Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica

Jorge Lechuga A.[1], Marisela Rodríguez[2] y Joaquim Lloveras M.[3]

Fecha de recepción: 7 de junio de 2006 - Fecha de aceptación: 30 de abril de 2007

RESUMEN

Debido a la escasez de agua potable se considera urgente desarrollar tecnologías capaces de aprovechar el agua de mar. Existen varios procesos para desalinización de agua marina, los cuales varían principalmente en el consumo energético, costo de operación e impacto ambiental. En este artículo se hace un análisis comparativo de varios procesos para desalinización de agua de mar y se identifica a los que recuperan energía. Para tal efecto, se utilizó la metodología de Inteligencia Competitiva y Tecnológica, basada en búsqueda de información en bibliotecas digitales y catálogos de bibliotecas. Seguidamente se procedió con el ordenamiento de la información y formatos de acopio, selección de la información con criterios basados en actualización y número de temas disponibles en los bancos de datos y aplicación de las matrices FODA, (fuerzas, oportunidades, debilidades y amenazas) y MET (Materiales, Energía y Toxicidad). Se analizaron los procesos y sus variables y se compararon con base a costos, consumo energético e impacto ambiental. Los procesos analizados fueron: ósmosis inversa, electrodiálisis, destilación multi-efecto (MED), evaporación multi-etapas flash (MSF) y destilación por energía solar. Se encontró que el proceso de ósmosis inversa para desalinización de agua de mar, tiene bajos costos de operación, se puede recuperar energía utilizando el agua de rechazo de las membranas de ósmosis, y produce un bajo impacto ambiental.

Palabras clave: Desalinización de agua de mar, Inteligencia Competitiva y Tecnológica, Ósmosis Inversa, Electrodiálisis, Destilación Multi-efecto (MED), Evaporación Multi-etapas Flash (MSF).

Analysis of desalinization processes for sea water applying the Competitive Technology Intelligence

ABSTRACT

Due to the lack of potable water, it is urgent to develop technologies capable of making use of the sea water. Several processes exist for the desalinization of marine water, which vary principally in energy consumption, operation costs and environmental impacts. This paper analyzes several processes for desalinization of sea water, and identifies those with energy recovery. The Competitive Technology Intelligence method was used. It was based on the search of information using digital libraries and library catalogues. The information and data collection formats were suitable arranged. The information was selected with criteria based on the topics in the available data banks and using SOWT (Strong, Opportunities, Weaknesses and Treats) and MET (Materials, Energy, and Toxicity) matrixes. The processes and their variables were analyzed and compared on costs, energy consumption and environmental impact. The processes analyzed were: Inverse Osmosis, Electrodialysis, Multi-Effect Distillation (MED), Multi-stages Flash Evaporation (MSF) and Distillation by Solar Energy. It was found that the processes of Inverse Osmosis for desalinization of sea water has low operation costs, it allows energy recovery by using rejected water from the membranes of osmosis, and it produces a low environmental impact.

Keywords: Sea water desalinization, Competitive Technological Intelligence, Inverse Osmosis, Electrodialysis, Multi-Effect-Distillation (MED), Multi-Stages Flash Evaporation (MSF).

[1] Candidato a doctor. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. E-mail: landrade@uady.mx

[2] Profesora-Investigadora. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Nuevo León, México.

[3] Profesor-Investigador. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.

INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento poblacional, el incremento de la demanda industrial, y la contaminación, los recursos naturales se ven afectados, y por ende, el agua requerida para las necesidades humanas se convierte en un problema básico y vital, por lo que se presenta la urgencia de desarrollar tecnologías capaces de aprovechar los recursos hídricos disponibles, considerando obtener agua de calidad a bajos costos y con el menor uso de energía fósil, lo que representaría un bajo impacto ambiental. Dados los altos índices de contaminación de ríos, embalses y aguas subterráneas, se presenta una opción importante: la desalinización del agua de mar para obtener agua consumible.

