

**Gerardo Hiriart Le Bert**

Chileno de nacimiento y mexicano por naturalización, se formó como ingeniero naval en Chile y Estados Unidos, donde cursó su doctorado. Llegó a México en 1973. Un año después ingresó a la UNAM, donde fue académico del Instituto de Ingeniería durante seis años. Trabajó en la Comisión Federal de Electricidad (CFE), donde se dedicó al tema de las energías renovables a lo largo de 26 años. Fue director del Consejo de Recursos Geotérmicos de Estados Unidos y asesor internacional en proyectos geotérmicos en Guatemala, Costa Rica, Bolivia y Chile. Luego de ser jubilado por la CFE, se reincorporó al Instituto de Ingeniería de la UNAM. En 2006 fue distinguido con el Premio Nacional de Energías Renovables.

**MÁS INFORMACIÓN:**

Teléfono: 5623-3500, extensión 1650  
Correo electrónico: ghirharti@ingen.unam.mx  
Página electrónica: http://www.impulsa4.unam.mx/



**Colaboración**

Los investigadores del Instituto de Ingeniería colaboran con los institutos de Geofísica y de Ciencias del Mar y Limnología para detectar manantiales de agua caliente en costas, así como volcanes submarinos; con el de Investigaciones en Materiales para desarrollar membranas de zeolitas y utilizarlas en la desalinización de agua de mar, y con el de Investigaciones Jurídicas para el aspecto legal de ésta; también lo hacen con el Centro de Investigaciones en Energía para elaborar paneles y celdas fotovoltaicas que mejoran la eficiencia de la desaladora solar que están diseñando.

**Con energía eólica**

En Baja California hay muchas zonas con una alta intensidad de viento, como La Rumorosa y San Quintín, de tal manera que se puede aprovechar esa energía eólica para generar electricidad y desalinizar agua marina y salobre. De hecho, en Guerrero Negro, al sur de la península, la Comisión Federal de Electricidad instaló un aerogenerador que suministra electricidad a bajo costo.



**EL PUMA** En busca de las ventilas hidrotermales de la fosa de Wagner

**¿Sabía usted que...?**

Investigadores de los institutos de Ingeniería, Geofísica y Ciencias del Mar y Limnología, así como biólogos de la Universidad de Michoacán, han realizado, a bordo del buque oceanográfico *El Puma*, exploraciones frente a Puerto Peñasco para caracterizar y determinar la ubicación de las ventilas hidrotermales de la fosa de Wagner.

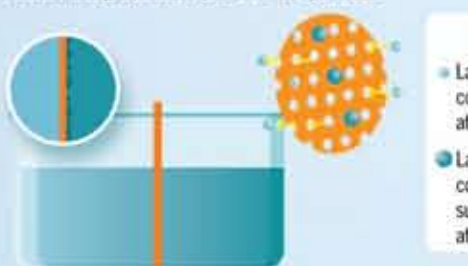
**¿QUÉ ES LA ÓSMOSIS?**

Para entender la ósmosis inversa es imprescindible entender primero el principio de la ósmosis, es decir la búsqueda fundamental del equilibrio

**1** Si dos fluidos que contienen diferente concentración de sólidos disueltos son puestos en contacto, éstos se mezclarán hasta que la concentración se uniformice



**2** Membrana semipermeable. Es una estructura que contiene gran cantidad de poros de un tamaño minúsculo de tal forma que deja pasar las moléculas pequeñas, pero no las grandes



- Las moléculas pequeñas, como las del agua, atraviesan la membrana
- Las moléculas grandes, como las de los sólidos en suspensión, quedan atrapadas en la membrana

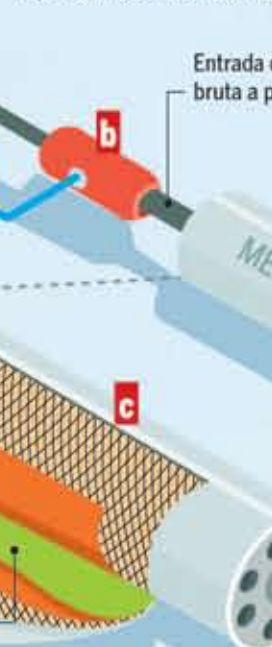
**La membrana**

Es el elemento principal del proceso ya que de ella depende la calidad del filtrado. Existen varios tipos dependiendo del tipo de agua que se vaya a tratar

