

Industria



Las aplicaciones de los radiotrazadores y las fuentes selladas ayudan a vigilar el movimiento de sedimentos

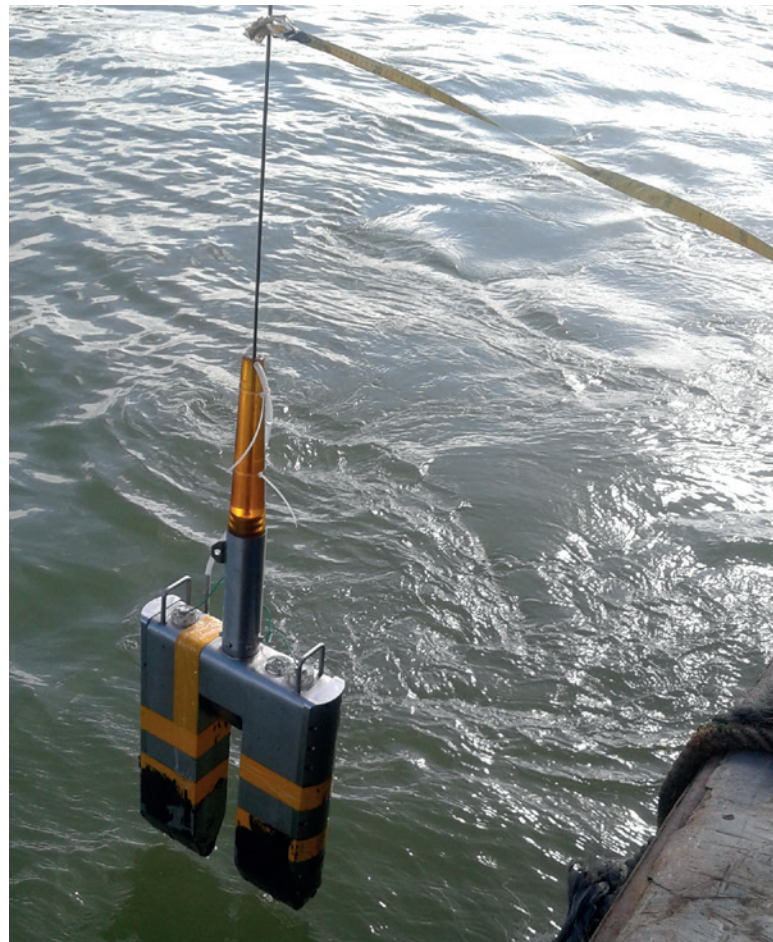
RESUMEN

1. Más de la mitad de la población mundial vive en zonas costeras, estuarios y riberas en los que existen problemas relacionados con el transporte de sedimentos como consecuencia directa de la erosión acelerada del litoral.
2. Los estudios sobre el transporte de sedimentos en los ríos y las costas son fundamentales para la construcción y el mantenimiento de infraestructuras críticas, como puertos y muelles, la rehabilitación del litoral y los proyectos de dragado y riego.
3. Las aplicaciones de los radiotrazadores y las fuentes selladas se utilizan mayormente para vigilar el movimiento de los sedimentos en los ríos y mares a fin de proporcionar datos esenciales para la construcción y el mantenimiento de obras, como presas e instalaciones portuarias, en las zonas fluviales y marítimas.

INTRODUCCIÓN

La costa y el lecho marino son regiones dinámicas en que los sedimentos experimentan fases de erosión, transporte, sedimentación y consolidación. Entre las principales causas de estos cambios figuran la elevación del nivel del mar, las olas y tsunamis causados por terremotos, los aludes de lodo, las lluvias intensas y las tormentas. Las actividades humanas, como la construcción de diques marítimos y embarcaderos y el dragado de las desembocaduras de los ríos, también pueden perturbar el flujo natural de la arena.

Las consecuencias socioeconómicas de los cambios en los sedimentos plantean retos de trascendencia mundial. No obstante, hay opciones viables para ofrecer información pertinente a fin de vigilar y evaluar el transporte de sedimentos, una de las cuales es el uso de las aplicaciones de los radiotrazadores y las fuentes selladas.



Los medidores de dispersión y transmisión de rayos gamma, como el medidor de turbidez JJD3, se utilizan para mediciones de campo de las elevadas concentraciones de los sedimentos depositados en los puertos, los canales de navegación, los embalses y los ríos.

(Fotografía: P. Brisset/OIEA)

El OIEA ayuda a los países a vigilar el movimiento de los sedimentos utilizando radiotrazadores. Estos métodos basados en la radiactividad pueden contribuir a la investigación de la dinámica de los sedimentos, al ofrecer unos parámetros importantes para mejorar el diseño, el mantenimiento y

la optimización de las estructuras de ingeniería civil. Desde los años sesenta, los radioisótopos utilizados como trazadores y las fuentes selladas han sido instrumentos útiles y, a menudo, irremplazables para los estudios del transporte de sedimentos.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ESTUDIAR EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS?