En este trabajo se analizaron las ventajas e inconvenientes de varios procesos para desalinización con énfasis en los que representen el menor consumo energético, bajos costos y menor impacto ambiental. Los procesos analizados fueron: ósmosis inversa, electrodiálisis, destilación multi-efecto (MED), evaporación multi-etapa flash (MSF) y destilación por energía solar.

En la actualidad, el proceso más utilizado es el de Evaporación Multi-Etapas Flash (MSF) seguido del de ósmosis inversa y luego más alejados los demás. (Veza, 2002). En la Tabla 1 se mencionan los procesos utilizados para desalar agua de mar, con sus capacidades instaladas.

Otras opiniones como la de Fleming (2005) consultor de la American Water Works Association, comenta que el proceso de ósmosis inversa va en crecimiento, y el de MSF se ha estancado, basado en investigaciones sobre el incremento en la venta de membranas a nivel mundial. Los países de Medio Oriente son los que más plantas desalinizadoras tienen (49.8% del total mundial) y utilizan el proceso MSF, pero han ido reponiendo sus nuevas plantas utilizando la ósmosis inversa. (Olson, 2005).

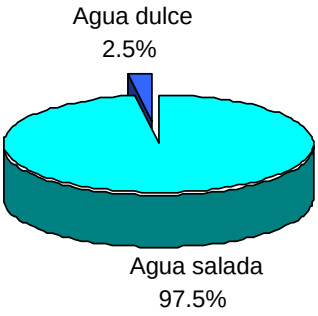
Tabla 1. Capacidad instalada mundial de las distintas tecnologías utilizadas en la desalinización.

Tecnología	**Capacidad instalada, M^3/ d**	**Distribución Porcentual**
Evaporación Multi-Etapas Flash (MSF)	10 020 672	44.2%
Ósmosis Inversa (OI)	8 986 209	39.6%
Electrodiálisis (ED)	1 262 929	5.6%
Destilación Multi-Efecto (MED)	921 387	4.1%
Comprensión de Vapor (CV)	971 792	4.3%
Destilación Solar	510 043	2.2%
Congelación	210	0.0%
Total	**22 674 242**	

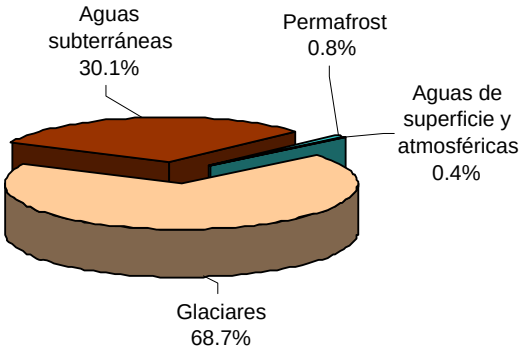
M^3 / d = metros cúbicos por día **Fuente:** Veza, 2002

La preocupación mundial por la escasez de agua es inobjetable, cada día se encuentran más problemas por falta de agua dulce y procesos que contaminan e impactan al medio ambiente. Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en Montreal, Canadá se dio un informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo; y entre las conclusiones más importantes se pueden mencionar: mejorar la calidad y suministro de agua dulce, eficientar los procesos para la producción de agua dulce y evaluar el estado de los recursos hídricos y los ecosistemas a ellos ligados.

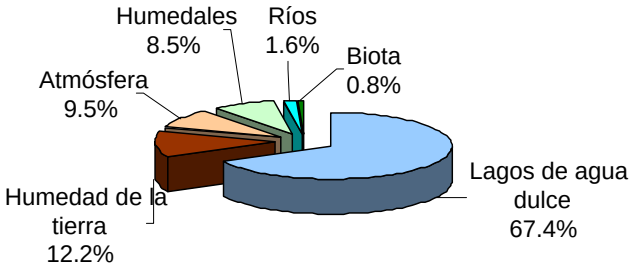
En la Figura 1, se representan las proporciones de agua en la tierra, Asociación Española de Desalación y Reutilización (AED y R, 2006), analizando nos llama la atención que solamente el 2.5% representa agua dulce y de ésta, el 68.7% corresponde a los glaciares, los cuales no pueden ser utilizados para obtener agua dulce, ya que son parte fundamental en los ecosistemas de la hidrosfera; en las aguas superficiales y atmosféricas, los lagos de agua dulce representan el 67.4%; pero la mayor parte se encuentran contaminados; el consumo de agua dulce, se utiliza para la agricultura y la industria y sólo el 10% para uso doméstico.