**a** Normalmente las aguas brutas se pretratan para eliminar los sólidos más gruesos y evitar así que se obstruya la membrana



**b** Antes de filtrar el agua por la membrana se presuriza para que la depuración sea más efectiva



**PROCESO LIMPIO** La desalinización de agua se hace sin quemar combustibles fósiles ni emitir gases a la atmósfera

**c** La membrana va embutida en un tubo y enrollada en espiral de manera que se formen varias capas de filtrado



**DESALINIZAN agua CON ENERGÍAS RENOVABLES**

El proyecto IMPULSA IV, coordinado por el Instituto de Ingeniería, ya se echó a andar; la península de Baja California se verá beneficiada con él

Como otras regiones del país, la península de Baja California padece una constante escasez de agua dulce; sin embargo, podría convertirse en un auténtico vergel si se aprovecharan sus numerosas fuentes de energías renovables para desalinizar agua marina y salobre.

De ahí que investigadores de varios institutos y centros de la UNAM hayan concebido un proyecto para la generación de electricidad y la desalinización de agua de mar en esa zona, que no contempla la quema de combustibles fósiles ni la emisión de gases a la atmósfera.

“El fin es desarrollar tecnologías que se sostengan por el mismo efecto de la naturaleza”, señala Gerardo Hiriart Le Bert, coordinador técnico del proyecto IMPULSA IV: Desalación con Energías Renovables, que encabeza Sergio Alcocer Martínez de Castro, director del Instituto de Ingeniería.

Entre las energías que se podrían aprovechar están las hidrotermales, la solar y la eólica.

**De ósmosis inversa**

“En México abundan las fuentes térmicas renovables, por lo que nuestro país ocupa el tercer lugar en geotermia a nivel mundial —informa Hiriart Le Bert—. Además, contamos con experiencia en el estudio de los fenómenos térmicos en la corteza terrestre y con especialistas en la materia.”

Recientemente, una expedición dirigida por investigadores del Instituto de Geofísica detectó, a unos metros de la costa de la península de Baja California, en sitios como La Bufadora, Punta Banda, Bahía Concepción y Puertecitos, entre otros, la posibilidad de obtener agua marina a 100 grados centígrados (°C), es decir, a poca profundidad.

Otros manantiales se encuentran tierra adentro, a pocos metros de la playa y a unos tres metros de profundidad, en Los Cabos, Santispac, Centavito, Maneadero...

Esa agua de mar caliente se puede usar para generar electricidad y, si su temperatura es menor a 100°C, como fuente directa de calor para realizar una desalinización térmica. “Con una pequeña planta geotermoelectrónica de ciclo binario y 120 toneladas por hora de agua caliente de pozo se podría generar 1 megawatt. Con esta energía, una desaladora de ósmosis inversa sería capaz de producir hasta 5 mil metros cúbicos de agua dulce al día. La ventaja con ella es que la desalinización sería continua, ya que funcionaría independientemente de las condiciones climáticas y la hora del día, durante todo el año”, afirma el investigador.

**Agua precalentada**

En las plantas tradicionales de desalinización térmica, el principal consumo de energía es por el calentamiento del agua hasta 80 o 100°C, para lo cual se usa generalmente vapor de proceso de una planta de generación.

Por fortuna, en muchos puntos de la península de Baja California, la naturaleza, por medio de calor volcánico que asciende por fallas geológicas, ya ha precalentado el agua de mar a temperaturas cercanas a la ebullición.

Los investigadores del Instituto de Ingeniería han aprovechado el hecho de que sólo es necesario evaporar y condensar esta agua para diseñar un equipo que la

desalinee con la energía mínima. “El modelo original, llamado Múltiple Etapa con Flashéo —apunta Hiriart Le Bert—, es una mezcla de los ya conocidos. La idea ahora es construir el prototipo del laboratorio para afinar detalles del diseño y operacionales.”

