



# Tecnología

## Las Membranas, Tecnología Ambientalmente Sustentable para Diversos Procesos Industriales

*El uso de tecnologías limpias que contribuyan a mitigar el impacto de la contaminación por pilas, la separación de gases, la remoción de metales en aguas residuales y la remoción de iones metálicos en agua sintética fueron algunos de los temas abordados durante el Tercer Congreso Nacional de Membranas: Ciencia, Tecnología y Aplicaciones*

*Tres investigadores del IMP participaron en el Tercer Congreso Nacional de Membranas.*

Con el propósito de difundir entre la sociedad y la comunidad científica los avances relacionados con la preparación, caracterización y aplicación de membranas, se llevó a cabo, del 24 al 26 de junio pasado, el Tercer Congreso Nacional de Membranas: Ciencia, Tecnología y Aplicaciones, en el que los doctores Jorge Palomeque Santiago, Javier Guzmán Panto-

ja y Diego Guzmán Lucero, especialistas del Programa de Ingeniería Molecular del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), tuvieron una destacada participación.

En esta tercera edición del congreso —organizado por la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Membranas (SMCyTM), en el marco conmemorativo del 50 aniversario de la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas— se presentaron dos conferencias



*Esta tercera edición del Congreso se efectuó en el marco conmemorativo del 50 aniversario de la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas*

25-27 Septiembre, 2013

WTC, Ciudad de México



Global Resources Environmental & Energy Network  
EXPOSICIÓN Y CONFERENCIAS



CONIECO

XXI Congreso  
Internacional  
Ambiental



## Soluciones para una economía verde sostenible

Para su edición vigésimo primera, The GREEN Expo 2013, se consolida como el evento más importante de medio ambiente, energía, agua y ciudades sustentables, al ser el foro de negocios que presenta empresas nacionales e internacionales, que ofrecen soluciones y tecnologías de punta, que **permiten ahorros e incrementan la rentabilidad en los sectores industrial y empresarial.**

### Sea parte de la edición 2013 y conozca:

- Aproximadamente 300 empresas
- Un Programa de Conferencias único
- Pabellones internacionales de: Austria, Canadá, Alemania, Reino Unido y Estados Unidos
- ... y las soluciones más novedosas para una economía verde sostenible.

Pre regístrese en línea

SIN COSTO en:

[thegreenexpo.com.mx](http://thegreenexpo.com.mx)



Mayores informes:

Angélica Rodríguez Dufau

Tel. (52.55) 10871650 Ext. 1159

[angelica@ejkrause.com](mailto:angelica@ejkrause.com)

Organizado por:



E.J. KRAUSE DE MÉXICO



CONIECO

Certificado por:



Canada

Apoyado por:



SENER



CONUEE  
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía



Consejo Consultivo  
del Agua, A.C.

Se presentaron dos conferencias plenarias, 11 carteles (póster), 42 presentaciones orales y un concurso de logotipo de la sociedad.



plenarias, 11 carteles (póster), 42 presentaciones orales y un concurso de logotipo de la sociedad.

A lo largo de los tres días de trabajo, en los que se contó también con la presencia de especialistas en preparación, caracterización y aplicación de membranas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como de otras instituciones de Colombia y España, se abordaron aspectos en torno al uso de tecnologías limpias que contribuyan a mitigar el impacto de la contaminación por pilas, la separación de gases, la remoción de metales en aguas residuales y la remoción de iones metálicos en agua sintética, entre otros.

Los investigadores de este centro público de investigación presentaron tres trabajos, dos en la modalidad de presentaciones orales y uno en la de poster. Cabe destacar que las memorias del congreso cuentan con ISBN (978-607-02-4392-9).

### Avances en investigación y tecnología de membranas

En la presentación oral del proyecto Síntesis de nuevas poliamidas aromáticas aplicadas en la separación de gases, los investigadores del IMP apuntaron que la poliamida que posee en su estructura el grupo hexafluoroisopropilideno presenta los valores más altos de permeabilidad y el mejor desempeño dentro de las curvas permeabilidad-selectividad, para los pares de gases CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> y O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, propuesta por Robeson.

Comentaron que en el marco de este proyecto se sintetizaron seis nuevas poliamidas aromáticas (PA), por policondensación directa mediante calentamiento convencional por el método de fosforilación de Yamazaki-Hagashi y de microondas, las cuales se obtuvieron a partir de la diamina 4,4'-diaminotrifetilmetano y seis diferentes diácidos comerciales.

Como parte de los resultados, los especialistas del Programa de Ingeniería Molecular refirieron que el tiempo promedio de reacción mediante calentamiento convencional fue de tres horas y cuando se utilizó microondas fue de 10 minutos.