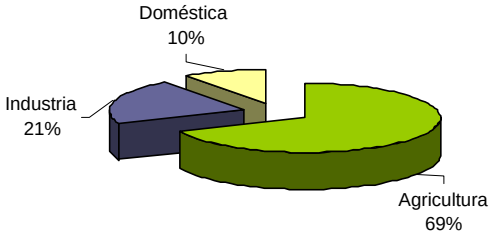
Distribución del agua total de la tierra



Distribución de agua dulce



Distribución de aguas superficiales y atmosféricas



Consumo de agua dulce

Figura 1. Proporciones de agua en la tierra.
Fuente: AWWA, 2005

El desarrollo sostenible es "el proceso de crecimiento económico en el que la tecnología, la explotación de los recursos y la organización social y política satisfacen las necesidades del presente sin comprometer las de las generaciones futuras", (Medina, 2000). Esto se puede interpretar como una posición moderna ante problemas ambientales en donde las organizaciones y la sociedad deben formar parte de actividades que se puedan sostener sobre un largo plazo y que al mismo tiempo se renueven de forma automática, es decir, el desarrollo sostenible busca en sus raíces: el cuidado, la protección y la sustentabilidad del medio ambiente, (Ávila, et al; 1996). Es la alternativa que en estos momentos debe aplicarse con el fin de conseguir un mejor nivel de vida y asegurarle a la naturaleza un sustento apropiado.

Conforme se tratan temas como el del agua, los retos para el nuevo siglo, entre otros, son que el conocimiento, hoy más que nunca, es un factor decisivo en el proceso de desarrollo y se hace indispensable en la actualidad tener un mayor control sobre los recursos naturales y la propia realidad social y cultural, para posibilitar la utilización inteligente del inmenso potencial de riquezas en beneficio de la sociedad.

Pero el reto principal del desarrollo sostenible, implica la necesidad de formar capacidades en la sociedad, para orientar el desarrollo sobre bases ecológicas, de diversidad cultural, equidad y participación social. Para ello, es necesario tener en cuenta los comportamientos y valores sociales, políticos, culturales y económicos, con relación a la cultura del agua. Todo esto, deberá dar como resultado la identificación de herramientas para que las personas puedan producir y apropiarse de procedimientos, técnicas y conocimientos que permitan una mayor participación en cuestiones ambientales, decidir y definir las condiciones y

calidad de vida no sólo de su generación sino también de las venideras.

METODOLOGÌA

Se analizaron los procesos mediante la investigación de sus patentes y ordenados con herramientas tan poderosas como FODA y MET, en donde se presentan las fuerzas, oportunidades, debilidades y amenazas, así como los materiales, la energía y la toxicidad de los procesos evaluados.

En cuanto a la herramienta utilizada para el proceso metodológico, según (Mignogna, 1997) la Inteligencia Competitiva es un proceso y a la vez es también el resultado de implementar el mismo, que utiliza fuentes públicas de información para desarrollar conocimiento acerca de los competidores, del mercado y del ambiente del negocio en general. El investigador mencionado, diseñó este concepto basado en los estudios de investigación de mercados, proponiendo sus ideas de buscar información adecuada, analizarla, y en grupos de expertos tomar decisiones sobre la dirección que debe de seguir un negocio.

De la misma manera, se construyó el concepto de Vigilancia Tecnológica, con relación al seguimiento del desarrollo tecnológico, a través de estrategias, para conocer el estado del arte.

