



IAEA BULLETIN

Organismo Internacional de Energía Atómica

Boletín del OIEA, septiembre de 2013 • www.iaea.org/bulletin



PROTECCIÓN DE NUESTRO MEDIO MARINO

Algas y focas

La fotografía de la portada, tomada por Kyle McBurnie, de una foca común de California (*Phoca vitulina*) en un bosque de algas pardas (kelp) del banco Cortes, cerca de San Diego (California), recibió el premio que se concede a la mejor de todas las categorías en el concurso de fotografía submarina de 2013 de la Escuela Rosenstiel de ciencias marinas y atmosféricas de la Universidad de Miami.

La foca común, la especie más corriente, habita en zonas costeras templadas y subárticas a ambos lados de la parte septentrional de los océanos Atlántico y Pacífico y se alimenta de peces, calamares y crustáceos.

Los bosques de algas pardas son uno de los hábitats con mayor dinamismo ecológico y mayor diversidad biológica del planeta. Desempeñan una importante función en el mantenimiento de la productividad marina de flora, fauna, peces y aves. Las algas están ancladas mediante rizoides que arraigan en los sustratos rocosos. Las plantas de esas algas crecen desde el fondo marino hacia la superficie del agua. Unas vesículas de gas denominadas neumatocistos mantienen la parte superior del alga a flote. Esos bosques representan una de las "especies clave" que afectan la supervivencia y abundancia de muchas otras especies del ecosistema.

Los lechos de algas pardas acogen una amplia variedad de invertebrados móviles que, a su vez, apoyan la dieta de diversas especies de peces. Las aves buscan comida en los bosques de algas pardas y encuentran alimento en las que son arrastradas a la orilla. Algunas especies de peces y de invertebrados depositan huevos en las plantas de algas que se adentran en aguas profundas y de este modo sirven de refugio y de vivero a los peces. Los leones de mar, las focas comunes, las nutrias marinas y las ballenas pueden encontrar alimento en las algas o escapar de tormentas y depredadores en el refugio que ofrecen. Esas algas ayudan a mitigar las corrientes y las olas y así ofrecen protección a las especies y previenen la erosión de la costa.

Kyle McBurnie es un instructor de buceo, director de expediciones oceánicas y fotógrafo submarino radicado en el sur de California, donde su empresa, SD Expeditions, colabora con las principales organizaciones que se dedican a las investigaciones marinas.

La Escuela Rosenstiel de ciencias marinas y atmosféricas de la Universidad de Miami, Cabo Virginia (Florida) fue fundada en el decenio de 1940 y se ha convertido en una de las principales instituciones de investigación oceanográfica y atmosférica del mundo.

Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente.

En 1961, el OIEA concertó con el Principado de Mónaco y el Instituto Oceanográfico, entonces bajo la dirección de Jacques Cousteau, un acuerdo sobre un proyecto de investigación relativo a los efectos de la radiactividad en el mar. Ese mismo año el OIEA inauguró un laboratorio en Mónaco con el generoso apoyo del Principado. Actualmente los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente colaboran con organizaciones internacionales y regionales, así como con laboratorios nacionales. Los datos excepcionales que se obtienen de la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas amplían los conocimientos de los científicos sobre los mares y océanos y ayudan a evaluar la contaminación, el cambio climático y la acidificación de los océanos. Esos estudios apoyan la conservación y el desarrollo sostenible de los océanos.

Las investigaciones están respaldadas por asociaciones estratégicas con organismos de las Naciones Unidas, como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; la Comisión Oceanográfica Intergubernamental; el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Organización Marítima Internacional.

Muchos laboratorios nacionales de los Estados Miembros confían en los análisis precisos de muestras de agua de mar, sedimentos y muestras de la vida marina que realizan los Laboratorios. Los materiales de referencia y los métodos elaborados por los Laboratorios han ayudado a mejorar la calidad y la fiabilidad de los datos analíticos de los Laboratorios de los Estados Miembros durante más de 50 años. Los materiales de referencia suministrados por el OIEA se utilizan, por ejemplo, para cuantificar la circulación de los océanos y los contaminantes en alimentos marinos. Los Laboratorios han promovido el uso de una técnica nuclear para detectar floraciones de algas tóxicas que representan una amenaza para la salud humana, y han prestado el apoyo científico y analítico indispensable para realizar estudios sin precedentes de los niveles de contaminantes radiactivos y no radiactivos en todos los mares principales. En los Laboratorios también se imparte capacitación para científicos de países en desarrollo.

Índice

Boletín del OIEA, septiembre de 2013

Protección de nuestro medio marino	2
Prólogo de Yukiya Amano, Director General del OIEA	
Un defensor de la protección de los océanos: el Prince Albert II de Monaco	3
Entrevista de Louise Potterton	
Océano sano, planeta feliz	5
de Sasha Henriques	
Radiotrazadores: Instrumentos nucleares esenciales para comprender los océanos	7
de Cath Hughes	
Nuestros océanos están cambiando - Todo lo que hay que saber sobre la acidificación de los océanos	9
de Peter Rickwood	
Una llamada de atención: El OIEA fomenta una acción mundial contra la acidificación de los océanos	10
de Aabha Dixit	
Creación de asociaciones para proteger los océanos: El OIEA colabora con organizaciones internacionales	12
de Aabha Dixit	
Asistencia del OIEA en la creación de capacidad para el empleo de técnicas nucleares en aras de la sostenibilidad ambiental	15
de Aabha Dixit	
La protección del medio ambiente marino en Cuba	18
de Sasa Gorisek	
Hechos sobre los océanos	20
de Michael Madsen	
Lo que nos proporcionan los océanos	22
de Michael Madsen	
Efectos de la contaminación en los océanos y la vida marina	24
de Michael Madsen	
El OIEA vigila la radioactividad marina	26
de Aabha Dixit	
Entre el mar y la tierra - La protección de un amortiguador primordial	27
de Peter Kaiser	



EL BOLETÍN DEL OIEA

es producido por la
División de Información Pública
del Organismo Internacional de Energía Atómica
P.O. Box 100, 1400 Viena (Austria)
Teléfono: (43-1) 2600-21270
Fax: (43-1) 2600-29610
iaeabulletin@iaea.org

Editor Jefe: Peter Kaiser

Editor Aabha Dixit

Diseño y producción: Ritu Kenn

EL BOLETÍN DEL OIEA está disponible

- › en línea en el sitio www.iaea.org/bulletin
- › como aplicación en el sitio www.iaea.org/bulletinapp
- › archivos en el sitio www.iaea.org/bulletinarchive

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el Boletín del OIEA siempre que se reconozca su fuente. Si en la atribución de un artículo se indica que el autor no es funcionario del OIEA, deberá solicitarse al autor o a la organización de origen permiso para volver a publicar el material, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en cualesquiera de los artículos firmados que figuran en el Boletín del OIEA no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y el OIEA declina toda responsabilidad por ellas.

Fotografía de portada:
Kyle McBurnie

PROTECCIÓN DE NUESTRO MEDIO MARINO

El ser humano y su prosperidad dependen de la salud de los océanos y mares. Gran parte del oxígeno que respiramos es producido por seres vivos marinos, mientras que las corrientes oceánicas transfieren calor, por lo que desempeñan un papel importante en el mantenimiento de un clima moderado.



Las técnicas nucleares e isotópicas contribuyen en gran medida a que comprendamos mejor los desafíos que amenazan la salud de nuestros océanos.

A pesar de ello, los ecosistemas marinos que mantienen la buena salud de los océanos están sometidos a crecientes factores de estrés. Muchos de esos factores están causados, o se ven empeorados, por las actividades humanas terrestres. A medida que quemamos más combustibles fósiles aumentan las emisiones de dióxido de carbono, lo que conduce al proceso de captura de calor que genera el calentamiento de los océanos. El agua de los océanos absorbe alrededor de una cuarta parte del dióxido de carbono que, al disolverse, aumenta la acidez del agua.

Las condiciones físicas y biológicas de los océanos se están deteriorando debido a la contaminación. El desarrollo no sostenible y la explotación de los recursos ponen en peligro los hábitats costeros.

Las técnicas nucleares e isotópicas contribuyen en gran medida a que comprendamos mejor los desafíos que amenazan la salud de nuestros océanos. La presente edición del Boletín se publica con ocasión del foro científico del OIEA de 2013, titulado “El planeta azul: aplicaciones nucleares para un medio marino sostenible”.

El foro científico se centra en la labor que realiza el OIEA, junto con sus Estados Miembros y asociados internacionales, en relación con la vigilancia y evaluación de los desafíos que enfrentan nuestros océanos, y la búsqueda de soluciones.

Los científicos que trabajan en los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente de Mónaco estudian los procesos biológicos que permiten entender cómo reaccionan los organismos marinos a la acidificación y el calentamiento. A esos efectos, utilizan isótopos para hacer un seguimiento de las fuentes de contaminación y su dispersión. El OIEA proporciona capacitación a investigadores de los países en desarrollo en la utilización de técnicas nucleares para supervisar las presiones que se ejercen en el medio marino. Asimismo, pone a disposición de los países tanto desarrollados como en desarrollo instrumentos precisos y de bajo costo que les permite adquirir los datos necesarios para adaptar estrategias que mitiguen las presiones en los océanos.

Espero que el foro científico del OIEA de 2013 ayude a fortalecer la nueva cooperación entre los expertos y las autoridades competentes con miras a proteger y mantener el equilibrio ecológico que es esencial para la supervivencia del medio marino.

Yukiya Amano, IAEA Director General

UN DEFENSOR DE LA PROTECCIÓN DE LOS OCÉANOS

El Príncipe Alberto II de Mónaco habla sobre su pasión por los océanos y su apoyo continuo a las actividades del OIEA encaminadas a la protección de los océanos. El Principado es sede de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente, fundados en 1961 con el apoyo de Mónaco.

¿De dónde viene su pasión por la protección marina?

No cabe duda de que es heredada. Mi bisabuelo, el Príncipe Alberto I, tenía una increíble visión de las ciencias en general, pero particularmente de la oceanografía. Su maravillosa labor en este campo nos dejó como legado el Museo Oceanográfico de Mónaco. Ahora bien, sin duda este interés también proviene de mi padre, el Príncipe Rainiero III, y las numerosas iniciativas de protección marina que dirigió, principalmente relacionadas con el Mediterráneo.

¿El haber crecido al lado del mar contribuyó a su deseo de protegerlo?

Ciertamente, cuanto más se conoce el océano o el mar que tenemos aquí, el Mediterráneo, mayor el deseo de protegerlo. Vivir cerca del mar y estar expuesto a él desde muy temprana edad no puede más que incentivar a querer conocerlo mejor y a encontrar formas innovadoras de protegerlo. La situación geográfica excepcional de mi país también ha contribuido a ese gran interés por la protección marina.

En 2006, es decir un año después de su investidura, creó su propia fundación. ¿Qué lo indujo a hacerlo?

Desde joven asistí a diferentes eventos relacionados con cuestiones ambientales, pero creo que uno de los más decisivos fue la Cumbre de Río de 1992, en la que acompañé a mi padre. En esa ocasión tomé mayor conciencia de diversas cuestiones ambientales, no solo en relación con los océanos, sino también con el cambio climático, los gases de efecto invernadero y la deforestación. Luego intenté ocuparme más de cerca de estas cuestiones, utilizando mis propios medios y trabajando de consuno con las distintas organizaciones radicadas en Mónaco. Pero ya mucho antes de 2006 quería crear una fundación que tuviera un carácter más personal. Supongo que después de esa primera cumbre de Río sentí la necesidad urgente de llevar a la práctica la idea que venía madurando a lo largo de los años.



El Príncipe Alberto II de Mónaco (izquierda) es un ambientalista comprometido y promotor de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente y de su labor, que participa en expediciones marinas al Ártico y que practica incluso disecciones de moluscos con científicos del OIEA. (Fotografía: Jean Jaubert)

¿Cuál es el principal centro de interés de la fundación?

Los tres pilares principales son la biodiversidad, el agua y el cambio climático. Los tres focos en los que hemos intentado centrar principalmente nuestra atención son la Cuenca del Mediterráneo, los países menos adelantados, grupo que abarca numerosos países africanos, y las regiones polares. Estoy muy satisfecho de ver cómo se ha desarrollado la fundación en los últimos siete años. Hasta ahora hemos participado en más de 230 proyectos de 40 países distintos y tenemos asociaciones con numerosas organizaciones, tales como la Fundación de las Naciones Unidas, el Grupo sobre el Clima y el WWF.

Usted no solo se limita a hacer uso de su nombre y su título para atraer el interés sobre estas cuestiones, sino que realmente adquiere experiencia de primera mano al respecto. ¿Cuán importante es para usted esa experiencia?