La gestión de los sedimentos es un factor clave que deben tener en cuenta todos los países con miras a proteger sus costas y su población del movimiento de los sedimentos, que puede dar lugar a inundaciones, corrimientos de tierras o la pérdida de llanuras inundables y de terrenos agrícolas.

Entender el comportamiento y los efectos del movimiento de los sedimentos es importante para la construcción de instalaciones portuarias, el dragado, los proyectos de ingeniería, el transporte de contaminantes, la protección de llanuras inundables y costas, la protección de la población, la calidad del agua, el turismo, la ordenación de las zonas costeras y la protección medioambiental de los hábitats.

Disponer de conjuntos de datos de campo precisos y concluyentes sobre el movimiento de los sedimentos y sobre las condiciones que llevan a la erosión y al transporte hace posible que los países elaboren estrategias de gestión eficaces para prevenir los daños al medio ambiente y medidas rentables para proteger y prevenir el agotamiento de los sedimentos.

Un problema típico relacionado con el movimiento de los sedimentos es cómo gestionar el agua en los puertos para asegurar que tengan la profundidad suficiente para que los buques puedan maniobrar. Para ese fin, se hacen operaciones de dragado. Es muy importante seleccionar un lugar adecuado para la eliminación del material dragado, a fin de que el flujo de sedimentos dragados de vuelta al canal de navegación se mantenga al mínimo.

¿QUÉ SON LOS RADIOTRAZADORES?

Los trazadores son sustancias con propiedades físicas, atómicas o nucleares y químicas o biológicas que pueden ayudar a identificar, observar o vigilar el comportamiento de diversos procesos físicos, químicos o biológicos. Los trazadores radiactivos se utilizan ampliamente para medir el caudal de líquidos, gases y sólidos.

LAS TÉCNICAS RADIOISOTÓPICAS AYUDAN A RASTREAR EL MOVIMIENTO DE LOS SEDIMENTOS

Los científicos utilizan técnicas nucleares para estudiar la acumulación y el transporte de sedimentos en los grandes puertos y prestan un apoyo esencial en muchos proyectos de ingeniería civil. Las técnicas radioisotópicas se emplean con frecuencia para vigilar los desplazamientos de sedimentos (grava, arena y limo) en los ríos y mares. Esa información es necesaria para construir y mantener obras fluviales y marítimas, como presas, canales de navegación y cuencas portuarias, así como para diseñar y mantener barreras para las playas y proteger el litoral de la erosión.

Se utilizan dos tipos de técnicas radioisotópicas para los estudios del transporte de sedimentos:

1. radiotrazadores que rastrean y vigilan el movimiento de partículas sólidas bajo la acción de las olas y las corrientes de agua, y
2. fuentes selladas de radioisótopos (sondas nucleónicas o instrumentos nucleares) para medir la concentración o la densidad de los sedimentos y las mezclas de aguas en los ríos, estuarios, embalses y canales de navegación.

Esas técnicas ayudan a obtener información cuantitativa, por ejemplo sobre la dirección, velocidad y densidad del movimiento de los sedimentos. Los trazadores ayudan a determinar el transporte de sedimentos asimilando las dinámicas de olas y corrientes de mareas y los procesos de transporte de sedimentos relativos a la erosión, el transporte, el asentamiento y la deposición. Mientras que los medidores de dispersión y transmisión de rayos gamma se utilizan para vigilar los sedimentos, los radiotrazadores se usan para medir, de forma estática o dinámica, la concentración de los sedimentos depositados.

Las técnicas de radiotrazadores son un método eficaz para investigar la dinámica de los sedimentos, dado que con ellas se puede determinar con exactitud y en tiempo real hacia dónde y cómo se desplazan los sedimentos. Un procedimiento que se usa con frecuencia consiste en introducir pequeñas cantidades de un radioisótopo (por ejemplo, oro 198 o iridio 192) en las muestras de sedimentos que se vayan a analizar, colocándolas en puntos clave

de muestreo, y luego hacer un seguimiento de su desplazamiento con detectores enganchados a barcos.

Las técnicas de trazadores también suelen usarse para validar los resultados de otros métodos empleados para estudiar el comportamiento de los sedimentos, por ejemplo los reconocimientos batimétricos, que ayudan a medir la profundidad del agua, o los modelos matemáticos y físicos, que se adaptan para tales estudios. Además, cada vez hay más tendencia a analizar los experimentos con radiotrazadores mediante la dinámica de fluidos computacional, una rama de la mecánica de fluidos en que se usan análisis numéricos y algoritmos para estudiar el movimiento de los líquidos. Se espera que eso dé lugar a modelos más fiables y a mejores técnicas para validar los resultados.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS

El transporte de sedimentos depende principalmente de las condiciones del viento, las olas y el clima. Para entender el comportamiento de los sedimentos en distintos medios, es útil conocer algunas de las definiciones y propiedades de los sedimentos.