Y es así como (Ashton y Stacey, 1995), definen la Inteligencia Tecnológica como el procedimiento para detectar, analizar y emplear la información sobre eventos tecnológicos y tendencias. Ambos investigadores acordaron denominar estos conceptos como, Inteligencia Competitiva y Tecnológica.

El objetivo de este trabajo es presentar un estudio preliminar comparativo de los procesos para la desalinización del agua de mar, para identificar al más ventajoso, y determinar el estado actual de la técnica, para generar ideas innovadoras que presenten mejoras de eficiencia y consumos energéticos.

La Inteligencia Competitiva y Tecnológica se utiliza para optimizar la competitividad de una organización, a partir de toda la información que se tiene de la tecnología que se maneja dentro de la empresa y la información que se tiene acerca del mercado, competidores y medio en el que se desenvuelve. En otras palabras, la Inteligencia Competitiva y Tecnológica, es conocer y aprovechar al máximo, las capacidades y recursos disponibles de la tecnología que se posee.

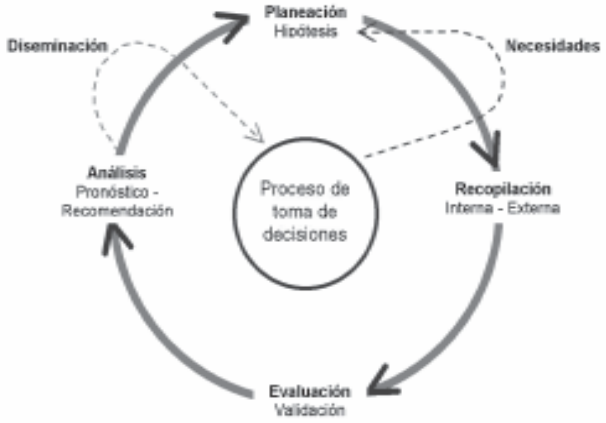


Figura 2. Proceso de la Inteligencia Competitiva y Tecnológica
Fuente: Mignogna, 1997

Como medio principal para obtener la información en este proceso de Inteligencia, se tienen las que se obtuvieron por medio de las bases de datos de Biblioteca Digital, del Sistema ITESM, (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), así como el catálogo físico de biblioteca, también del Campus ITESM, además de una selección de bases de patentes a nivel México, Estados Unidos, Japón y España, con datos abiertos al público, que dan una idea de hacia donde va la propiedad intelectual (http//biblioteca.itesm.mx). También se hizo una precisa búsqueda en Internet, en sitios de ciencia y en un metabuscador que permitió delimitar los parámetros de la búsqueda. Después de haber analizado estas fuentes, se obtuvo información suficiente para realizar análisis que enriquecieran el proyecto.

En la Figura 2. se presenta gráficamente el proceso de inteligencia competitiva y tecnológica, para la toma de decisiones, se hizo un planteamiento de la problemática para buscar la información, se identificaron las necesidades de información y de fuentes de búsqueda, se efectuó una recopilación interna y externa, se evaluó la información con el establecimiento previo de criterios para rescatar y procesar la información relevante, se analizó la información obtenida que permitió alimentar el punto de partida, y que ayudó a encontrar el estado de la técnica, la situación del entorno competitivo y encontrar líneas de decisión.