Pienso que es sumamente importante. No solo para poder entender mejor las distintas cuestiones que se plantean sobre el terreno, sino también para conocer a la población local, por lo que intentamos prestar ayuda en el marco de los diferentes programas que tenemos, ya sea que

guarden relación con la tierra o con el mar. No lo hago para mí. Lo hago porque me interesa el tema y porque deseo vehementemente lograr mis objetivos a este respecto. Pero también lo hago por la fundación, para que adquiriera más visibilidad y demuestre que prestamos a los diferentes programas en los que participamos toda la atención que merecen.

¿De qué manera apoya su Gobierno la labor del OIEA?

Existe una colaboración de larga data entre Mónaco y el OIEA que se remonta a los inicios del decenio de 1960. Colaboramos por medio de nuestro centro científico, el Centre Scientifique de Monaco, y se decidió que esta cooperación podía estrecharse aún más mediante la creación del laboratorio marino del OIEA. Se trata de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente, que se encuentran ahora aquí en Mónaco. Las investigaciones que se realizan son absolutamente maravillosas y estamos muy orgullosos y nos sentimos muy honrados de esta estrecha asociación que adquirirá cada vez más importancia en el futuro.

¿Por qué piensa que es bueno para el OIEA que sus Laboratorios para el Medio Ambiente estén aquí en Mónaco?

Poseemos un largo historial de actividades en la esfera de las ciencias marinas que hace que tengamos tanta credibilidad como otros lugares en los que también se llevan a cabo investigaciones científicas en este campo. Gracias a ese historial y a nuestros científicos del Centre Scientifique de Monaco, pudimos establecer estos vínculos de cooperación con el OIEA. Además, Mónaco es un país pequeño y directamente afectado por problemas ambientales marinos, debido a su situación. Por su tamaño, es idóneo para probar nuevas prácticas ambientales y aplicarlas. Otra ventaja es que mi país es apolítico. Así pues, cuando organizamos debates o conferencias solo lo hacemos con un objetivo en mente, el de promover la protección ambiental. Esto es fundamental y confiere credibilidad a nuestro enfoque ambiental en la escena internacional.

Su país también apoya la labor del OIEA en la esfera de la investigación de la acidificación de los océanos. Usted fue el promotor de la Declaración de Mónaco de 2008 sobre la acidificación de los océanos. ¿Con qué fin?

La finalidad era señalar a la atención de la comunidad internacional el problema de la acidificación de los océanos. El aumento de las emisiones de CO₂ debido a las actividades humanas representa una amenaza importante para el medio marino. El 50 % del CO₂ producido por los seres humanos en el transcurso de

los últimos 200 años ha sido absorbido por los océanos. Cuanto más elevado el nivel de CO₂ absorbido, tanto más elevada la acidez de los océanos. Esta acidificación afectará el equilibrio oceánico y tendrá repercusiones negativas en los puntos críticos de la biodiversidad, tales como los ecosistemas de arrecifes coralinos.

¿Qué se logró con la declaración? ¿Una mayor comprensión del problema?

Pienso que tanto la declaración como la reunión de la que se desprendió fueron de vital importancia no solo para aumentar la sensibilización a una cuestión que solo muy pocas personas ajenas a la comunidad científica conocían, sino también para obtener nosotros el refrendo de científicos de 26 países distintos respecto de cuáles son los peligros que se plantean, a fin de poder determinar más fácilmente los problemas y encaminar las investigaciones de tal manera que logremos comprender mejor la dinámica de la acidificación de los océanos. Celebro mucho ver que se considera la declaración un hito muy importante en la sensibilización, no solo de la comunidad científica, sino también del gran público.

A pesar de sus esfuerzos los océanos siguen siendo maltratados. ¿Cree que esta situación se pueda realmente remediar?

Creo que nos encontramos ya en una encrucijada y que disponemos de muy poco tiempo para intentar invertir las diversas tendencias que están afectando a nuestros mares y océanos, desde su acidificación, hasta la pesca ilimitada, la contaminación excesiva y la falta de procesamiento de las aguas residuales. Las presiones en los ecosistemas marinos no cesan de aumentar y la gestión sostenible de los recursos marinos se ha convertido en un problema importante a escala mundial. Habida cuenta del crecimiento de la población mundial y dado que la mayor parte de ella vive en zonas urbanas situadas en la costa, las presiones en los océanos son cada vez mayores. Las consecuencias del cambio climático y la acidificación de los océanos exacerban aún más el frágil equilibrio de los ecosistemas y la biodiversidad del mar. Mi compromiso personal y la política de mi Gobierno consisten en trabajar para mejorar la situación.

Entrevista realizada por Louise Potterton, División de Información Pública del OIEA

OCÉANO SANO, PLANETA FELIZ



Los científicos emplean técnicas nucleares para comprender mejor El Niño, un fenómeno en el que los cambios de temperatura de la superficie marina del Océano Pacífico pueden tener efectos desastrosos. En 1972, el hundimiento de la industria de la pesca de anchoveta en el Perú, a la sazón la mayor del mundo, se debió en parte a El Niño.

(Fotografía: iStockphoto)

Cuando miramos nuestro planeta desde el espacio, quedamos cautivados por un verdadero “mar” de azules, porque nuestro planeta se compone mayormente de agua, y la mayor parte de su superficie está cubierta por el océano. Las masas de agua salada influyen en el clima del planeta y son el hogar de millones de las plantas que hay en el mundo, que además producen el oxígeno que respiramos.

Dado que los océanos y los mares son tan trascendentales para la supervivencia humana, los científicos continúan estudiando e intentando comprender cabalmente los procesos y mecanismos que los controlan. Las técnicas nucleares son algunos de los métodos de investigación más precisos que se emplean actualmente en esta tarea. Mediante la monitorización de los isótopos estables en distintos lugares y la medición del decaimiento de los radioisótopos, los científicos pueden entender mejor cómo están cambiando los medios marinos y cómo cambiaron en el pasado.

Esta clase de conocimientos mejora la capacidad de la humanidad para mantener el medio marino en buena salud.

La acidificación de los océanos

La acidificación de los océanos es un signo de mala salud del medio marino. Es el nombre con que se designa la perturbación del equilibrio ácido-alcalino normal del mar, un desequilibrio a causa del cual algunas especies marinas podrían extinguirse al no poder adaptarse a un medio más ácido, trastornando así todo el ecosistema y las redes alimentarias.

Un viaje en el tiempo

“Comprender los efectos de la acidificación de los océanos en los organismos y ecosistemas marinos es fundamental para que podamos determinar dónde son vulnerables estos sistemas y evaluar sus posibles consecuencias para la pesca, la acuicultura y los ecosistemas”, dice David Osborn, Director de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente de Mónaco.

Para ello, los investigadores necesitan modelos exactos que ayuden a predecir las condiciones futuras y, por consiguiente, ayuden a los gobiernos a elaborar las estrategias adecuadas.

Los radioisótopos marinos brindan una potente herramienta de ayuda para diagnosticar problemas en los modelos oceánicos y orientar la elaboración de modelos nuevos.

Bajo la superficie

“Sólo vemos la superficie del océano. Pero éste es mucho más amplio en masa y función de lo que percibimos inicialmente. La vida marina produce entre el 50 y el 85 % del oxígeno de la Tierra y es un elemento clave del sistema climático mundial”, dice Michail Angelidis, Jefe del Laboratorio de Estudios del Medio Ambiente Marino del OIEA en Mónaco.

Para comprender la acidificación de los océanos, las floraciones de algas nocivas, los episodios de El Niño o La Niña u otros fenómenos peligrosos que se produzcan en el medio marino, debemos entender primero cómo funciona

el propio océano; el modo en que actúa como sumidero de calor y como sumidero de carbono; cómo se mueve, cuándo y por qué; cómo transporta plantas, animales, suelos, gases y calor de una parte a otra del planeta, y cómo interacciona con el viento y el sol, regulando el tiempo y el clima.

Por ejemplo, los científicos utilizan técnicas nucleares para establecer con exactitud la edad de los sedimentos en el fondo del océano y datar los esqueletos de coral, que les proporcionan datos precisos sobre el estado de los océanos hace cientos de miles o, incluso, millones de años.

Esta clase de información es inestimable para intentar predecir el efecto que las condiciones actuales tendrán en los océanos. Y con esta información se hacen extrapolaciones de lo que muy probablemente sucederá a nuestro planeta de aquí a algunos decenios e, incluso siglos.

De vez en cuando, una masa de agua de los océanos con temperaturas muy cálidas procedente del Pacífico occidental llega y detiene la surgencia de agua fría y rica en nutrientes en la costa occidental de América del Sur e influye en los cambios climáticos que se producen en todo el mundo. Este es el fenómeno denominado El Niño que, con su amplia variedad de efectos, puede causar, por ejemplo, una intensificación del derretimiento del hielo polar, una disminución de la producción pesquera en el Perú, un menor crecimiento del maíz en África y un aumento de las precipitaciones e inundaciones en Florida. La intensidad de El Niño y sus características de salinidad y temperatura varían considerablemente, como resultado de lo cual su efecto es difícil de predecir. Así, los científicos han recopilado registros de radionucleidos, isótopos estables y oligoelementos en corales y sedimentos oceánicos a fin de reconstruir los patrones que dejaron episodios pasados de El Niño que se remontan a varios siglos. Estos estudios permiten a los científicos predecir con mucha más exactitud la temperatura y salinidad de la superficie del mar, así como la frecuencia e intensidad de los episodios futuros de El Niño.

Radionucleidos

Como se conoce bien el tiempo que tardan los radionucleidos en perder la mitad de su radiactividad (el denominado período de semidesintegración), los científicos pueden utilizar los radionucleidos como una especie de reloj para estudiar con qué rapidez o lentitud están ocurriendo los procesos oceánicos. Los radionucleidos también se utilizan para monitorizar la transferencia de energía/masa en la cadena alimentaria, con lo cual se obtiene información fundamental sobre organismos marinos esenciales que están en la base de la cadena alimentaria marina y cuya desaparición podría muy bien significar el desbaratamiento de la ecología de los océanos tal como la conocemos.

Las técnicas isotópicas también proporcionan información sobre el metabolismo, la fotosíntesis, la acumulación de contaminantes y la calcificación de estas especies, así como sobre su capacidad básica para sobrevivir en condiciones específicas.

Los radioisótopos marinos también contribuyen al estudio de cómo la creciente acidez de los océanos, unida a una temperatura en aumento, perturba la ecofisiología de los arrecifes coralinos que sirven de protección para el litoral y son el hábitat de innumerables especies marinas.

Contaminación

“La ciencia en sí misma no puede salvar al mundo, pero puede proporcionar los conocimientos e instrumentos que la humanidad necesita para adoptar las decisiones correctas — unas decisiones que pueden salvar al mundo”, afirma Hartmut Nies, Jefe del Laboratorio de Radiometría del OIEA en Mónaco.

El equipo de científicos del OIEA que dirige Nies ayuda a los Estados Miembros a utilizar trazadores radiactivos naturales (como el uranio y el torio y los productos de sus cadenas de desintegración) y otros fabricados por el hombre, como el plutonio o el radiocesio, para entender la dinámica marina y vigilar la presencia de elementos tóxicos.

Además, mediante el estudio de las diferentes firmas isotópicas de los contaminantes, los científicos pueden averiguar la procedencia de un contaminante determinado. Por ejemplo, el plomo de la gasolina y el plomo natural tienen firmas isotópicas diferentes que pueden ser analizadas utilizando técnicas isotópicas. Saber exactamente de dónde proviene un contaminante ayudará a las autoridades a detener el flujo de sustancias nocivas hacia el mar.

Jacques Yves Cousteau, el célebre oceanógrafo y antiguo Director del Instituto Oceanográfico de Mónaco, con quién el OIEA concertó un acuerdo inicial de exploración e investigación conjuntas, dijo: “El mar, el gran unificador, es la única esperanza del hombre. Ahora más que nunca, la vieja frase tiene un sentido literal: estamos todos en el mismo barco”

Sasha Henriques, División de Información Pública del OIEA

RADIOTRAZADORES: INSTRUMENTOS NUCLEARES ESENCIALES PARA COMPRENDER LOS OCÉANOS



Los estudios con radiotrazadores pueden realizarse en estructuras de tiendas flotantes o en el fondo marino denominadas mesocosmos. Este valioso instrumento experimental permite que se estudien entornos naturales en condiciones controladas combinando las ventajas del laboratorio y del trabajo sobre el terreno.