La densidad de la mayoría de los sedimentos es de unos $2,65 \text{ g/cm}^3$, aunque las dimensiones y formas varían. Los sedimentos pueden clasificarse según el tamaño de los granos, desde la arcilla hasta la grava. La clasificación de Wentworth (1922)¹ es una de las más conocidas en el ámbito de la sedimentología. Comprende cuatro tipos de partículas:

1. Grava: partículas de más de 2 milímetros (mm) de diámetro;
2. Arena: partículas de entre 63 micrómetros (μm) y 2 mm de diámetro;
3. Limo: partículas de entre $2 \mu\text{m}$ y $63 \mu\text{m}$ de diámetro, y
4. Arcilla: partículas de menos de $2 \mu\text{m}$ de diámetro.

Los estudios del transporte de sedimentos en los mares, ríos y embalses suelen centrarse en la arena y el limo. Hay distintas subclasificaciones de la arena según el tamaño de las partículas.

¹Wentworth, C. K., 1922, "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments", en *The Journal of Geology*, vol. 30, Nº 5, págs. 377 a 392. Puede consultarse en: www.jstor.org/stable/30063207



Sistema de detección de espectrometría gamma portátil GISPI (Gamma in Situ Portable Device) montado delante de un vehículo, como los automóviles utilizados para trazar la radiactividad natural de los sedimentos en zonas costeras.

(Fotografía: J. Bezuidenhout/Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Stellenbosch, Sudáfrica)

APOYO DEL OIEA

El OIEA apoya a sus Estados Miembros en la promoción y aplicación de tecnologías de radioisótopos para proteger la ingeniería de costas y prestar mejores servicios al sector medioambiental. Esto contribuye a lo siguiente:

- promover y prestar servicios de radiotrazadores y fuentes selladas para la ingeniería de costas, la gestión de ríos y el mantenimiento de presas;
- alentar a los estudiantes universitarios de las facultades de ciencias del medio ambiente e ingeniería civil a que amplíen sus conocimientos y hagan uso de las técnicas de radiotrazadores y fuentes selladas en la investigación y el desarrollo, y
- concienciar a los ingenieros y gestores de los sectores del medio ambiente y la ingeniería de costas acerca del potencial de las técnicas de radiotrazadores para investigar emplazamientos y estructuras de litoral complejos.

Por medio del programa de cooperación técnica del OIEA se ha impartido capacitación en los laboratorios del OIEA en Seibersdorf (Austria) y se han patrocinado pasantías en los laboratorios de algunos Estados Miembros para la realización



Capacitación impartida por expertos del OIEA sobre el uso de un medidor nucleónico para vigilar la concentración de sedimentos a lo largo del canal de acceso al puerto de Larache (Marruecos). (Fotografía: P. Brisset/OIEA)





de estudios de sedimentos con aplicaciones de radiotrazadores. El OIEA desempeña un papel importante en la tarea de facilitar la transferencia de tecnología de radiotrazadores. Presta asistencia a los países en el desarrollo de sus recursos humanos, apoya la formación de jóvenes especialistas y ayuda a mantener las buenas prácticas necesarias para garantizar la sostenibilidad de las tecnologías y la transferencia de conocimientos. La preparación de material didáctico para especialistas y usuarios de radiotrazadores es uno de los objetivos clave de esta importante asistencia destinada a mejorar la protección de las costas y los ríos.

ÁMBITOS EN QUE LOS ESTADOS MIEMBROS PUEDEN BENEFICIARSE DE LA ASISTENCIA DEL OIEA

- Creación de capacidad en el uso de radiotrazadores para la protección de las costas.
- Concienciar acerca de cómo pueden estas técnicas contribuir a unos programas mejores de gestión de sedimentos.
- Establecer vínculos regionales para detectar ámbitos problemáticos del transporte de sedimentos y evaluar cómo pueden contribuir los radiotrazadores a que se apliquen medidas más efectivas para prevenir y controlar el agotamiento de los sedimentos.

Las *Sinopsis* del OIEA son elaboradas por la Oficina de Información al Público y Comunicación

Redacción: Aabha Dixit • Diseño: Ritu Kenn

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite www.iaea.org, siganos en    

o lea la publicación emblemática del OIEA, el *Boletín del OIEA*, en www.iaea.org/bulletin

OIEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria

Correo electrónico: info@iaea.org • Teléfono: +43 (1) 2600-0 • Fax +43 (1) 2600-7