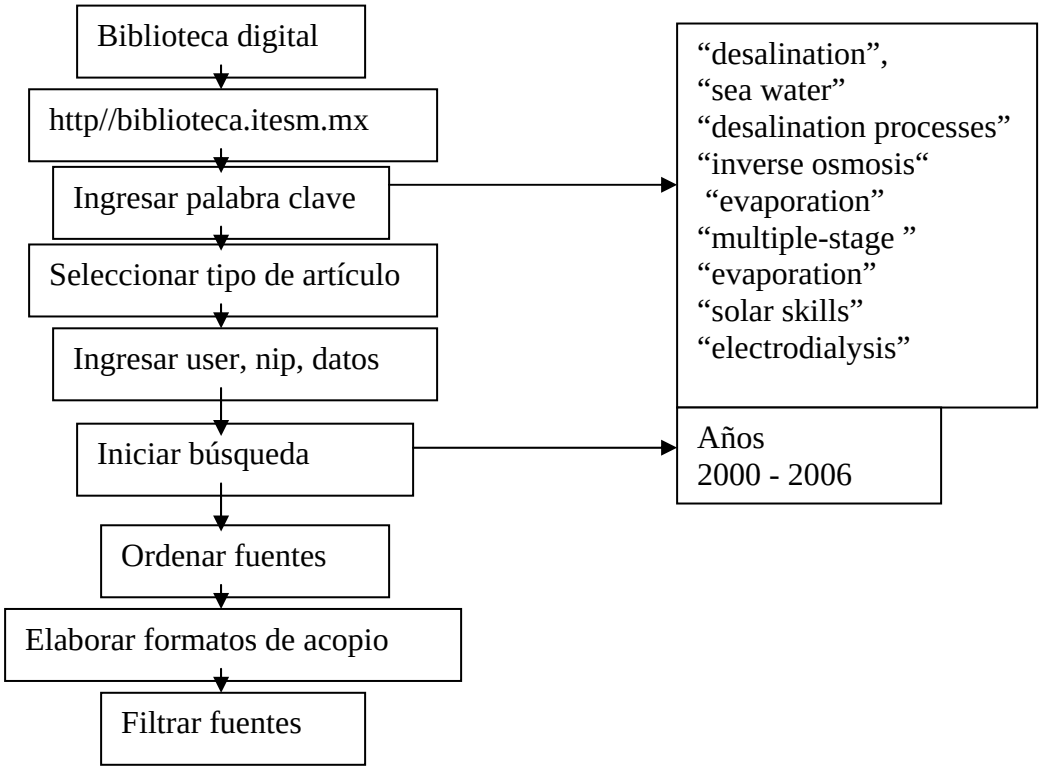


Figura 3. Proceso de búsqueda y acopio de información en la biblioteca digital

En lo que se refiere a la Biblioteca Digital del ITESM, se hizo una serie de metabúsquedas, en las cuales se introdujeron todas las palabras clave, previamente establecidas, (Figura 3). Se realizó la búsqueda dentro de las bases de datos de ProQuest, Lexis/Nexis y documentos Tec, delimitando la búsqueda del año 2000 a la fecha.

Se seleccionaron artículos del año 2000 a la fecha sobre patentes y artículos de investigación y tesis relacionadas. El análisis de todo el acopio de información fué procesado a través de las matrices: FODA y MET.

La Matriz FODA es una herramienta que ordena la información encontrada, de acuerdo a las fortalezas y debilidades del proceso analizado, oportunidades que el proceso tiene desde el punto de vista del entorno externo con la competencia, costos, consumo energético; las amenazas se relacionan con las nuevas tecnologías emergentes, complejidad del proceso y tendencia de los usuarios hacia nuevos procesos.

La Matriz MET ordena la información recabada, desde la perspectiva de los materiales utilizados en todo el proceso, la utilización de energías fósiles que impactan al medio ambiente, así como la cantidad de energía consumida en el proceso; y por último, la toxicidad de los materiales, materias primas utilizadas o cualquier otro agente físico, químico o biológico, que se use en el proceso y sean considerados como tóxicos por la Organización Mundial para la Salud.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las investigaciones que se realizaron a través de la Inteligencia Competitiva y Tecnológica, se ordenaron en las matrices FODA y MET, (Tablas 2 y 3) y se concentraron en una tabla de indicadores de los procesos analizados (Tabla 4). Las cifras fueron obtenidas de las investigaciones

correspondientes y expresadas en las matrices FODA y MET. El criterio utilizado para la columna de tendencias mundiales, se obtuvo de un informe del Boletín de la MEDRC de Marzo, 2002; e información recabada de Dow Chemical Company, 2006, en donde se informa del incremento en las compras de membranas para ósmosis inversa en los últimos 6 años; así como la substitución de las plantas para desalinización de agua de mar en el Medio Oriente, que utilizaban MED o MSF, y ahora están cambiando por las de ósmosis inversa. En América y Europa, las tendencias son hacia la desalinización por ósmosis inversa. (Dow Chemical Company, 2006)

Matriz FODA

A continuación se presenta la Matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), con el contenido de los datos recabados en la investigación, objeto de este trabajo.