(Fotografía: Nick Cobbing)

La labor que realiza el OIEA para ayudar a comprender y en última instancia proteger nuestros océanos depende de instrumentos nucleares de investigación denominados “radiotrazadores”. Los radiotrazadores son compuestos químicos que contienen isótopos radiactivos singulares. Los isótopos de un elemento tienen todos el mismo número de protones en el núcleo, pero difiere el número de neutrones. Los isótopos son, por lo tanto, formas de un solo elemento con masas diferentes. Cuando la composición del núcleo no cambia con el tiempo, se considera que el isótopo es estable. Los isótopos inestables, o radiactivos, “decaen” con el tiempo. En otras palabras, se transforman en otro elemento, o pasan a otro estado de energía, mediante un proceso denominado transmutación en el que los núcleos atómicos (protones y neutrones) emiten partículas con carga energética alta e ionizantes y/u ondas electromagnéticas de gran energía denominadas emisiones de rayos gamma.

Los radioecólogos suelen introducir pequeñas cantidades de un “radiotrazador”, un isótopo radiactivo, en un sistema biológico complejo, por ejemplo, para poder observar cómo funcionan las células o los tejidos. Los científicos pueden identificar un radiotrazador entre todos los demás compuestos naturales y casi idénticos. La “firma isotópica” del radiotrazador es singular y

produce una traza claramente visible a medida que sigue los nutrientes, la energía o los contaminantes en un organismo, una red alimentaria o un ecosistema. Los radiotrazadores se detectan fácilmente en cantidades mínimas, por consiguiente, es posible realizar estudios sin contaminar los organismos o ecosistemas, o afectar la química o la dinámica de fluidos del sistema. El OIEA aplica radiotrazadores tanto en laboratorios como sobre el terreno, y cada una de las prácticas tiene sus propias ventajas. Los experimentos en los laboratorios tienen la ventaja de crear ecosistemas simplificados y artificiales en los que los procesos y las interacciones naturales pueden estudiarse sin interrupciones. Los estudios sobre el terreno examinan los complejos sistemas del mundo real y pueden dar respuesta a preguntas sobre el destino final de los compuestos, la dinámica entre especies diferentes y la forma en que los compuestos se fijan en los sedimentos y/o se dispersan como contaminantes en el medio ambiente.

Durante estudios sobre el terreno a gran escala, los radiotrazadores se utilizan principalmente para revelar los procesos de transporte, dispersión y depósito de los productos químicos en el medio ambiente natural. Esos estudios se realizan en entornos costeros donde se ha evaluado y examinado el alcance y la repercusión

de la disposición final de las aguas residuales y otros efluentes. En el decenio de 1970, una serie de estudios experimentales realizados en el sistema de lagos del Canadá, utilizando radiotrazadores de metales pesados (cadmio-109, zinc-65, mercurio-203, hierro-59, cobalto-60, cesio-134, y selenio-75) y radiotrazadores de nutrientes (carbono-14), revelaron la forma en que los trazadores se absorben en sedimentos y nutrientes. También demostraron la forma en que los contaminantes se transfieren del agua y los sedimentos a los organismos. De este modo entran en la cadena alimentaria y se desplazan en ella. En fecha más reciente las posibles consecuencias radiológicas que esos estudios sobre el terreno puedan tener en el medio ambiente han suscitado inquietud. Una evaluación de la dosis de biota no humana (instrumento de evaluación ERICA) realizada durante el estudio de un lago se centró en determinar si las concentraciones de radiotrazadores utilizadas eran suficientemente elevadas

Los últimos informes sobre el estado de nuestros océanos son, como poco, preocupantes. La explotación de sus limitados recursos, el aumento de la contaminación marina y la destrucción de sus hábitats que prestan servicios están imponiendo a una gran tensión a sus organismos.

para tener repercusiones negativas en el ecosistema; los resultados confirmaron que las dosis eran inferiores a los niveles de referencia establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Esto indica que es viable que los radiotrazadores se utilicen de forma segura en estudios a escala de ecosistema.

Con su limitado impacto ambiental, los radiotrazadores pueden utilizarse en una gran variedad de nuevas aplicaciones para generar mayor sensibilización sobre el medio ambiente y los problemas a los que se enfrenta. Al utilizar carbono-14 o fósforo-32 es posible estudiar la dinámica de los nutrientes y adquirir una mejor comprensión de los fundamentos de un ecosistema. Utilizando análogos de período corto de productos de la industria nuclear, como el cesio-134 y el estroncio-85, o isótopos de metales pesados, los radioecólogos pueden examinar la acumulación de contaminantes en organismos marinos y la bioamplificación (aumento acumulativo de la concentración de sustancias en los organismos en niveles sucesivamente elevados de la cadena alimentaria). La bioamplificación, un aspecto importante de la contaminación marina, es particularmente preocupante para los animales que viven más años, como los seres humanos. Entre las posibles nuevas aplicaciones de los radiotrazadores cabe citar su utilización en moléculas orgánicas a escala nanométrica y de marcado, como los medicamentos, para seguir su comportamiento a medida que esas moléculas

interactúan con los organismos tras ser excretadas por el cuerpo humano y pasan a través de la red de alcantarillado.

A pesar de sus amplias posibilidades de utilización, los radiotrazadores tienen sus limitaciones, principalmente el hecho de que para estudiar algunos procesos los trazadores tienen que ser absorbidos y dispersados en el medio ambiente durante varios días o períodos más prolongados. En entornos de aguas abiertas esto puede dar lugar a una dispersión muy amplia debido a las corrientes, la acción de las olas y los animales migratorios que alejan los trazadores de la zona de estudio. No obstante, este inconveniente no limita el estudio de algunos de nuestros hábitats marinos más vitales. Las zonas costeras que forman bahías, las granjas de acuicultura, los arrecifes coralinos o las estructuras de tiendas flotantes o en el fondo marino podrían utilizarse para limitar el movimiento de organismos y trazadores, por lo que son entornos muy viables para realizar esos estudios utilizando la tecnología nuclear más avanzada.

Los últimos informes sobre el estado de nuestros océanos son, como poco, preocupantes. La explotación de sus limitados recursos, el aumento de la contaminación marina y la destrucción de sus hábitats que prestan servicios están imponiendo una gran tensión a sus organismos. Los radiotrazadores son instrumentos nucleares singulares que pueden utilizarse para estudiar la contaminación y su transporte en costas y océanos. El OIEA y sus asociados tratan de difundir estas tecnologías nucleares para mejorar la comprensión de la salud de los océanos, alentando a los países a adoptar medidas prácticas para evitar un mayor deterioro.

Cath Hughes, Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear

¹Riesgo ambiental procedente de contaminantes ionizantes: evaluación y gestión (ERICA)—www.ERICA-tool.com

NUESTROS OCÉANOS ESTÁN CAMBIANDO TODO LO QUE HAY QUE SABER SOBRE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

*Si el mundo entero fuera un papel y fuera tinta todo el mar,
Si todos los árboles dieran pan y queso, ¿Qué beberíamos?*
— Anónimo

Han transcurrido siglos desde que la idea de que el mar se convertía en tinta apareció en una rima infantil. No obstante, en el siglo XXI los mares están cambiando: su acidez está aumentando.

Desde el inicio de la revolución industrial en el siglo XVIII, los océanos han venido absorbiendo emisiones de carbono y su acidez ha aumentado en un 30 % como parte del cambio que se está produciendo en mundo debido a la actividad humana.

Los océanos desempeñan una función esencial en la reducción de la cantidad de carbono en la atmósfera. Absorben cada día hasta el 25 % del dióxido de carbono (CO₂) de origen humano. Tras su absorción, el CO₂ se disuelve en el agua del océano y forma ácido carbónico. Si no se reducen las emisiones de carbono se espera que la acidez de los océanos siga aumentando en un 150 % hacia finales del siglo XXI al aumentar la absorción de CO₂.

Ya se aprecian señales de que la creciente acidez de los océanos está afectando a las pesquerías y a los organismos marinos.

“Las costas y los océanos del mundo, que representan el 70 % de la superficie de la tierra aproximadamente, se enfrentan a graves amenazas causadas por el hombre debido a la contaminación, la extracción no sostenible de recursos y el cambio climático. Las técnicas nucleares e isotópicas nos ayudan a comprender la presión que se ejerce sobre el medio marino y a encontrar respuestas más efectivas” dijo Yukiya Amano, Director General del OIEA al presentar el Foro Científico de 2013 centrado en la preservación del medio marino.

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente radicados en Mónaco acogen el Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos. Sus investigaciones contribuyen a una mayor comprensión del fenómeno.

Los científicos del OIEA utilizan isótopos radiactivos, por ejemplo, el calcio-45, como trazadores radiactivos para examinar la tasa de crecimiento en calcificadores, por ejemplo corales, mejillones, lapas y otros moluscos cuyos esqueletos están constituidos por calcio. En el OIEA los trazadores se utilizan ampliamente para determinar la forma en que la acidificación de los océanos afecta a los

huevos y especímenes jóvenes de especies de vertebrados acuáticos, como los peces, y de cefalópodos, como los calamares, los pulpos y las sepias.

A medida que aumente la acidez del agua de los océanos, las consecuencias para la vida marina podrían ser más graves. Entre los escenarios previstos en relación con la acidificación de los océanos cabe señalar un impacto de gran alcance en la recolección de mariscos, como ostras, mejillones y orejas marinas. Se prevé el deterioro de los arrecifes coralinos, un hábitat rico en diversidad e interconexiones y un vivero para muchas especies marinas, lo que generará una serie de consecuencias negativas debido a la reducción de la biodiversidad y a la disminución de los refugios para peces. Los cambios en las redes de alimentos marinos tendrán, entre otras, repercusiones en la salud y la captura de peces marinos. Hasta 2012, los peces proporcionaron el 20 % de la ingesta de proteína animal a 3 000 millones de personas en el mundo. Las comunidades que se dedican a la pesca artesanal, el empleo, el comercio y los negocios relacionados con los alimentos de origen marino, el turismo y las personas cuya subsistencia está vinculada a la disponibilidad de esos alimentos, se enfrentan todos a una reducción de ingresos, empleos y alimentos de esa procedencia.

La acidificación de los océanos tiene consecuencias de alcance mundial. Es preciso seguir investigando sobre la acidificación de los océanos y sus consecuencias. Por ejemplo, ya se sabe que hay diferencias regionales en la vulnerabilidad de las pesquerías a la acidificación. Al formular estrategias para aumentar la resiliencia del medio marino es necesario tener en cuenta la combinación de otros factores, como el calentamiento global, la destrucción de hábitat, la pesca excesiva y la contaminación. Entre las medidas que pueden adoptarse para reducir las consecuencias cabe señalar una mejor protección de los ecosistemas marinos costeros, como pantanos de manglares y praderas de pasto marino, que ayudaría a proteger las pesquerías. Esta recomendación fue una de las conclusiones de un taller de tres días de duración, organizado por el OIEA y el Centro Científico de Mónaco en noviembre de 2012, al que asistieron economistas y científicos. En sus recomendaciones, el taller también puso de relieve que la repercusión del aumento de la acidez de los océanos debía tenerse en cuenta en la gestión de las pesquerías, en particular donde los alimentos de origen marino son el elemento principal de la dieta.

Peter Rickwood, División de Información Pública del OIEA

UNA LLAMADA DE ATENCIÓN

EL OIEA FOMENTA UNA ACCIÓN MUNDIAL CONTRA LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS



La acidificación de los océanos está afectando ya a los ecosistemas marinos y a los servicios que prestan a la humanidad.

(Fotografía: iStockphoto)

El OIEA está promoviendo la colaboración científica con miras a obtener el entendimiento científico sólido y objetivo que se precisa para poder evaluar las repercusiones de la actividad humana en el medio ambiente litoral y marino.

Revistas científicas muy conocidas han puesto de relieve los riesgos inminentes que se derivan de la acidificación de los océanos y sus efectos para la vida en las zonas costeras y en el mar. Así Nature, en su número de julio de 2013, comentaba:

“Aunque el número de investigadores, los fondos disponibles y las metodologías ejercerán siempre un efecto limitador, creemos que este tema está siendo

postergado por un problema mucho mayor: la falta de conocimiento de los principios generales que explicarían cómo la acidificación de los océanos afecta a las especies y los ecosistemas, y que serán decisivos para abordar ciertas cuestiones, entre ellas los cambios de los procesos biogeoquímicos, por ejemplo la fijación del nitrógeno y las interacciones entre animales, vegetales y bacterias.

La elaboración de esos principios unificadores requerirá un planteamiento interdisciplinario que estructure la investigación en sí y entre proyectos multinacionales y nacionales sobre la acidificación de los océanos. La creación del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos, que se anunció en junio de 2012, representa un primer paso muy oportuno.