**Ventilas hidrotermales**

Otra fuente de energía renovable son los chorros de agua muy caliente lanzados por las ventilas hidrotermales del fondo del mar de Cortés.

En las ventilas hidrotermales de la fosa de Wagner, frente a Puerto Peñasco, se esperan temperaturas de 220°C a 200 metros de profundidad, y en la de Guaymas de 300°C.

Tan altas temperaturas son ideales para generar electricidad, siempre y cuando se diseñen tecnologías adecuadas que permitan su explotación, con costos razonables de producción, y que no tengan impactos ambientales negativos.

Los investigadores del Instituto de Ingeniería estiman que una sola ventila de 200°C, con un cráter de un metro de diámetro, podría producir 20

megawatts eléctricos con técnicas tradicionales.

“Como parte de nuestro proyecto ya se diseñó una planta submarina. Una cantidad de la energía producida por ella se utilizaría para desalinizar agua, y la que sobrara, muy abundante, se conectaría a la red eléctrica”, explica Hiriart Le Bert.

Una vez concluido el concepto de máquina sumergible, se construirá un prototipo de unos 10 kilowatts para probarlo en laboratorio y en ventilas hidrotermales de Bahía Concepción o en otras de poca profundidad.

“Si tenemos éxito —puntualiza el experto— se abrirá, además, una interesante línea de desarrollo tecnológico que incluiría la generación eléctrica con hidratos de metano, la producción de hidrógeno a altas presiones (2 mil metros de profundidad) y el ‘secuestro’ inme-

diato del dióxido de carbono en forma de hidratos de carbono en el lecho marino.”

**En pláticas**

Los investigadores del Instituto de Ingeniería desean aprovechar también la energía de las mareas, como se hace en Francia y Canadá, donde es muy caro el proceso porque sólo se genera electricidad cuando entra y sale la marea, pero durante el resto del tiempo no se produce nada.

En cambio, los investigadores universitarios han diseñado esquemas de división de estanques de mareas que permitirían producir, de manera continua, una gran cantidad de megawatts para desalinizar agua marina.

Unos estanques se instalarían junto a la costa o entre islas, aunque en la península de Baja California hay bahías donde sería posible construir otros más pequeños, a bajo costo.

Cabe apuntar que este trabajo ha despertado interés en Chile e Inglaterra, donde también se estudian las mareomotrices.

Los investigadores del proyecto IMPULSA IV ya están en pláticas con el Conacyt y otros grandes desarrolladores para asociarse con ellos y obtener así recursos que serían destinados a la investigación y la posterior fabricación y comercialización de todas estas tecnologías que funcionan con energías renovables no contaminantes. (Fernando Guzmán Aguilar)



**Con energía solar**

Los investigadores del Instituto de Ingeniería ya diseñan una desaladora que tendrá paneles solares con capacitores de arranque y que podría usarse en zonas aisladas de Baja California.

Se pretende que cada casa de playa de los nuevos desarrollos habitacionales cuente con una desaladora de este tipo, cuya capacidad de generación sería de 10 metros cúbicos de agua potable para uso de fin de semana.

**Tecnología de exportación**

Si bien en el mercado mundial existe una gran variedad de aparatos que aprovechan las corrientes marinas para generar electricidad, los investigadores del proyecto IMPULSA IV desarrollaron un modelo propio bastante sencillo que está en etapa de pruebas.

“Se trata de una especie de lancha con dos hélices verticales, un ancla y una cadena —señala Hiriart Le Bert—. Arriba, en

la tapa, lleva dos generadores. Cuando se sumerge, la corriente marina hace girar las hélices que, conectadas a dichos generadores, producen electricidad. Se puede usar en un estrecho o en un río para abastecer de electricidad a poblados pequeños. Esta tecnología, incluso, podría exportarse y usarse, por ejemplo, en el Amazonas. En caso de que fallen los generadores, se arreglan fácilmente.”

**Las cifras**

**35 kilos** de sal de mesa contiene un metro cúbico de agua de mar

**Un litro** de petróleo es lo que normalmente debe quemar una planta eléctrica para producir la energía que requiere la desalinización de un metro cúbico de agua de mar

