta s/n. C.P. 36000.*

³ *Líder de Cuerpo Académico de Ingeniería de Procesos. LGAC: Desalación de aguas marinas y salobres con Energías Renovables. Instituto Tecnológico de Sonora. Lab. de Investigación en Ingeniería Química, Cd. Obregón, Sonora; México. C.P. 85000.*

1.Introducción: *Escasez de agua*

La escasez de agua ha aumentado drásticamente a consecuencia de diferentes factores, como el crecimiento poblacional, la urbanización y la industrialización. (Sampathkumar et al., 2010).

Una alternativa para solucionar esta problemática es el uso de tecnologías de desalinización por ósmosis inversa, las cuales proveen agua de calidad para uso y consumo humano. Sin embargo, estos sistemas presentan dos problemáticas muy puntuales:

- 1) alto consumo energético y
- 2) Generación de residuos con altas concentraciones de salinidad (véase en figura 1),

por lo que es importante considerar nuevas estrategias para disminuir el impacto ambiental producido en los sistemas de desalinización (Toledo, 2002).



Figura 1. Energía eléctrica y desalinizadora vertiendo residuos de salmuera al mar.

Energías Renovables-Sistemas fotovoltaicos.

Una solución para reducir el consumo energético

Las energías renovables (figura 2), son una alternativa viable para la mitigación de la problemática ambiental provocada por el uso de energía convencional (Sassé, 2008). En este sentido, la energía solar fotovoltaica no genera impactos ambientales ya que su proceso no emite gases nocivos a la atmósfera (Burgos y Villalobos, 2016). Además, puede ser utilizada para el abastecimiento de energía de los equipos de bombeo de procesos de desalinización.



Figura 2. Generación de energía solar fotovoltaica.

Mitigación de impacto ambiental por vertidos de salmuera

A pesar de los beneficios de los sistemas fotovoltaicos en los procesos de desalinización, aún existe poca

investigación respecto al vertido de salmueras para mitigación de impactos ambientales.

En este contexto, en el Instituto Tecnológico de Sonora se han desarrollado investigaciones enfocadas a la generación de energía eléctrica por sistemas fotovoltaicos y a la reducción de impactos ambientales de los procesos de desalinización. Respecto a los impactos ambientales se hacen investigaciones en un equipo de evaporación rotatoria para reutilización y aprovechamiento de las salmueras, instalados en el Laboratorio de Investigación en Ingeniería Química y Alimentos. Respecto a la energía eléctrica, el pasado 13 de marzo de 2018, se inauguró un parque solar, dividido en tres sistemas, fijos, de un eje y dos ejes, con una generación promedio diaria de 26 kWh, 53 kWh y 34 kWh respectivamente. Estos sistemas fotovoltaicos abastecen principalmente a una planta desalinizadora y a un sistema de evaporación rotatoria (figura 3).



Figura 3. Equipo de evaporación rotatoria y paneles solares en el Instituto Tecnológico de Sonora.



Figura 3. Equipo de evaporación rotatoria y paneles solares en el Instituto Tecnológico de Sonora.

2. Metodología: Calidad del agua de rechazo- proceso de desalinización

Se obtuvo agua rechazo a partir de una planta desalinizadora con aproximadamente 15,000 mg/L, lo cual por medio de un equipo YSI 556 MPS, se analizó los parámetros del agua de rechazo: temperatura (°C), pH, OD (oxígeno disuelto) y conductividad eléctrica (mS/cm).

Equipo de evaporador rotatorio

Se utilizó un equipo de evaporación rotatoria RE 301-A de la marca Yamato, el cual consta de tres unidades: unidad de movimiento (rotación y elevación), equipo de destilación y la unidad de calefacción

(baño maría); sistema de evaporación al vacío (bomba de presión) de la marca felisa modelo FE-1500L; además de un equipo de enfriamiento (chiller), que baja de temperatura ambiente hasta los 4° C. Este equipo se adaptó al parque solar del Instituto Tecnológico de Sonora.

Pruebas de evaporación – consumo energético

Para conocer la mayor evaporación de la salmuera, con el menor consumo energético (kWh), se operó el equipo de evaporación rotatoria, mediante la variación en el sistema de rotación: 100, 150 y 200 revoluciones por minuto, y cambios en la temperatura de evaporación de la salmuera en: 85°C, 90°C, 95°C y 100°C. El consumo energético (kWh) fue medido mediante la instalación de 4 equipos de medición de gasto energético (wathhorímetros). Al finalizar cada prueba se registró el consumo energético total del equipo (Figura 4).