La acidificación de los océanos está afectando ya a los ecosistemas marinos y a los servicios que prestan a la humanidad. Teniendo en cuenta que llevará milenios invertir los cambios que se han producido en la química de los océanos, creemos que la investigación debería orientarse hacia la búsqueda de soluciones, en vez de limitarse a documentar la catástrofe. En último término, sólo la reducción de los niveles de CO₂ en la atmósfera atenuará los problemas de la acidificación. Mientras tanto, los investigadores pueden mejorar su entendimiento de las repercusiones biológicas de esa acidificación y determinar cuáles son los organismos y los ecosistemas más expuestos. También podemos comprar tiempo disminuyendo las presiones que ejercemos los seres humanos, por ejemplo, la pesca excesiva, la eutrofización y la contaminación.¹

La misión del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos (OA-ICC)

En los últimos 10 años, la investigación científica internacional ha puesto de manifiesto los peligros que puede representar para la vida marina la acidificación de los océanos. Uno de los primeros proyectos multinacionales al respecto fue el Proyecto Europeo sobre la Acidificación de los Océanos (EPOCA)², un proyecto europeo de cuatro años de duración que concluyó en 2012 y que reconocía la necesidad de seguir desarrollando actividades internacionales, como hicieron el Grupo de trabajo sobre la acidificación de los océanos SOLAS-IMBER³ y el Grupo Internacional de usuarios de referencia sobre la acidificación de los océanos (IOA-RUG). Estos grupos pusieron de relieve la necesidad de un esfuerzo internacional de mayor amplitud para coordinar, fomentar y facilitar el saber científico sobre la acidificación de los océanos y las actividades conexas. En junio de 2012, el OIEA anunció en Rio+20 la creación del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos (OA-ICC) en los laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente en Mónaco. La misión del OA-ICC consiste en facilitar las acciones y respuestas mundiales a este problema.

La labor del OA-ICC, establecido en principio por un periodo de tres años como proyecto, está financiada y apoyada por varios Estados Miembros del OIEA⁴, por conducto de la Iniciativa de Usos Pacíficos del Organismo. Cooperará con otros grandes proyectos nacionales e internacionales que participan en la investigación sobre la acidificación de los océanos. Cuenta con una Junta Asesora integrada por miembros de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera de los Estados Unidos de América, la Organización para la Alimentación

y la Agricultura de las Naciones Unidas, la Fundación Príncipe Alberto II de Mónaco, el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre la Acidificación de los Océanos y algunos eminentes científicos.

La labor del OA-ICC

El objetivo que persigue el OA-ICC es actuar como una plataforma para el intercambio de información y el fomento de la colaboración internacional, la capacitación, el desarrollo de las mejores prácticas, el acceso a los datos sobre la acidificación de los océanos y otras actividades en colaboración. El sitio web del OA-ICC y su centro de noticias proporcionan información a diversos públicos, entre ellos los encargados de la formulación de políticas y la adopción de decisiones.

El OA-ICC mejora también los conocimientos sobre el empleo de técnicas convencionales, así como nucleares e isotópicas, para explicar las variaciones del medio ambiente costero y marino, y contribuir a sentar la base de unas respuestas eficaces que mantengan la resiliencia de estos ecosistemas. En sus actividades de divulgación, el OA-ICC demuestra cómo puede utilizarse la investigación para contribuir a garantizar un desarrollo sostenible y fortalecer la resiliencia de esos ecosistemas.

El OIEA fomenta un enfoque global para el estudio, la supervisión y la protección de los ecosistemas marino, costero y terrestre. El OA-ICC apoya una cooperación efectiva y mundial para afrontar la amenaza que supone para nuestros océanos la acidificación

Aabha Dixit, División de Información Pública del OIEA

¹Reproducido con la autorización de MacMillan Publishers Ltd: NATURE Comment, Vol. 498, p. 429, Dupont, S.; Poertner, H.; 27 de junio de 2013.

² El Proyecto Europeo sobre la Acidificación de los Océanos fue la primera iniciativa europea en gran escala dedicada a estudiar los efectos y las consecuencias de la acidificación del océano. Participaron más de 100 científicos, procedentes de 27 institutos y nueve países, que aportaron sus conocimientos especializados al proyecto, lo que dio lugar a un consorcio pluridisciplinario y versátil. El proyecto contó con financiación para cuatro años (de 2008 a 2012) de la Comisión Europea a través de su séptimo Programa Marco.

³ SOLAS: Estudio Superficie Oceánica – Baja Atmósfera e IMBER: Investigación Integrada de la Biogeoquímica y los Ecosistemas Marinos.

⁴ Australia, España, Estados Unidos de América, Francia, Italia, Noruega, Nueva Zelandia y Reino Unido.

CREACIÓN DE ASOCIACIONES PARA PROTEGER LOS OCÉANOS

EL OIEA COLABORA CON ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente prestan apoyo a los Estados Miembros para la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas con el fin de detectar y vigilar el impacto de los contaminantes de las zonas costeras en el ciclo de la vida marina y los servicios proporcionados por los ecosistemas. Estas técnicas se emplean para mejorar nuestro conocimiento de los ecosistemas marinos y el medio marino, así como para mejorar la gestión y la protección ambientales. Por ejemplo, los trazadores radiactivos ayudan a rastrear el movimiento de diversos tipos de oligoelementos y contaminantes industriales, y nos permiten conocer mejor los procesos biológicos marinos.

Como si fueran inmensas esponjas, los océanos absorben naturalmente dióxido de carbono de la atmósfera, contribuyendo así a mitigar los efectos del calentamiento global. La cantidad de dióxido de carbono, generado principalmente por la combustión de combustibles fósiles, que es absorbida por los océanos ha ido aumentando de manera constante y actualmente ha alcanzado los 9 000 millones de toneladas al año. Este cambio en el ciclo global del carbono, con efectos en el clima, tiene otra consecuencia ambiental más: la acidificación de los océanos, cuyas repercusiones para la vida humana son muy considerables, consecuencias para las zonas costeras y la vida marina, y el riesgo de dañar los mayores recursos naturales del planeta: los océanos.

En los últimos años, los organismos internacionales han estado colaborando para sumar sus recursos y conocimientos a fin de abordar la amenaza ecológica inminente que supone la acidificación de los océanos. El OIEA colabora estrechamente con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), con objeto de aplicar programas eficaces para el desarrollo sostenible que incluyen el mejoramiento del "estado de salud" de los océanos mediante el uso de tecnología nuclear e isotópica para vigilar el impacto de la acidificación de los océanos en la vida marina y las zonas costeras.

El OIEA desempeña una función importante en el apoyo a las actividades internacionales para vigilar los cambios en el equilibrio ecológico debidos a la acidificación de los

océanos. Junto con la COI de la UNESCO y el Principado de Mónaco, patrocinó la Declaración de Mónaco de 2008¹ sobre la acidificación de los océanos, firmada por 155 científicos internacionales. En ella se hace un llamamiento para reducir sustancialmente las emisiones de CO₂ y evitar que los ecosistemas marinos sufran daños generalizados a causa de la acidificación. El OIEA también es miembro activo de ONU-Océanos, un mecanismo de coordinación interinstitucional sobre cuestiones relacionadas con los océanos y las costas en el marco de las Naciones Unidas. En las páginas 10 y 11 se ofrece más información sobre el liderazgo del OIEA en el Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los océanos.

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente organizan con regularidad cursos de capacitación, pruebas de aptitud y comparaciones entre laboratorios en el marco del Programa para la Evaluación y el Control de la Contaminación en la Región Mediterránea (MED POL) del Plan de Acción para el Mediterráneo del PNUMA. Gracias a esta colaboración, los laboratorios de la zona del Mediterráneo están equipados con instrumentos idóneos que se utilizan para determinar los oligoelementos y contaminantes orgánicos, así como constituir una base de datos de vigilancia para evaluar el impacto de la contaminación. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente han ayudado a crear las capacidades analíticas de numerosos laboratorios en los Estados participantes. Por ejemplo, durante 2011–2012 se organizaron en Mónaco cuatro cursos regionales de capacitación sobre el análisis de los contaminantes en muestras marinas en los que participaron 24 científicos procedentes de 11 países mediterráneos. Asimismo, el OIEA realizó cuatro pruebas de aptitud para los países del Mediterráneo y para otras regiones.

Se organizan estudios entre laboratorios de ámbito regional para ofrecer asesoramiento de expertos sobre la calidad de los resultados de las mediciones y elaborar planes de acción para abordar los riesgos asociados a los contaminantes en las zonas marinas y costeras². En el marco de este proyecto, los expertos del OIEA suministraron información detallada sobre la utilización de isótopos nucleares para vigilar el deterioro que está produciéndose en el ecosistema marino.

El OIEA participa activamente en la labor de la Organización Regional para la Protección del Medio Marino (ROPME) de la región del Golfo, que actúa como secretaria de la supervisión de la Convención regional de Kuwait de cooperación para la protección del medio

marino contra la contaminación y el Plan de Acción de Kuwait³. El OIEA colabora con la ROPME en toda la región del Golfo y en el golfo de Omán desde comienzos del decenio de 1980. Entre las actividades cabe destacar los estudios de aguas costeras, sedimentos y peces basados en el cribado de contaminantes, y el análisis de contaminantes inorgánicos y orgánicos. Estos proyectos dan lugar a evaluaciones de la contaminación que ayudan a los Estados Miembros de la región a comprender más claramente el estado de deterioro de las zonas costeras y la vida marina. En el curso de visitas realizadas a Bahrein, los Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Omán, Qatar y la República Islámica del Irán en el marco de la ROPME, se han evaluado las necesidades de infraestructura y capacitación para atajar la posible catástrofe ambiental. El OIEA ha organizado cursos de capacitación separados sobre el análisis de oligoelementos y contaminantes orgánicos en todos los países miembros de la ROPME, y también estudios periódicos de los laboratorios de la región para la red de laboratorios de la ROPME. Se han realizado tres pruebas de aptitud para que los países de la ROPME mejoren el rendimiento de los laboratorios de los Estados Miembros en los análisis de radionucleidos, oligoelementos, hidrocarburos de petróleo y compuestos clorados en muestras marinas.

Más al sur, el OIEA prestó apoyo al proyecto del PNUMA titulado "Estudio de las actividades basadas en tierra en la región del océano Índico occidental", un proyecto cuatrienal que comenzó en 2006. Sirvió para que ocho países de la región del Índico occidental (Comoras, Kenya, Madagascar, Mauricio, Mozambique, la República Unida de Tanzania, Seychelles y Sudáfrica) evaluaran los principales contaminantes marinos y establecieran un programa regional de vigilancia marina a largo plazo. Este proyecto se centraba en el análisis de los principales problemas ambientales. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente prestaron asistencia, por ejemplo, para realizar cursos regionales de capacitación y estudios entre laboratorios para evaluar el rendimiento del Centro de Actividades Regionales, un laboratorio regional que se ocupa de vigilar la contaminación marina para estos países. Para determinar los tipos de contaminantes en las muestras marinas se emplean técnicas nucleares, y esos instrumentos científicos han sido desarrollados y actualizados por los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente conjuntamente con el Programa de Mares Regionales del PNUMA. Este programa proporciona a los Estados Miembros un mecanismo avanzado gracias al cual pueden evaluar los efectos nocivos de los contaminantes y adoptar medidas reparadoras para preservar el equilibrio ecológico.

La región del Mar Negro también se ha beneficiado de la cooperación del OIEA con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Comisión para la Protección del Mar Negro frente a la Contaminación y la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) en el Proyecto de recuperación del ecosistema del Mar Negro, en cuyo marco se ha prestado asistencia a seis países de

la costa (Bulgaria, Federación de Rusia, Georgia, Rumania, Turquía y Ucrania) para actualizar las instalaciones y poder así analizar mejor los contaminantes marinos más importantes, como por ejemplo, los metales pesados, productos petroquímicos y contaminantes orgánicos.

En 2010, el OIEA colaboró con el FMAM y la UNOPS en el proyecto del Gran Ecosistema Marino del Mar Amarillo para ayudar a China y la República de Corea a generar datos fiables sobre los principales contaminantes del medio marino. Se realizaron pruebas de aptitud en el análisis de contaminantes orgánicos y oligometales

El OIEA desempeña una función importante en el apoyo a las actividades internacionales encaminadas a vigilar los cambios en el equilibrio ecológico debidos a la acidificación de los océanos.

mediante el uso de tecnología nuclear en materiales de referencia de sedimentos y biota para laboratorios marinos de la región del mar Amarillo. Cinco laboratorios de China y la República de Corea participaron en las pruebas de aptitud organizadas por los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente. En el marco del programa del PNUMA en el Iraq, ente de 2003 y 2004, se pidió a los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente que se encargasen de coordinar un estudio intensivo de la contaminación de los sedimentos marinos de unos de 30 buques naufragados en las vías de navegación del Iraq. Se examinó la presencia de numerosos contaminantes persistentes y tóxicos (metales pesados e hidrocarburos de petróleo) en más de 190 muestras de sedimentos. Los resultados se están utilizando actualmente para garantizar que las operaciones de salvamento se lleven a cabo con un riesgo mínimo para las personas y el medio marino.