En cuanto al proyecto *Simulación del proceso de endulzamiento del gas amargo utilizando membranas poliméricas*, explicaron que el endulzamiento del gas natural es un

---

*Los investigadores del IMP, autores del proyecto Síntesis de nuevas poliamidas aromáticas aplicadas en la separación de gases, sintetizaron seis nuevas poliamidas aromáticas por policondensación directa*

---



# HABIPLAT

Sistemas Habitacionales para Plataformas y Barcos

## *Aislamientos Marinos Arquitectura y Habilitación Aire Acondicionado y Ventilación*

**Diseñamos, Suministramos e Instalamos Productos y Servicios para Plataformas Marinas, Embarcaciones y Cuartos de Control**

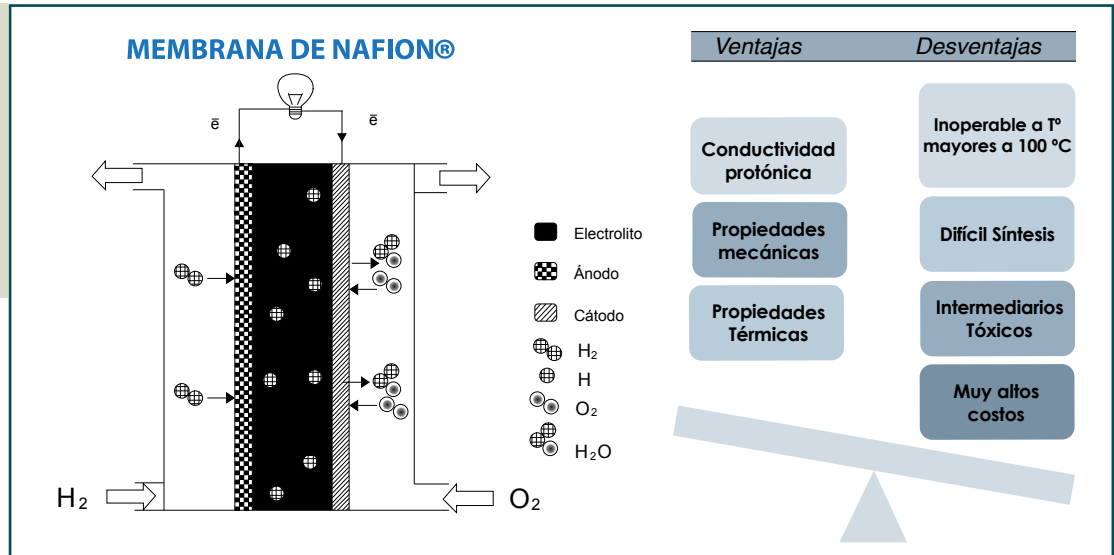
-  SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN A PRUEBA DE EXPLOSIÓN, CLASE I, GRUPOS C Y D, DIVISIÓN III.
-  DUCTERÍA PARA SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN.
-  MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN.
-  INGENIERÍA BÁSICA Y DE TALLER PARA ARQUITECTURA, AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN.
-  SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTAS "C, B-15, A-30 Y A-60".
-  SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTANAS ABATIBLES, DESLIZANTES, FIJAS DE 1, 2 O 3 CUERPOS, DUO-VENT, TIPO LOUVER Y CLASE A-60.
-  MUROS CON CLASIFICACIÓN "B-15, B-30 Y A-60".
-  FALSO PLAFOND "B-0/B-30".
-  PISO FLOTANTE "C Y A-60".
-  LOSETA VINÍLICA Y DE CERÁMICA.
-  MOBILIARIO
-  AISLAMIENTO: A-60, ACÚSTICO Y TIPO CONFORT
-  PORTILLOS "A, B Y C".



[www.habiplat.com](http://www.habiplat.com)  
[Info@habiplat.com](mailto:Info@habiplat.com)

Oficina: + 52 (833) 217 - 44 - 11 / 217-43 - 43  
Sin costo: 01 800 590 08 90

Participaron especialistas en preparación, caracterización y aplicación de membranas de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como de otras instituciones de Colombia y España.



Dos estrategias para mejorar la capacidad de conducción protónica en las membranas poliméricas son: la inclusión de rellenos inorgánicos hidrofílicos en la matriz polimérica y la sulfonación de la estructura polimérica principal

procedimiento que consiste en el uso de una solución acuosa de aminas que absorben los gases ácidos (con altos niveles de contaminantes), lo que evita la corrosión en las líneas de distribución, aumenta el valor calorífico del gas y reduce los volúmenes que se transportarán del mismo.

Sin embargo, como las aminas necesitan limpiarse con carbón activado, se generan grandes cantidades de residuos contaminados,

por lo que ha sido necesario desarrollar nuevas tecnologías que, además de ser amigables con el medio ambiente, permitan realizar el endulzamiento de gas natural de forma más eficiente y a menor costo.