Figura 4. Wathhorímetros utilizados en la medición de gasto energético total.

La producción de energía de los dos sistemas fotovoltaicos evaluados durante las 4 semanas de abril se muestra en la figura 4.

3.Resultados y discusión

En la siguiente tabla (tabla 1) se presentan los parámetros que se analizaron antes y después de finalizar cada prueba a distintas temperaturas, donde la concentración de agua rechazo se muestra como (AR) y la concentración de agua producto (AP).

TEMPERATURA ° C	85	90	95	100
Concentración AR (mS/cm)	22.69	22.69	22.69	22.64
Presión en Bar	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
AR temperatura ° C	30.12	30	29.25	30
Temperatura chiller ° C	4	4	4	4
Concentración AP (mS/cm)	0.02	0.019	0.018	0.019
AP temperatura ° C	16.1	16	19.21	19.25

Tabla 1. Parámetros medidos en cada prueba que se realizaron en el equipo de evaporador rotatorio.

En la tabla 2 se muestra el consumo de energía y tiempo de operación del equipo de evaporación rotatoria a diferentes temperaturas, manteniendo constantes las revoluciones por minuto (100 RPM).

Consumo energético (kWh) y tiempo de operación a diferentes temperaturas.		
Temperatura (° C)	Consumo energético (kWh)	Tiempo en minutos
85	0.512	35
90	0.340	25
95	0.331	20
100	0.230	11

Tabla 2. Consumo energético (kWh) y tiempo de operación a diferentes temperaturas

Los resultados obtenidos, muestra una disminución 55% del consumo energético y el tiempo de operación respecto a la temperatura más baja y más lata (85° C -100° C) esto representa una disminución efectiva de 24 min.

Por otra parte; se hicieron pruebas a 100, 150 y 200 RPM, con una temperatura constante de 100° C (Tabla 3).

Consumo energético (kWh) y tiempo de operación a diferentes revoluciones por minuto		
Revoluciones por minuto (RPM)	Consumo energético (kWh)	Tiempo en minutos
100	0.687	11
150	0.686	11
200	0.668	10

Tabla 3. Consumo energético (kWh) y tiempo de operación a diferentes revoluciones por minuto.

Los resultados anteriores indican que el variar las revoluciones en el equipo de evaporador rotatorio no presentan cambios en el consumo energético ni en el tiempo de evaporación de la salmuera. Lo que indica que el mejor arreglo para operar un equipo de evaporador rotatorio es de 100 ° C y 100 RPM. Los cálculos de las pruebas indican que el equipo de evaporación rotatoria tiene un consumo energético promedio de 1.25 kWh durante el funcionamiento de evaporación de salmueras.

4.Conclusión

Se implementó un sistema de evaporación rotatoria para el tratado de salmueras en

el proceso de desalinización, donde la energía eléctrica necesaria para operar es suministrada por energía fotovoltaica del Parque Solar ITSON. Lo anterior se vislumbra como una opción viable para la disminución del volumen de vertidos de salmueras mediante evaporación térmica. De esta manera, el acoplamiento de sistemas fotovoltaicos logra un proceso de desalinización sustentable, al utilizar una fuente de energía renovable para su operación y para la reutilización del agua de rechazo, evitando la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera y los impactos ambientales por vertidos de salmuera a cuerpos de agua.

Agradecimientos

Se agradece a la Red Temática de Energía Solar del CONACyT, por el apoyo otorgado para la realización de una estancia de investigación en la Universidad de Guanajuato, a cargo del Dr. Ricardo Alberto Rodríguez Carbajal, por permitirme desarrollar este proyecto, así mismo al Dr. Germán Eduardo Dévora Isiordia, por su gran colaboración durante la investigación.

REFERENCIAS

[MC Gabriela Monforte García y Dr. Pedro César Cantú Martínez. (2009). Escenario del agua en México. 4 de Julio, de Culcyt.

S. Astorga-Trejo, G.E. Devora-Isiordia y J. Saldivar-Cabrales. (2013). Afectación del nivel de concentración del agua de mar, por vertidos de plantas desaladoras en Sonora. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales.

ING. A.H. Burgos y J.E. Villalobos-Gómez. (2016). Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Ambiental. Departamento de Ingeniería Ambiental.

Brugger-Jakob, Samuel, Dávila-Moreno, María Elena (2011). Problemática institucional de las energías renovables en México, Universidad Autónoma de México.