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente también han estado trabajando con la Organización Regional para la Conservación del Medio Ambiente del Mar Rojo y del Golfo de Adén (PERSGA). Expertos y funcionarios del OIEA visitaron países de la región con objeto de evaluar las capacidades nacionales y regionales para efectuar labores de vigilancia del medio marino, y formular recomendaciones sobre capacitación y creación de capacidad.

En el marco del Programa Ambiental del Mar Caspio, un programa intergubernamental de los cinco Estados del litoral de dicho mar (Azerbaiyán, la Federación de Rusia, Kazajstán, la República Islámica del Irán y Turkmenistán), se han llevado a cabo estudios sobre la acumulación de contaminantes en el medio marino. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente apoyan este programa mediante asesoramiento de expertos y apoyo técnico constante, con miras a establecer un programa regional de vigilancia de los contaminantes marinos. Se emplean técnicas nucleares para investigar y evaluar el impacto en el ecosistema marino de los desechos tóxicos procedentes

en su mayoría de actividades antropogénicas, en particular la minería, que ha incrementado la carga de metales pesados en los sedimentos del Mar Caspio.

En estrecha coordinación con la Comisión OSPAR para la Protección del Medio Marino del Atlántico Nororiental⁴, creada en 1992, los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente realizan actividades de garantía de la calidad analítica de instrumentos nucleares e isotópicos para laboratorios de Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Irlanda, los Países Bajos, Portugal, el Reino Unido y Suecia. Este apoyo permite mejorar los conocimientos y proporciona técnicas de vigilancia avanzadas para observar los cambios que se producen en las zonas acuáticas y reducir el impacto de la contaminación.

Un programa análogo se desarrolla en el marco de la Comisión de protección del medio marino de la zona del mar Báltico⁵, en la que los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente colaboran con laboratorios de Alemania, Dinamarca, Estonia, la Federación de Rusia, Finlandia, Letonia, Lituania, Polonia y Suecia para garantizar la calidad analítica y el acceso abierto por Internet a los datos sobre la radiactividad marina en el Báltico. En mayo de 2013 se celebró en los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente en Mónaco la tercera reunión anual de este grupo. En la reunión de Mónaco se examinaron los últimos informes sobre las emisiones de radionucleidos en el Mar Báltico provenientes de instalaciones nucleares y sobre los niveles ambientales de radionucleidos naturales y artificiales en el agua, los sedimentos y los organismos marinos del Báltico.

La amplitud de la colaboración mundial del OIEA en la esfera de la acidificación de los océanos y la contaminación marina, comprendidos los desechos marinos y el plástico, indica que es preciso aplicar con urgencia y en cooperación medidas sostenidas para reducir la posibilidad de nuevos daños en la vida marina, los océanos y las zonas costeras. Así pues, las asociaciones con otros órganos internacionales para el empleo de aplicaciones nucleares e isotópicas ayudan a mejorar el entendimiento de los procesos oceánicos, los ecosistemas marinos y los efectos de la contaminación. Y, lo que es más importante, los datos obtenidos de esta colaboración se pueden utilizar en la búsqueda de la mejor solución posible para los problemas ambientales que afectan a todos los Estados Miembros. Con su experiencia y sus

conocimientos excepcionales, el OIEA es un importante asociado de otras organizaciones internacionales con las que trabaja con miras a un uso sostenible de los océanos. Debemos que mantener los océanos "sanos" para que las generaciones futuras puedan seguir disfrutando de los beneficios de una vida marina abundante.

Aabha Dixit, División de Información Pública del OIEA

¹ <http://www.ocean-acidification.net/Symposium2008/MonacoDeclaration.pdf>.

² La exactitud de los datos es crucial para evaluar la degradación del entorno marino. Los servicios de garantía de calidad del OIEA proporcionan a los laboratorios de los Estados Miembros la capacitación necesaria, la organización de ejercicios de comparación entre laboratorios y ensayos de aptitud en técnicas nucleares e isotópicas para evaluar la información recopilada. Los ejercicios entre laboratorios y los ensayos de aptitud del OIEA se basan en las normas y procedimientos internacionales.

³ Del 15 al 23 de abril de 1978 se celebró en Kuwait la Conferencia Regional de Plenipotenciarios sobre la protección y el desarrollo del medio marino y las zonas costeras de Arabia Saudita, Bahrein, los Emiratos Árabes Unidos, Iraq, Kuwait, Omán, Qatar y la República Islámica del Irán. El 23 de abril de 1978, la Conferencia aprobó el Plan de Acción de Kuwait, la Convención regional de Kuwait de cooperación para la protección del medio marino contra la contaminación, y el Protocolo relativo a la cooperación regional para combatir la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias dañinas en casos de emergencia.

⁴ El Convenio OSPAR sustituyó al Convenio para la Prevención de la Contaminación Marina Provocada por Vertidos desde Buques y Aeronaves (Convención de Oslo, 1972) y al Convenio para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre (Convenio de París, 1974). Para más información, véase: <http://www.ospar.org>.

⁵ Se puede obtener más información en el sitio: www.helcom.fi.

ASISTENCIA DEL OIEA EN LA CREACIÓN DE CAPACIDAD PARA EL EMPLEO DE TÉCNICAS NUCLEARES EN ARAS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL



Se precisan políticas ambientales adecuadas para preservar el equilibrio ecológico vital de sistemas naturales sanos en la tierra y el océano.

(Fotografía: iStockphoto)

El OIEA ayuda a los Estados Miembros a utilizar la tecnología nuclear para una amplia gama de aplicaciones, que van desde la generación de electricidad hasta el aumento de la producción de alimentos, pasando por la lucha contra el cáncer, la gestión de los recursos de agua dulce y la protección de las zonas costeras y los océanos. La asistencia prestada mediante los proyectos de creación de capacidad del OIEA aborda problemas nacionales y regionales específicos. Se difunden conocimientos especializados en la aplicación de la tecnología nuclear y buenas prácticas a través de actividades de capacitación, intercambios de información, proyectos coordinados de investigación y el programa de cooperación técnica.

La gestión sostenible y eficaz del medio ambiente es un desafío mundial de suma importancia en el siglo XXI. Los países solicitan apoyo en forma de cooperación técnica para poder comprender, seguir de cerca y mitigar el doble impacto del cambio climático y la acidificación de los océanos. La capacitación del OIEA sobre técnicas nucleares avanzadas en la monitorización del medio ambiente ayuda a las autoridades competentes a concebir respuestas basadas en pruebas científicas. Si los Estados Miembros disponen de personal científico nacional debidamente capacitado y especializado, podrán formular políticas ambientales adecuadas y estrategias viables que preserven el equilibrio ecológico vital de sistemas naturales sanos en la tierra y el océano.

Además de esas actividades, el OIEA contribuye igualmente a fortalecer la capacidad en materia de garantía de calidad y control de calidad de los laboratorios ambientales de sus Estados Miembros para que estén en condiciones de facilitar datos exactos que sean comparables y se basen en un sistema universalmente aceptado. Ello es especialmente importante en el caso de los proyectos regionales en que participan varios países diferentes.

El OIEA se especializa en la elaboración de materiales de referencia ambientales de alta calidad. De hecho, es el mayor proveedor mundial de materiales de referencia de radionucleidos presentes en distintas "matrices", como peces, plantas, suelo, agua u otra materia. Algunos de esos materiales de referencia del OIEA se utilizan como patrones de medición internacionales. El OIEA proporciona materiales de referencia a los laboratorios de todo el mundo a fin de garantizar que se apliquen las técnicas analíticas nucleares y no nucleares apropiadas para obtener resultados precisos, fidedignos y válidos. Generalmente, los científicos de los países en desarrollo no tienen acceso a la mayoría de los materiales de referencia, que son costosos. Por ello, el OIEA promueve la transferencia de tecnología a los países en desarrollo y suministra a bajo costo esos materiales a los laboratorios de las economías en desarrollo.

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente monitorizan los contaminantes ambientales

El OIEA imparte capacitación a los Estados Miembros en el uso de técnicas nucleares e isotópicas para detectar contaminantes ambientales y evaluar sus efectos en los organismos y la salud humana. Gracias a esa capacitación, los Estados Miembros están mejor preparados para detectar los problemas ambientales. Las técnicas nucleares e isotópicas pueden proporcionar datos de alta resolución que cuantifican el impacto de los elementos y los procesos químicos en el medio ambiente. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente utilizan radionucleidos e isótopos estables para estudiar los procesos ambientales, los efectos de los contaminantes en los ecosistemas, las interacciones entre la atmósfera y los océanos, los sistemas de aguas superficiales y subterráneas, y la respuesta de los sistemas atmosféricos, hidrológicos y marinos al cambio climático.

Las técnicas nucleares son instrumentos excepcionales y precisos para monitorizar la acidificación de los océanos. En las instalaciones de radioecología del OIEA en Mónaco se efectúan estudios precisos de las tasas de calcificación de los organismos marinos utilizando radiotrazadores.

En los cursos de capacitación del OIEA los científicos aprenden a utilizar las técnicas nucleares e isotópicas para determinar y analizar la composición, la migración y el transporte de contaminantes por las corrientes marinas y sus repercusiones en el medio ambiente. A lo largo de los años el OIEA ha organizado muchos cursos regionales de capacitación en apoyo de la creación de capacidad para la protección del medio marino, en el marco de proyectos de cooperación técnica regionales e interregionales realizados en diferentes regiones del mundo¹.

La amenaza que el cambio climático y la acidificación de los océanos entrañan para el medio ambiente constituye un motivo de preocupación a escala mundial. A fin de responder a ella, los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente, en colaboración con instituciones de los Estados Miembros, están iniciando proyectos para observar, evaluar y prever las consecuencias de ese cambio en los ecosistemas marinos y las zonas costeras circundantes. Al mismo tiempo, los expertos del OIEA ayudan a los Estados Miembros a crear capacidades analíticas nacionales para analizar mejor los efectos de la acidificación de los océanos en los arrecifes coralinos, la pesca y los ecosistemas marinos costeros. El OIEA también evalúa los posibles efectos negativos de la acidificación de los océanos en las actividades humanas, sociales y económicas. Como los Estados Miembros están cada vez más preocupados por la gravedad de esos efectos,

en las actividades de capacitación e investigación del OIEA también se tienen en cuenta las cuestiones ecológicas asociadas a las zonas costeras y la vida marina. Se necesitan los datos resultantes de esas actividades y nuevos conocimientos especializados para planificar medidas destinadas a proteger a las comunidades ahora y en el futuro.

Las técnicas nucleares son instrumentos excepcionales y precisos para monitorizar la acidificación de los océanos. En las instalaciones de radioecología del OIEA en Mónaco se efectúan estudios precisos de las tasas de calcificación de los organismos marinos utilizando radiotrazadores. En esos estudios también se analizan los efectos que los niveles elevados de CO₂ disuelto y la disminución del pH del agua del mar tienen en la bioacumulación de metales traza y otros contaminantes en distintas etapas de vida de los moluscos y peces.

Actividades de capacitación del OIEA para la creación de capacidad a nivel nacional

Las actividades previstas en el programa de cooperación técnica (CT) del OIEA están diseñadas para atender a las necesidades específicas de los Estados Miembros en relación con el logro de las prioridades nacionales de desarrollo y para contribuir al progreso socioeconómico. El programa se ejecuta en cuatro regiones geográficas: África, América Latina, Asia y el Pacífico y Europa.

Mediante su programa de CT, el OIEA ayuda a los Estados Miembros a adquirir conocimientos especializados sobre el uso de técnicas nucleares e isotópicas para monitorizar y gestionar el medio marino y hacer frente a la degradación de los ecosistemas costeros. El OIEA facilita la transferencia de técnicas útiles y comprobadas y presta apoyo a la capacitación en dichas técnicas.

En el marco del proyecto regional de CT RLA/7/012 sobre "Utilización de técnicas nucleares para abordar los problemas de gestión de las zonas costeras en la región del Caribe", se ha contribuido a la gestión integrada de las zonas costeras en la región del Gran Caribe entre 2008 y 2012.