Tabla 2. Matriz FODA

Procesos	Fuerzas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Ósmosis Inversa	El procedimiento es simple en términos generales. Los costos de instalación son bajos. Las plantas de producción emplean Ósmosis Inversa generalmente tienen una alta tasa de producción. El uso de energía para procesar agua salobre es del rango de 2 a 2.8 Kwh/m^3 de agua producida. Este proceso puede hacer uso de prácticamente cualquier tipo de agua sin importar su origen. Permite remover con cierta sencillez contaminantes orgánicos e inorgánicos. El impacto ambiental de este proceso es prácticamente	Buscar alternativas para mejorar los materiales de las membranas que eficienten su limpieza pues el proceso es muy dependiente de ellas. Generar dispositivos con procedimientos de auto limpieza de membranas para preservarlas mayor tiempo.	El único factor complicado es encontrar o producir un suministro limpio que minimice la limpieza frecuente de la membrana. El agua empleada usualmente necesita ser pre tratada para remover inicialmente las partículas contaminantes y prolongar la vida de la membrana Las plantas que requieran procesar el agua con este método deben garantizar la calidad de sus servicios, maquinaria y materiales mediante procesos de certificación. El deshecho de la salmuera debe ser tratado con mucho cuidado para no impactar nocivamente el ambiente. -Se corre un alto riesgo de contaminación bacterial en las membranas mismas que pueden introducir olores y sabores desagradables en el	-El proceso de lechos compactados, es investigado actualmente, para la desalinización de agua.

	mínimo.		producto final. Se requiere de una fuente confiable de energía, es decir de un suministro permanente para generar el producto, pues no puede ser interrumpido	
Electrodiálisis	Utiliza corriente eléctrica para forzar las sales disueltas por membranas. - Maneja a base de membranas para separar las sales.	Puede utilizar diferentes fuentes de energía eléctrica (combustibles fósiles o renovables como solar o eólica).	Es el método más aplicable a agua salobre. Consume mucha energía.	
Destilación multietapas (MED)	Es aplicable a proyectos de mediana o grande escala. - Maneja cámaras de baja presión para ayudar en la vaporización. - El calor que se utiliza en una etapa es utilizado para la vaporización de agua de la siguiente. - El acomodo de los destiladores ocupa menos superficie.	Utilizar energías alternas.	El mantenimiento costoso de maquinaria. Genera muchos residuos con alto contenido mineral, los cuales requieren un manejo especial. Consume gran cantidad de energía	El crecimiento de los procesos por ósmosis inversa.
Evaporación de múltiples etapas (MSF)	Es aplicable a proyectos de mediana o grande escala. Utiliza calor. Maneja cámaras de baja presión para ayudar en la vaporización. A mayor etapas en el proceso, mayor	Utilizar energías alternas.	El mantenimiento costoso de maquinaria. Genera muchos residuos con alto contenido mineral, los cuales requieren un manejo especial. A mayores etapas del proceso, son necesarios más	El crecimiento de los procesos por ósmosis inversa.

	eficiencia en sus resultados		espacios, capital y mantenimiento.	
Solar stills destilation	Se vale de la energía solar para calentar el agua salada. Captura el vapor del agua condesado como agua pura.	Tiene gran potencial para proyectos pequeños en lugares con condiciones favorecedoras.	Es aplicable principalmente a proyectos de menor escala debido a su simplicidad e independencia. Tiene altos costos de operación.	Los factores climáticos pueden influir en el desempeño del proceso.