Tal es el caso del proceso de separación por membranas, el cual emplea membranas poliméricas, cada vez más eficientes, que permiten ofrecer ventajas competitivas a la tecnología de endulzamiento con aminas; por ejemplo, no genera contaminantes y requiere poco o nulo mantenimiento, además de que el tren de tratamiento puede ser modular y ocupa poco espacio.

Finalmente, en la presentación póster Efecto del agua en membranas poliméricas de intercambio protónico, los doctores Palomeque Santiago, Guzmán Pantoja y Guzmán Lucero señalaron que se realizó una revisión bibliográfica sobre el comportamiento de dos tipos de membranas poliméricas: compósitas con óxidos metálicos o sulfonadas, cuyos datos reportados muestran que los valores de conductividad para Nafion® son los más altos para condiciones de evaluación del 100% de humedad relativa. No obstante, dijeron, es necesario realizar una evaluación de las membranas en condiciones de operación continua, con el fin de determinar su correcta funcionalidad.

A lo largo de su presentación, los investigadores se refirieron a dos estrategias para mejorar la capacidad de conducción protónica en las membranas poliméricas: la inclusión de

**MEMBRANAS COMPOSITAS**

La presencia del relleno inorgánico en la membrana:

- Mejora la capacidad de retención de agua a altas temperaturas.

- Mejora las propiedades térmicas y estabilidad mecánica.

- Extiende el rango de operación de la membrana

Los rellenos inorgánicos más usados son óxidos de:

Silicio → Titanio → Zirconio

Membranas dependientes de:

**Composición**

**Fracción** (masa y volumen)

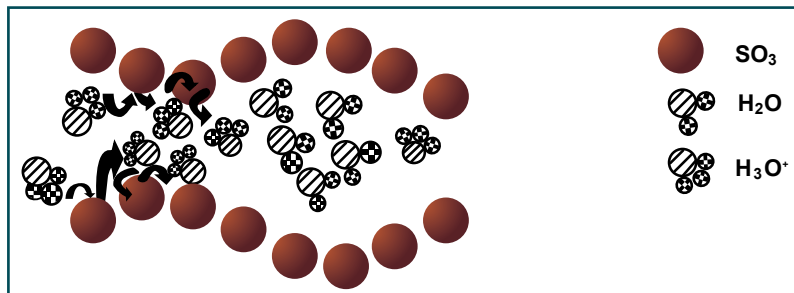
**Distribución**

[De la fase inorgánica]

### Conductividades protónicas obtenidas en membranas compósitas:

Membrana	Conductividad Protónica (S/cm)	Humedad relativa (%)	Temperatura de operación (°C)
Nafion	0.227	100	90
NSiO <sub>2</sub> (Ion Power Nafion®-SiO <sub>2</sub> microporosa)	0.09	100	90
NSBA-15-SH (Ion Power Nafion®-Silica mesoporosa SBA-15 sustituida con grupos -SH)	0.11	100	90
NSBA-15 (Ion power Nafion®-Silica mesoporosa SBA-15)	0.16	100	90
NSBA-16 (Nafion/SBA-16 mesoporoso)	0.15	100	90
NSBA-16 (Nafion/SBA-16 mesoporoso)	0.04	75	90

Tecnologías como la separación por membranas ofrece ventajas competitivas al endulzamiento con aminas, ya que no genera contaminantes y requiere poco o nulo mantenimiento



rellenos inorgánicos hidrofílicos en la matriz polimérica y la sulfonación de la estructura polimérica principal.

Indicaron que en ambos casos la finalidad es retener la mayor cantidad de agua a la máxima

temperatura posible. Para la primera su comportamiento está en función de factores como el tamaño de las partículas y la uniformidad de su dispersión, y para la segunda se debe lograr un equilibrio entre el grado de sulfonación y las propiedades mecánicas, ya que un exceso de grupos sulfonilo podría provocar un hinchamiento descontrolado de la membrana polimérica.

### MEMBRANAS SULFONADAS

Membrana	Conductividad Protónica (S/cm)	Humedad relativa (%)	Temperatura de operación (°C)
Nafion®	0.227	100	90
Polifenilsulfona con 84% de sulfonación	≈0.018	100	90
Polifenilsulfona con 88% de sulfonación	0.0014	100	90
Polifenilsulfona Radel® R-500 con 59% de grado de fosfonación	0.0035	100	90
Nafion 117®	0.08	90	90
SPI-g-ES (Poli-imida sulfonada Pristine/Sal sódica de ácido Isetiónico)	0.099	90	90
SPI-g-BS (Poli-imida sulfonada Pristine/ 4-hydroxyl-1-butane_sulfonic acid delta sultone)	0.116	90	90