Otro proyecto regional de creación de capacidad² tenía por objeto ayudar a evaluar la toxicidad de las floraciones de algas nocivas (FAN) empleando técnicas nucleares, así como a diseñar y utilizar sistemas de alerta temprana. Además, estaba destinado a crear conciencia de los peligros que las FAN representan para los seres humanos y los organismos marinos y de los daños que causan a los ecosistemas, la industria del turismo y la pesca en la región del Caribe. Las FAN producen toxinas potentes que pueden provocar la muerte de peces, moluscos, y mamíferos y aves marinos o causar de forma directa o indirecta enfermedades a las personas o incluso su

muerte. El proyecto se llevó a cabo en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO³. El OIEA está creando asimismo una Red caribeña de observación de la acidificación oceánica que se centrará en el uso de técnicas nucleares e isotópicas para seguir de cerca cuestiones relacionadas con el cambio climático que afectan a las zonas costeras, como la acidificación de los océanos, comprendidas sus interacciones con las FAN.

Con el apoyo del OIEA y otros asociados, recientemente se renovaron los laboratorios del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) con objeto de proporcionar capacidades técnicas avanzadas para producir datos certificados que ayuden a las autoridades competentes a formular planes para mejorar la gestión del medio ambiente, incluidas las técnicas nucleares, a fin de resolver varios problemas ambientales del ecosistema marino costero de Cuba. El éxito de esa colaboración conjunta se ilustra en un reportaje fotográfico que figura en la página 18 de esta edición.

También se promueve una sólida cooperación por medio del Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares (ACR), que es un acuerdo intergubernamental de la región de Asia y el Pacífico que brinda un marco para que los Estados Miembros intensifiquen las asociaciones regionales. Los proyectos del ACR se centran en necesidades comunes específicas de investigación, desarrollo y capacitación en ciencias y tecnologías nucleares de la región. El OIEA y el ACR apoyan actividades encaminadas a aumentar la capacidad regional de aplicar eficazmente técnicas nucleares para evaluar la contaminación de las aguas costeras y los problemas del medio marino y hacer frente a ellos. Los pequeños Estados insulares del Pacífico dependen especialmente de los recursos de los océanos, por lo que son vulnerables a los efectos negativos de las múltiples tensiones ambientales. A pesar de que esos Estados no forman parte del ACR, se han beneficiado de la capacitación en tecnologías nucleares impartida en el marco del proyecto del ACR.

Dado que las amenazas que se ciernen sobre el medio ambiente, como la acidificación de los océanos, suscitan una preocupación cada vez mayor, el OIEA sigue colaborando estrechamente con los Estados Miembros para proporcionar técnicas nucleares e isotópicas de vanguardia que permitan seguir de cerca y evaluar difíciles problemas ambientales. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente transmiten y difunden conocimientos nucleares e isotópicos a laboratorios de los Estados Miembros. Asimismo, ofrecen servicios de capacitación, asesoramiento estratégico, armonización de metodologías y apoyo en materia de calidad para la monitorización y evaluación de los contaminantes marinos. El OIEA proporciona técnicas nucleares avanzadas que permiten confirmar y dar a conocer mejor el alcance y la gravedad de la acidificación de los océanos, las FAN y otros nuevos fenómenos. Gracias a los conocimientos especializados

y a la asistencia del OIEA, los Estados Miembros pueden concebir y aplicar medidas apropiadas para proteger las zonas costeras y la vida marina con miras a preservar valiosos recursos y servicios naturales⁴.

Aabha Dixit, División de Información Pública del OIEA

¹ Entre esos proyectos figuran el proyecto interregional INT/7/018, titulado "Apoyo a la creación de capacidad en la protección del medio marino", así como proyectos regionales llevados a cabo en África, América Latina y Asia y el Pacífico.

² Proyecto de CT titulado "Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos" (ARCAL CXVI) (2009–2013).

³ La COI de la UNESCO ha elaborado una guía para la vigilancia sobre el terreno de las microalgas nocivas, en colaboración con el OIEA (disponible en español en <http://ioc-unesco.org/hab/>); el OIEA, en colaboración con la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera de los Estados Unidos y la COI de la UNESCO, está preparando un manual sobre métodos de detección de toxinas de algas nocivas utilizando análisis radiométricos receptor-ligando, en el marco del proyecto interregional de CT INT/7/017.

⁴ Para obtener más información sobre las actividades del OIEA relacionadas con la acidificación de los océanos, sírvanse consultar el sitio web del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos: www.iaea.org/nael/OA-ICC.

LA PROTECCIÓN DEL MEDIO



1 El centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) de Cuba es un centro de investigación del medio ambiente marino con conocimientos especializados en tecnologías nucleares e isotópicas. En Cuba, la seguridad alimentaria, el transporte y el turismo dependen de la salud del medio marino. Los científicos del CEAC analizan los problemas que se plantean en materia de recursos y producen los datos validados necesarios para una mejor gestión ambiental.



2 El laboratorio renovado del CEAC puede efectuar análisis complejos mediante equipo recibido en donación, parte de él adquirido gracias al apoyo de la cooperación técnica del OIEA, por ejemplo, cromatografía de gases, espectrometría gamma de alta resolución y sistemas de digestión por microondas. Los científicos del CEAC realizan investigaciones, asesoran sobre gestión ambiental, urden soluciones para los problemas del medio ambiente y supervisan la contaminación.



3 Miguel Gómez Batista, científico del CEAC y becario de la cooperación técnica (CT) del OIEA en los Laboratorios para el Medio Ambiente del Organismo en Mónaco, estudia la acumulación de arsénico en las ostras de Cienfuegos. Carlos Alonso Hernández, investigador principal del CEAC, afirma: "Gracias al programa de CT del OIEA, el CEAC utiliza técnicas nucleares para resolver problemas ambientales en sus ecosistemas marinos y zonas costeras."



4 La carencia de datos de monitorización científicamente validados dificultaba a las autoridades cubanas adoptar medidas contra la contaminación marina. En la actualidad, los científicos del CEAC utilizan espectrometría de rayos gamma para detectar isótopos, como el plomo-210, que contribuyen a registrar con todo detalle la acumulación de la contaminación en los sedimentos a lo largo de varios decenios. Este análisis ayuda a las autoridades a idear y evaluar estrategias eficaces de prevención y restauración.

AMBIENTE MARINO EN CUBA



5 Un científico analiza las toxinas liberadas por las “mareas rojas” o la floración de algas nocivas que se acumulan en los alimentos marinos y suponen un riesgo para el consumidor humano. Michel Warnau, Jefe del Laboratorio de Radioecología del OIEA, dice: “Gracias a la responsabilidad de su personal, el CEAC se ha convertido en un centro regional de excelencia, que apoya a otros países de la región.”



6 El CEAC participa en proyectos regionales de CT en América Latina. Por medio de una red de biomonitorización que coopera con el OIEA, ARCAL (un acuerdo de cooperación regional), el PNUMA y el FMAM, el CEAC y Cuba contribuyen a determinar las consecuencias de la contaminación química, las floraciones de algas nocivas, el cambio climático y la acidificación del océano en la sostenibilidad de las comunidades y los ecosistemas marinos en toda la región.



7 Gracias a los proyectos regionales, el CEAC ha podido ampliar sus conocimientos especializados para estudiar los procesos ambientales marinos. Los científicos del centro mentorizan actualmente a homólogos de la región, dirigen cursos del OIEA de capacitación en CT y realizan misiones de expertos a lo largo y ancho de la región. El CEAC funciona como centro de recursos para la región del Caribe, prestando, por ejemplo, servicios de análisis.



8 El Centro participa también en proyectos coordinados de investigación que reúnen a investigadores del mundo entero para abordar un problema común. El CEAC prevé un aumento de la cooperación con el OIEA, el PNUMA, el FMAM y el Centro Internacional de Física Teórica, así como una colaboración regional que permita intervenir de manera eficaz y coordinada en los problemas medioambientales de la región.

HECHOS SOBRE LOS OCÉANOS

Dónde vivimos

El 60 % de la población mundial vive a menos de 60 km de la costa. Se espera que hacia 2030 este porcentaje ascienda al 75 %.

El gran desconocido

El 95 % del océano no ha sido explorado todavía. Sabemos más de la cara oculta de la Luna que de los océanos.

Productos químicos tóxicos

La actividad industrial vierte anualmente entre 300 y 400 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodo tóxico y otros desechos en las aguas mundiales.

Lo que va a parar al océano

Más del 80 % de la contaminación marina procede de actividades terrestres.

Residuos plásticos

Los remolinos marinos acumulan desechos que dan lugar a enormes parches de basura, como el "gran parche de basura del Pacífico", con concentraciones de desperdicios de hasta 1 millón de partículas de plástico por kilómetro cuadrado.

El 70 % de los desperdicios del mar se hunden hasta el fondo, donde se amontonan hasta 690 000 fragmentos de plástico por kilómetro cuadrado.

OS Los océanos y la economía

El 90 % del comercio mundial se transporta por mar.

En 2010, las pesquerías y la acuicultura proporcionaron medios de subsistencia e ingresos, según estimaciones, a 54,8 millones de personas ocupadas en el sector primario de la producción pesquera, siete millones de los cuales se calcula que eran pescadores y acuicultores esporádicos.

Efluentes

En los países en desarrollo, más del 80 % de las aguas servidas se vierten sin tratamiento en las masas de agua.

Arrecifes coralinos en peligro

Aproximadamente el 20 % de los arrecifes de coral del mundo han desaparecido. Otro 20 % más y el 35 % de los manglares se han degradado en estos últimos decenios.

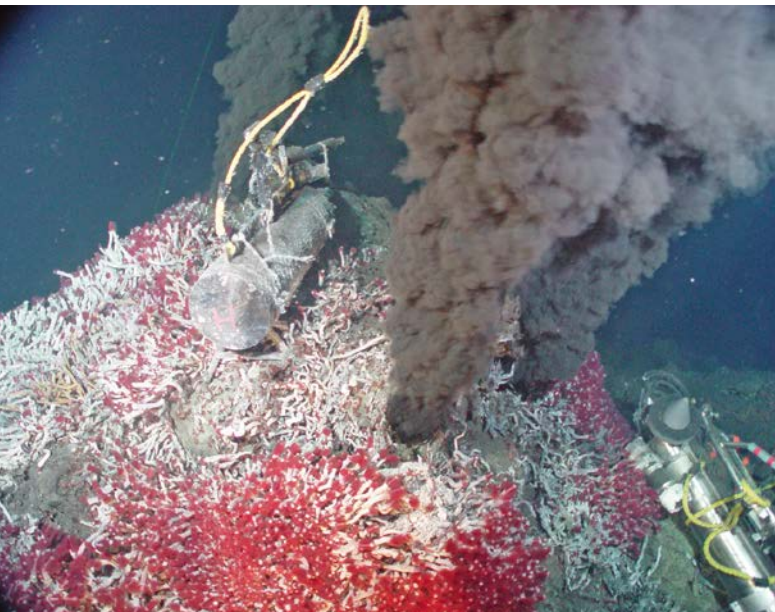
Vertidos de petróleo

A los vertidos de petróleo se debe solamente en torno al 12 % del petróleo que llega cada año al mar. Otro 36 % procede de la escorrentía que tiene su origen en las ciudades y en la industria. Los vertidos accidentales de petróleo tienen consecuencias devastadoras, como se vio con la explosión del pozo petrolífero Deepwater Horizon en el Golfo de México en 2010.

Texto: Michael Madsen, División de Información Pública del OIEA; Fotografía: istockphoto

Fuentes: Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera; Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon (Blue Carbon report, UNEP, 2009) Blue Carbon Report; Atlas de los Océanos de las Naciones Unidas; FAO: El estado mundial de la pesca y la agricultura, 2012 <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>; www.un.org/Depts/los/reference_files/wod2011-pessoa-oceans_and_the_environment.ppt; US National Research Council: 'Oil in the Sea'; http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=314&page=R1; An Ecosystem Services Approach to Assessing the Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill in the Gulf of Mexico (2013); <http://worldoceanreview.com/en/wor-1/pollution/oil/>; UN WWAP 2009, "Clearing the Waters A focus on water quality solutions"; www.unwater.org/Clearing_the_Waters.pdf; *Ibid*; (World Ocean Review, 2010); www.un.org/Depts/los/reference_files/wod2011-pessoa-oceans_and_the_environment.ppt

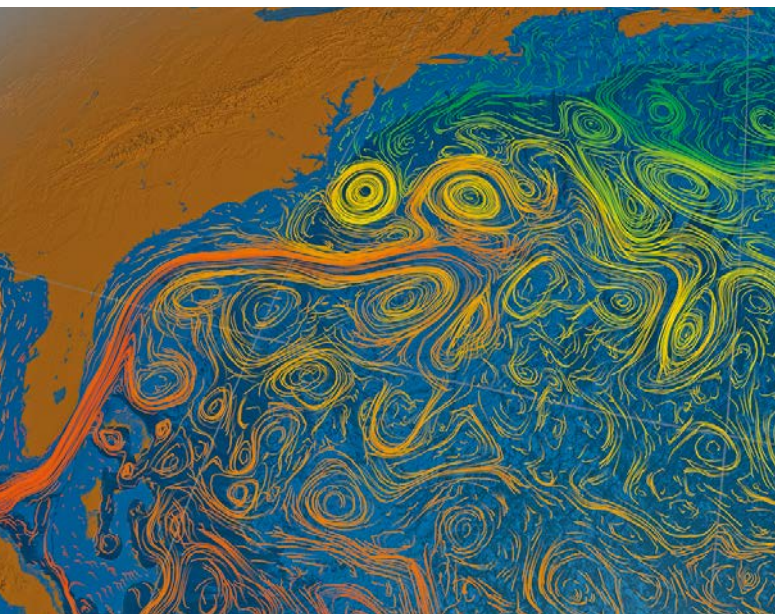
LO QUE NOS PROPORCIONA



1 La cuna de la vida - Según los conocimientos científicos actuales, la vida en la Tierra empezó en los océanos. En los venteos hidrotérmicos del fondo del océano se puede ver cómo los “extremófilos” pueden adaptarse y evolucionar incluso a las temperaturas y presiones más extremas.