Esta Matriz, fue elaborada con la información recabada por los medios mencionados, y discutida en equipo de trabajo de Ingeniería Colaborativa, con personal de cuatro universidades, e investigadores de dos instituciones de investigación. Lo mismo se hizo para la construcción de la Matriz MET; que describimos a continuación.

Matriz MET

También se presenta un análisis MET, (Material, Energía y Toxicidad) en la que se pueden apreciar los distintos procesos y sus características principales.

Tabla 3. Matriz MET

Procesos	Materiales	Energía	Toxicidad
Ósmosis Inversa	Membranas Bombas	Consume de 2 a 2.8 kwh/m^3 con un costo de 0.60 USD/m^3 agua tratada.	Metales pesados (Cu, Fe, Ni, Cr, Zn), son metales corrosivos que pueden acumularse en el sistema y causar estrés a nivel molecular y celular. Sulfuro de Sodio, utilizado como anticorrosivo, y además se reemplea para capturar O_2, aún no se conocen efectos tóxicos para este material.
Electrodiálisis	Membranas Ion Selectivas. Pila análoga Intercambiador de calor de placa	El costo para la producción de un galón de agua destilada mediante este proceso, es de 58 USD/m^3 con un consumo de energía de 16 a 19 kwh/m^3.	Formaldehído, en concentraciones de 0.1 ppm o más, puede producir trastornos agudos, tales como ojos llorosos, náuseas, accesos de tos, opresión en el pecho.
Destilación de Múltiple Efecto (MED)	Platos perforados Columna de destilación Capuchones para burbujas Boiler Condensador.	Consumo de energía de 3.4 a 4 kwh/m^3 y un costo de 1.5 USD/m^3.	Metales pesados (Cu, Fe, Ni, Cr, Zn), son metales corrosivos que pueden acumularse en el sistema y causar estrés a nivel molecular y celular. Fosfatos, sirven como anti-crustantes, son macronutrientes que llegan a causar eutrofización. Sulfuro de Sodio, utilizado como anticorrosivo, y además reemplea para capturar O_2, aún no se conocen efectos tóxicos para este

			material. Residuos sólidos que provienen de la limpieza.
Evaporación de múltiples etapas (MSF)	Separador flash Tubería de entrada Válvulas de control de flujo Condensador	Consumo de energía de 5 a 8 kwh/m^3 y un costo de 1.10 USD/m^3 de agua tratada.	Los mismos problemas de toxicidad del proceso MED. Residuos sólidos que provienen de la limpieza
Solar stills	Recipiente con agua por tratar Membrana Colector de destilado Vidrio Costo de 28 USD/m^3		Salmuera: puede ser corrosiva, dependiendo del material del recipiente.

Tabla 4. Indicadores Relevantes en diferentes procesos para la Desalinización de agua de mar.

INDICADORES / **Procesos**	**Consumo de Energía Fósil**	**Costos Unitarios**	**Tendencias Mundiales**	**Fuentes de Energía**
Ósmosis Inversa	De 2 a 2.8 kwh/m^3	0.60 USD/m^3	Crecimiento	Eléctrica
Electrodíalisis	De 16 a 19 kwh/m^3	58 USD/m^3	Estático	Eléctrica
Destilación Multi-efecto MED	De 3.4 a 4 kwh/m^3	1.5 USD/m^3	Decreciente	Eléctrica / Calorífica
Evaporación Multi- etapas Flash MSF	De 5 a 8 kwh/m^3	1.10 USD/m^3	Decreciente	Eléctrica / Calorífica
Destilación * por energía Solar	_	28 USD/m^3	Estático – Creciente	Energía solar

* Se opera a bajas escalas de Producción y en climas favorecedores.

DISCUSIÓN

De los procesos analizados en este trabajo, observamos que el de ósmosis inversa presenta ventajas significativas, en cuanto a consumo de energía fósil, costos unitarios e impacto ambiental; esto último debido a que el proceso no requiere de cambios de estado, como los de MED y MSF, que utilizan mayor consumo energético e incrementan la emisión de CO_2, provocando el efecto invernadero.