2 Oxígeno para para la vida – Aunque se considera que el bosque húmedo del Amazonas es el “pulmón del mundo”, su producción de oxígeno queda eclipsada por la de la vida marina. El fitoplancton y las algas marinas originan por fotosíntesis entre el 50 % y el 85 % del suministro mundial de oxígenos.



3 Fabricante del tiempo – A los océanos y sus corrientes se debe aproximadamente el 50 % de la transferencia mundial de calor. Si no fuera por el traslado de las aguas cálidas tropicales a los polos y viceversa, las aguas ecuatoriales tendrían una temperatura 14°C más alta, y las polares 25°C más baja. Así, Edinburgo goza de temperaturas superiores a las de Moscú, pese a que las dos ciudades se encuentran en la misma latitud.



4 Central de reciclaje – La alta productividad biológica de los océanos se debe a una red alimentaria compleja integrada por organismos microscópicos en lo que se conoce con el nombre de “circuito microbiano”. Este circuito es fundamental para reciclar la materia orgánica y los nutrientes. Esos organismos actúan también como un poderoso “sumidero de carbono”, al capturar el dióxido de carbono para después mineralizarlo y depositarlo en el fondo del océano.

AN LOS OCÉANOS



5 Biodiversidad – Más del 90 % de la biomasa viviente del mundo reside en el océano; según estimaciones, consta aproximadamente de un millón de especies distintas. La alta biodiversidad estabiliza un ecosistema, protegiéndolo de otras presiones y permitiendo la evolución de relaciones complejas, como las que existen entre el pez payaso y las anémonas de mar.



6 Seguridad alimentaria – Los océanos nos proporcionan alimento abundante. Mil cuatrocientos millones de personas dependen del pescado para obtener la quinta parte de sus proteínas de origen animal. Para satisfacer la demanda generada por el crecimiento de la población, se está produciendo más pescado mediante piscifactorías y acuicultura.



7 Viveros muy poblados – Los arrecifes de coral, además de resultar muy fotogénicos, son viveros de crucial importancia para los peces marinos. Oasis en aguas poco profundas, a menudo pobres en nutrientes, en ellos han evolucionado relaciones simbióticas que, para mantener a sus comunidades, reciclan y capturan los escasos recursos.



8 Protección del litoral – Pocos ecosistemas son tan beneficiosos para la sociedad como los bosques de manglares. Actúan como barreras físicas contra las tormentas y como viveros para los peces, ofrecen un hábitat para las aves, atrapan sedimentos y detienen la erosión del terreno.

Texto: M. Madsen, División de Información Pública del OIEA;
Fotografías: NOAA PMEL Vents Program; NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio, iStockphoto

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN LOS OCÉANOS Y LA VIDA MARINA



Resulta más fácil definir los contaminantes marinos por su impacto: Toda sustancia introducida en los océanos que tiene efectos no deseados. (Fotografía: iStockphoto)

Además de la acidificación de los océanos, nuestros mares y su vida silvestre se enfrentan a una grave amenaza debido al vertido o la liberación de contaminantes tóxicos en el medio marino. ¿Cuáles son estos contaminantes y cómo afectan a los mares? ¿Cómo participa el OIEA en la vigilancia de esos contaminantes?

¿Qué contaminantes están afectando los mares?

Puede resultar difícil definir lo que es un contaminante, ya que ese término se aplica a muchas sustancias además de los subproductos industriales tóxicos. Resulta más fácil definir los contaminantes marinos por sus consecuencias: toda sustancia introducida en los océanos que tiene efectos no deseados. Esta amplia definición incluye los metales pesados, como el plomo o el mercurio, y compuestos orgánicos sintéticos como plaguicidas

clorados, retardantes a la llama y bifenilos policlorados (PCB), pero también algunos de los elementos fundamentales de la vida como los compuestos del nitrógeno y del fósforo. Esos contaminantes pueden introducirse en nuestros océanos mediante vertidos directos ilícitos de desechos industriales o mediante procesos naturales más difíciles de controlar, por ejemplo, viento, lluvia y ríos contaminados. Mediante una atenta vigilancia y una reglamentación estricta los gobiernos esperan controlar los contaminantes perjudiciales que se introducen en el mar.

¿Cómo afectan los metales pesados a los organismos?

Aunque los metales pesados como el plomo y el mercurio pueden ser letales para un organismo si se ingiere una cantidad importante en un período breve, la mayor parte

de los efectos de la contaminación en la vida marina son en general la reducción de longevidad del organismo y de su capacidad de "reproducción", es decir, de la capacidad del organismo para tener crías que sobrevivan. La reducción de la vida y de la reproducción de organismos esenciales debilita el ecosistema y lo hace más vulnerable a otras amenazas como la pesca excesiva, el cambio climático o la acidificación de los océanos. La degradación del medio marino se suele atribuir más bien a la combinación de esos factores de perturbación que a una sola causa.

¿Cómo afectan los compuestos de nitrógeno y fósforo a los organismos?

Elementos naturales como el nitrógeno y el fósforo son componentes básicos de los fertilizantes, que son fundamentales para respaldar la vida y el crecimiento de las plantas. Cuando se utiliza demasiado fertilizante en los campos, el agua de la lluvia puede arrastrar el exceso de nitrógeno y fósforo a los sistemas fluviales y luego al mar, donde esos nutrientes pueden causar un aumento rápido de las poblaciones de fitoplancton, un suceso que se denomina "floración". Las floraciones de algas nocivas pueden en ese caso transferir toxinas a los peces que, a su vez, pueden ser consumidos como alimentos marinos. En algunas ocasiones esta sobrealimentación o "eutrofización" puede impulsar la población de algunas especies en detrimento de otras.

Una mayor floración de algas puede causar deficiencias de oxígeno en algunas zonas debido a la descomposición de la biomasa del plancton y crear las denominadas "zonas muertas", zonas anaeróbicas donde las especies marinas normales no pueden sobrevivir.

¿A dónde van los contaminantes?

Cuando los organismos ingieren y retienen más contaminantes y toxinas de las que pueden excretar se produce la "bioacumulación". Las concentraciones de contaminantes tienden a aumentar en los organismos de los principales depredadores (bioamplificación) en toda la cadena alimentaria. Los seres humanos, que se hallan en la cúspide de la cadena alimentaria, corren un gran riesgo de acumular altas concentraciones de contaminantes en los tejidos de su cuerpo. Las investigaciones realizadas sobre los principales depredadores del medio marino (grandes peces, focas y aves marinas) nos ayudan a comprender el proceso de bioamplificación y a evaluar la seguridad alimentaria.

¿Cómo pueden mitigar la contaminación las técnicas nucleares?

Las aguas residuales domésticas y los sólidos resultantes del tratamiento pueden ser peligrosos para la salud humana y el medio ambiente si no se gestionan de forma adecuada. Al mismo tiempo, los elementos sólidos de las aguas residuales contienen materia orgánica y nutrientes valiosos, que pueden enriquecer el suelo y ofrecer importantes recursos siempre que reciban el tratamiento apropiado para evitar riesgos y se utilicen de forma segura con arreglo a las buenas prácticas.

Actualmente el lodo de las aguas residuales puede tratarse con rayos gamma procedentes de una fuente de cobalto-60 o con un acelerador de electrones, que pueden matar los agentes patógenos (causantes de enfermedades) presentes en el lodo, como bacterias, hongos o virus. Esta aplicación nuclear permitirá liberar el lodo en el

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente utilizan radioisótopos para detectar y rastrear las fuentes de contaminantes y así ayudar a los países a controlar su impacto ambiental.

medio ambiente de manera segura. En la India funciona una planta piloto para la irradiación de lodo con rayos gamma. El proceso genera lodo seco libre de patógenos que puede utilizarse beneficiosamente como estiércol en la agricultura. Las pruebas sobre el terreno realizadas en Baroda confirmaron que el estiércol mejora el rendimiento de los cultivos y las condiciones del suelo.

¿Cómo ayuda el OIEA?

El OIEA ayuda a sus Estados Miembros a utilizar tecnologías nucleares para vigilar la contaminación en la tierra y en el mar. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente utilizan radioisótopos para detectar y rastrear las fuentes de contaminantes y así ayudar a los países a controlar su impacto ambiental. Por ejemplo, el OIEA apoyó un estudio sobre los efectos de trazas de cadmio (un metal tóxico) en peces y mariscos locales en Chile. Se diseñaron experimentos para utilizar el radiotrazador cadmio-109 con objeto de medir la rapidez con que se liberaba el cadmio presente en los mejillones a fin de comprender la bioacumulación de este metal peligroso.

Michael Madsen, División de Información Pública del OIEA

EL OIEA VIGILA LA RADIOACTIVIDAD MARINA

El 10 de marzo de 1961, el OIEA concertó con el Principado de Mónaco y el Instituto Oceanográfico, entonces bajo la dirección de Jacques Cousteau, su primer acuerdo sobre un proyecto de investigación relativo a los efectos de la radiactividad en el mar. La inauguración de los laboratorios marinos en Mónaco ese mismo año marcó el inicio de una nueva era para la investigación del medio marino.

Una de las principales cuestiones que se plantean al evaluar la incidencia y la gravedad de los contaminantes en el medio marino es determinar las fuentes de contaminación. Los estudios isotópicos son un instrumento de diagnóstico poderoso y excepcional para investigar los diversos tipos y niveles de contaminación y de contaminantes radiactivos en el medio marino y sus consecuencias.

Al aportar amplia información sobre técnicas isotópicas y nucleares, el OIEA presta asistencia a los Estados Miembros en la utilización de instrumentos científicos para identificar y localizar con precisión contaminantes nucleares y no nucleares, así como para investigar sus efectos biológicos. Una de las principales cuestiones que se plantean al evaluar la incidencia y la gravedad de los contaminantes en el medio marino es determinar las fuentes de contaminación. Los estudios isotópicos son un instrumento de diagnóstico poderoso y excepcional para investigar los diversos tipos y niveles de contaminación y de contaminantes radiactivos en el medio marino y sus consecuencias.

Los laboratorios han prestado desde entonces el apoyo científico y analítico indispensable para realizar un estudio sin precedentes de los niveles de contaminantes radiactivos y no radiactivos en todos los mares principales. Esto incluye estudios mundiales de referencia sobre la radiactividad del Atlántico, el Pacífico Norte y Sur, los océanos Índico, Ártico y Antártico; los mares del Lejano Oriente, el mar Mediterráneo y el mar Negro. También se han realizado estudios regionales en el Golfo, el mar de Irlanda, el mar de Kara y el mar Caspio, en Nueva Caledonia y en los atolones de Mururoa y Fangataufa.

Las sustancias radiactivas se introdujeron en el océano Pacífico tras el accidente nuclear de Fukushima Daiichi de 2011. Los países de la región iniciaron un proyecto de cooperación técnica para armonizar las mediciones de diversos radioisótopos en aguas marinas, biota, sedimentos y materia en suspensión para determinar

el impacto en el medio marino. La medición uniforme de los radioisótopos en el océano asegurará que toda evaluación del impacto sea comparable y verificable en el enorme volumen del océano Pacífico. El proyecto mejorará las capacidades nacionales, que a su vez mejorarán el intercambio de datos recopilados a partir de las mediciones en los océanos, así como la información sobre los posibles efectos de esos radioisótopos y riesgos para la biota marina y los seres humanos debido al consumo de alimentos. Participan en el proyecto 21 Estados Miembros y tres Estados no Miembros.

El proyecto fue aprobado por la Junta de Gobernadores en su reunión de 2011 para dar pronta respuesta a la petición de los Estados Miembros de la región; la ejecución del proyecto comenzó el 1 de julio de 2011 y está previsto para que finalice en 2015. Estados Unidos, Nueva Zelandia, Australia y Japón aportaron fondos extrapresupuestarios para el proyecto. Australia es el país que encabeza el proyecto.

La mayoría de países que participan en el proyecto colaboran en el marco del Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares (ACR)¹. Otros países participantes son Camboya, Islas Cook, Fiji, Nepal, Palau, Islas Marshall e Islas Salomón.

Aabha Dixit y Peter Kaiser, , División de Información Pública del OIEA

¹El ACR, establecido en 1972, es una red intergubernamental de encargados de la formulación de políticas y científicos, y el OIEA desempeña las funciones de Secretaría. Los países que participan en el proyecto son Australia, Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón, Malasia, Mongolia, Myanmar, Nueva Zelandia, Pakistán, República de Corea, Singapur, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam.

ENTRE EL MAR Y LA TIERRA - LA PROTECCIÓN DE UN AMORTIGUADOR PRIMORDIAL

Ni mar ni tierra, las zonas costeras tienen gran importancia ecológica y económica. En el litoral, que representa un quinto de la superficie de la Tierra, se está produciendo el mayor crecimiento de la población mundial. En esas aguas costeras se generan medios de subsistencia gracias al turismo, la industria, la pesca y el comercio, así como ingresos por valor de cientos de miles de millones de dólares.

Alimentos para una población en aumento

Los peces salvajes capturados en las zonas costeras son una fuente esencial de alimentación para la acuicultura, el sistema de producción de alimentos que experimenta una expansión más rápida en el mundo y que depende en gran medida de las pesquerías marinas. Según proyecciones de la publicación OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013, la acuicultura sobrepasará a la pesca por captura como fuente principal de pescado para consumo humano antes de 2015. La producción mundial total de pescado en factorías es superior en la actualidad a la producción de res.¹

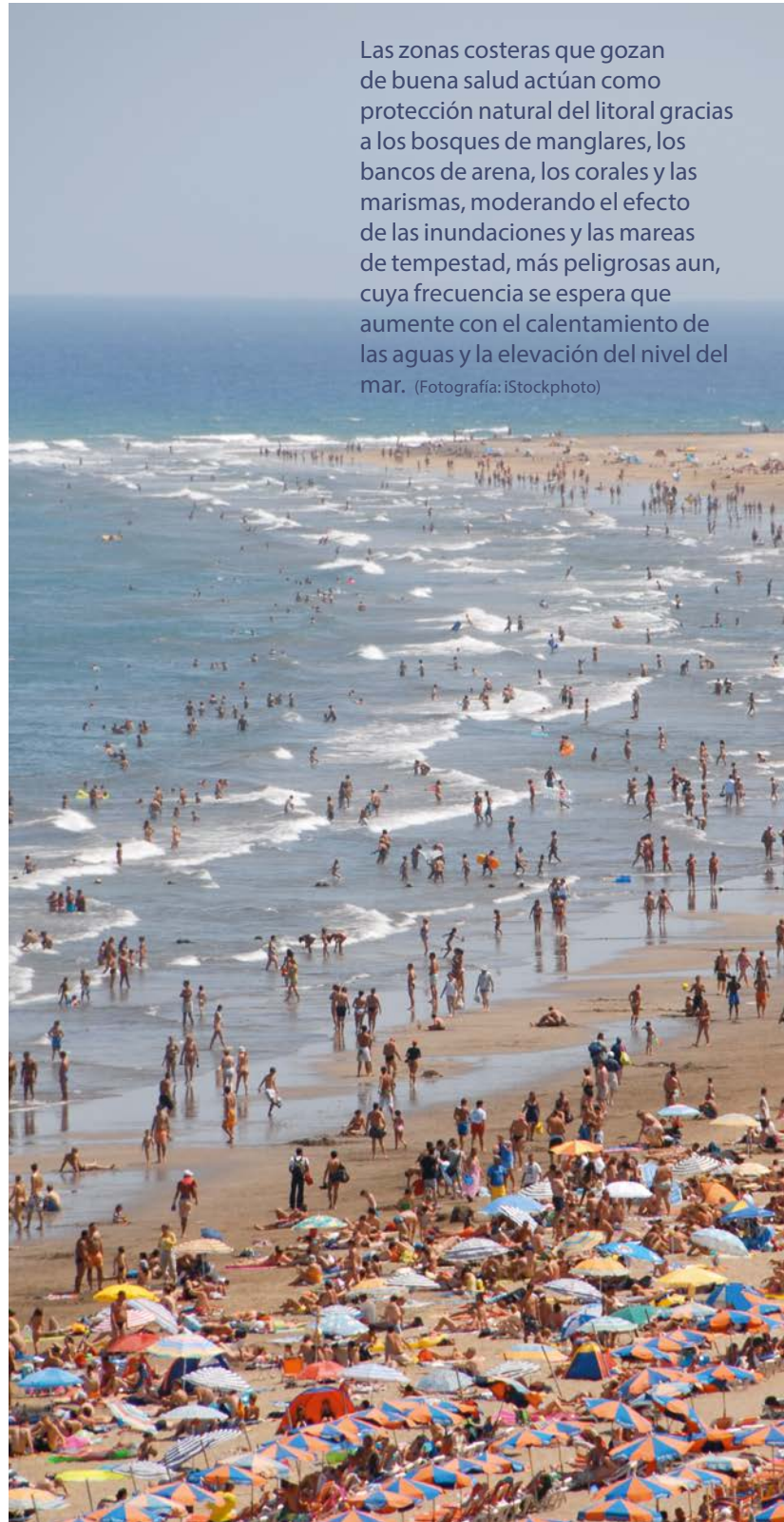
Una protección irremplazable

Las zonas costeras representan una enorme contribución a la sostenibilidad de los ecosistemas y las economías y, por consiguiente, es imperativo preservarlas. Actúan como protección natural de la costa gracias a los bosques de manglares, bancos de arena, corales y marismas, moderando el efecto de las inundaciones y las mareas de tempestad, más peligrosas aun, cuya frecuencia se espera que aumente con el calentamiento de las aguas y la elevación del nivel del mar. Los arrecifes coralinos, por ejemplo, cortan el oleaje e impiden que cause daños al litoral y sus defensas naturales. Pero estas protecciones naturales están ellas mismas amenazadas, lo que hace a las costas más vulnerables. El coral, por ejemplo, es sensible al aumento de la temperatura de los océanos y a la mayor acidez, y cada vez peligra más. Según el PNUMA, cada año desaparece un 7 % de manglares, plantas de salinas y praderas marinas.

Sumidero de carbono

Estas barreras protectoras naturales que se están debilitando cumplen una función doble, moderando las alteraciones del clima. Los sumideros de carbono "azul", como los manglares, los vegetales de las salinas y las praderas marinas, capturan más de la mitad de las

Las zonas costeras que gozan de buena salud actúan como protección natural del litoral gracias a los bosques de manglares, los bancos de arena, los corales y las marismas, moderando el efecto de las inundaciones y las mareas de tempestad, más peligrosas aun, cuya frecuencia se espera que aumente con el calentamiento de las aguas y la elevación del nivel del mar. (Fotografía: iStockphoto)



emisiones de carbono capturadas por medios naturales. El PNUMA estima que la capacidad de captura de carbono "azul" de la Tierra equivale a la mitad de las emisiones anuales procedentes del sector del transporte mundial.

Amenazas

Además de las amenazas para la protección natural de las costas, hay otras varias amenazas reversibles que se ciernen sobre estos tesoros ecológicos.

Escorrentía

La escorrentía procedente de la agricultura provoca floraciones de algas en las zonas costeras, que pueden dar lugar a una contaminación tóxica de los alimentos marinos y posteriormente a zonas muertas sin oxígeno (véase "Pollution Effects on Oceans and Marine Life", páginas 24-25). Los herbicidas presentes en la escorrentía pueden acabar con los manglares, reduciendo así la diversidad, ya que estos actúan como viveros de peces.

Dragados y vertidos

Los puertos han de tener canales más profundos para

Industrial effluent can be treated using radiation without adding any other chemical substances or generating radioactivity. This technique can be used to clean wastewater and reclaim water for use in industry and agriculture.

permitir el paso de cargueros remolcados cada vez más adentro, pero los sedimentos dragados arrastran contaminantes que se vierten, concentrados, en zonas que, de no ser por ello, no sufrirían alteraciones. Las formas de vida que no pueden escapar quedan enterradas, y esas sustancias nocivas contaminan el ecosistema. Cada año se vierten en el mundo cientos de millones de metros cúbicos de sedimentos.

Aguas residuales

Las aguas servidas de los municipios hacen aumentar la turbiedad del agua, lo que limita la cantidad de luz que llega a ciertos organismos, como las algas, las hierbas marinas y los corales. Los sólidos sepultan la vida marina de los fondos. Las aguas servidas no tratadas transportan también agentes patógenos que pueden causar enfermedades como el tífus, la hepatitis o el cólera. Resulta difícil y caro eliminar el nitrógeno presente en las aguas servidas, y, cuando llega al mar, puede provocar zonas muertas o ampliarlas y aumentar la turbiedad. El PNUMA estima que, en los países en desarrollo, hasta el 90 % de las aguas servidas municipales que se vierten en ríos, lagos y zonas costeras no recibe tratamiento alguno.

Debilitamiento de la resiliencia

La combinación de estas amenazas lleva la resiliencia del medio ambiente marino a un punto extremo, más allá del cual ya no puede recuperarse. Según el informe del PNUMA sobre el carbono azul, el carbono bajo y las pesquerías de las zonas costeras pueden cobrar nuevos ímpetus si se adoptan medidas para regular las actividades nocivas, por ejemplo, la utilización del litoral, la eliminación de los manglares, el uso excesivo de fertilizantes, el encenagamiento provocado por la deforestación, la pesca excesiva y un desarrollo insostenible de las costas.

Soluciones

Los isótopos radiactivos o "radiotrazadores" se usan para medir con precisión la eficiencia purificadora de las instalaciones de aguas servidas y de producción de agua potable, contribuyendo a su diseño y mejorando su rendimiento. Se pueden detectar fiablemente cantidades mínimas de radiotrazadores en el procesamiento a gran escala, como las plantas de tratamiento por las que pasan cada día millones de litros de efluentes. (Para más información sobre los radiotrazadores, véase página 7.).

El fango del alcantarillado, que normalmente se vertería en vías fluviales, se puede irradiar para producir tanto fertilizantes como agua estéril para usos agrícolas, mejorar el rendimiento de las cosechas y la seguridad alimentaria, y reducir la demanda de agua potable. Las técnicas isotópicas sirven para cartografiar el desplazamiento de los sedimentos y asegurarse de que el material dragado se puede verter en una zona desde la que no puede migrar a regiones ecológicamente sensibles ni volver al puerto dragado.

Un efluente industrial se puede tratar con radiación sin agregar ninguna otra sustancia química o generar radiactividad. Esta técnica puede servir para purificar aguas servidas y recuperar agua para su uso en la industria y la agricultura. La irradiación elimina pesticidas orgánicos y compuestos tóxicos persistentes. Un haz de electrones puede irradiar aguas servidas que contengan productos químicos resistentes a su desintegración por calor, como los que se emplean en la fabricación de tintes para productos textiles. Después de la irradiación, esos productos químicos se vuelven inoocuos o se convierten en sustancias fáciles de eliminar mediante técnicas de tratamiento convencionales.

Peter Kaiser, División de Información Pública del OIEA

¹Earth Policy Institute, Plan B Updates; del 12 de junio de 2013; Farmed Fish Production Overtakes Beef; Janet Larsen y J. Matthew Roney.

COLABORADORES

Yukiya Amano
Michail Angelidis
Eleanor Cody
Aabha Dixit
Aleksandra Sasa Gorisek
Lina Hansson
Sasha Henriques
Cath Hughes
Peter Kaiser
Christopher James Kavanagh
Michael Amdi Madsen
Richard Murphy
Harmut Nies
David Osborn
Iolanda Osvath
Louise Potterton
Peter Rickwood
Sunil Sabharwal
Agnes Safrany
Kesrat Sukasam
Michel Warnau

International Atomic Energy Agency Scientific Forum

THE BLUE PLANET

Nuclear Applications for a Sustainable Marine Environment

17–18 September 2013, Vienna, Austria



IAEA

International Atomic Energy Agency