La electrodiálisis, es más utilizada para tratamiento de aguas salobres y consume elevadas cantidades de energía, ya que se basa en intercambio iónico; La destilación por energía solar, es recomendable en climas favorecedores, pero tiene el inconveniente de operar a bajas escalas de producción. La ósmosis inversa, puede operarse a cualquier capacidad de producción, ya que ésta depende del número de membranas utilizadas, tal y como se utiliza en Lanzarote, Canarias en la planta H-O-H Canarias, ordenadas en bastidores.

En el proceso de ósmosis inversa, el agua de rechazo de las membranas, puede utilizarse para recuperar energía, accionando dispositivos adecuados tales como, turbinas, ruedas de Pelton e intercambiador de presión, el cual es el que más se está utilizando en las plantas desaladoras en España.

El proceso dual ósmosis inversa – recuperación del agua de rechazo, permite la flexibilidad para operar a diferentes capacidades de producción, manteniendo la calidad del agua tratada y con las ventajas ya mencionadas.

CONCLUSIONES

El proceso para desalinización de agua de mar por ósmosis inversa reúne mejores parámetros tecnológicos y de eficiencia; otros procesos de destilación como multi-efecto y evaporación multi-etapas flash son adecuados, pero implicaría una inversión inicial muy costosa y un gasto de mantenimiento y limpieza muy altos además consumen cantidades considerables de energía por los cambios de estado físico.

Los procesos para desalinizar agua, evidentemente estarán cobrando peso conforme pase el tiempo, debido al mal uso de los recursos naturales y el inminente crecimiento poblacional.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros trabajos, investigar alternativas en los procesos analizados, en lo que se refiere al consumo energético y costos de operación, tal como se mencionó en el proceso de ósmosis inversa, se utiliza un intercambiador de presión, que utiliza el agua de rechazo de las membranas, podría encontrarse una alternativa, que reemplace el intercambiador, por otros dispositivos que disminuyan los costos de operación, como es el caso de limpieza de las membranas.

Considerar materiales alternos para las membranas y sus geometrías, que ayuden a la filtración, utilizando menos presión y consumos energéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashton I., Stacey, G. S. (1995). Technical Intelligence in Business. Internacional Journal of Technology Management, 10 (1), 79-90.

Asociación Española De Desalación y Reutilización. (2006). Boletín de Noticias, AED y R, 3(2), 12.

Ávila E., Llongueras A., García A., Lloveras J. (1996). Estudio Comparativo Respecto a Coste y Producción de Diversas Plantas Desalinizadoras de Agua de Mar o Salobre. Memorias del III Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, AEIPRO (editor), 144-153, Barcelona, España.

Banco Nacional de Patentes. (2005). http://www.impi. gob.mx/banapanet/index.jsp.

Boletín Oficial del Estado. (2003). Real Decreto por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE, 45, España.

Dow Chemical Company. (2006). http://www.dow.com.

Fleming K. (2005). American Water Works Association Research Foundation, AWWA, 1(12), 223-224.

Information of the Middle East Desalination Research Center; (2002). 15 (1), 121-126

ONU. (2005). Objetivos de Desarrollo del Milenio. http://www.un. orgh/spanish/millenniumgoals/index.html.

Medina S. J. (2000). Calidad del Agua, 3ª. Edición. Mundi-Prensa, España.

Mignogna R. P. (1997). Competitive Intelligence. http://www.chewy.gatech.edu/t2s/index/html.

Olson G. (2005). Internacional Water Association. Journal Water Practice and Technology, IWA, 10(175), 74-75.

Patentes Españolas. (2005). http://www.esp@cenet.com.

Veza J. M. (2002). Introducción a la Desalación de Aguas, 1ª edición Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, España.

Este documento se debe citar como:
Jorge Lechuga A., Maricela Rodríguez y Joaquim LLoveras M. (2007). **Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 11-3, pp. 5-14, ISSN: 1665-529X