



Una mirada al uso de trazadores en Ingeniería Ambiental Hidráulica

Los trazadores

Los trazadores son sustancias que introducidas en pequeñas cantidades en un medio, permiten seguir su flujo o movimiento, debido a que sus propiedades (químicas, físicas, nucleares o biológicas) se distinguen de las del medio, posibilitando ser rastreados y medir su concentración, sin afectar al ambiente, ni a la salud. En Ingeniería Ambiental Hidráulica resulta muy útil el



Autor **Roberto Suárez Antola**

Licenciado en Física (Universidad de la República – Uruguay)

Doctor en Ciencias con formación en Medicina e Ingeniería

Ex Profesor Universitario y Ex Director de Departamento (1973-2015)

Dirigió los laboratorios (DINATEN/ MIEM) 1989-1999

Director científico (OMNIA Sciences/Technologies/Services – Uruguay)

Asesor del MIEM

Recibió varios premios¹

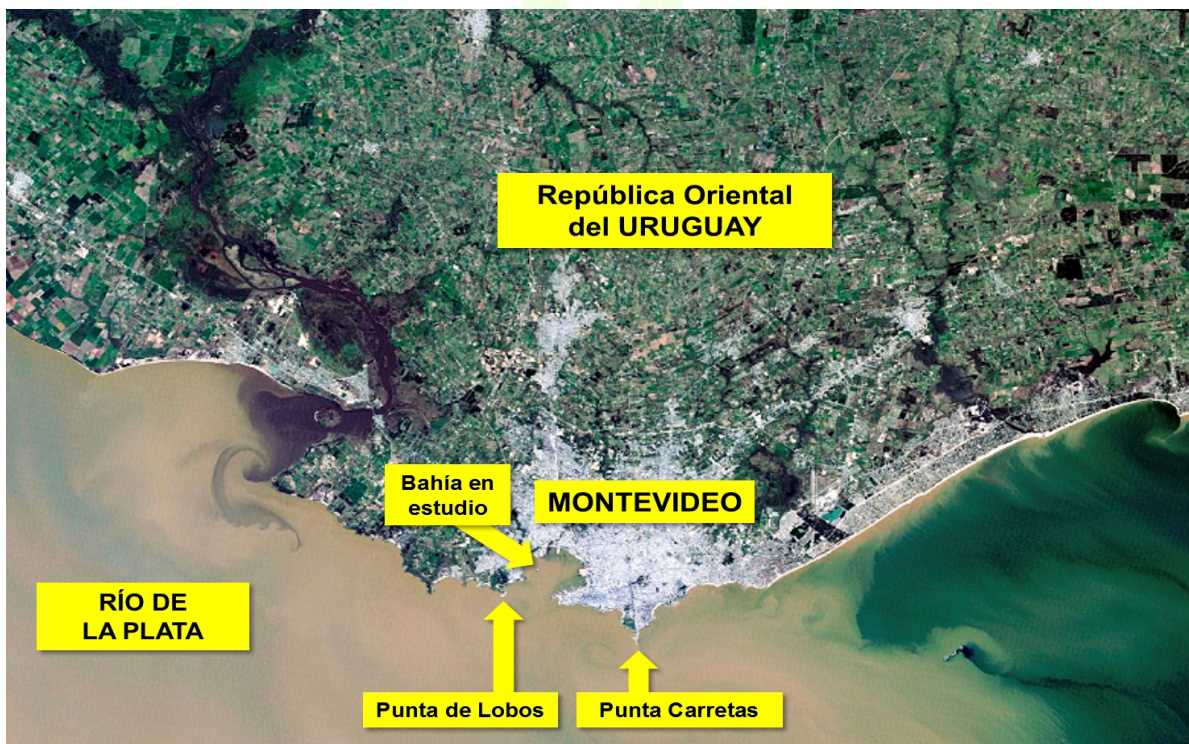


Imagen satelital de la bahía de Montevideo (Uruguay) y sus aguas costeras adyacentes, objeto de nuestro estudio ambiental. (Fuente: El autor)

empleo de trazadores y para ello se utilizan sustancias de distinto tipo: *isótopos radioactivos* (como el tritio, vida media 12,3 años, y el iodo-131, vida media 8 días), *moléculas orgánicas* (como rodamina y uranina) que emiten radiaciones fluorescentes, *sales inorgánicas* que alteran la conductividad eléctrica de una solución acuosa, *gases* con diferentes propiedades fisicoquímicas respecto de los componentes de mezclas gaseosas a las que se los incorpora, entre otros. En el ejemplo presentado en esta Hojita, el medio donde se inyectaron este tipo de trazadores fue el agua de la bahía frente a la ciudad de Montevideo (Uruguay), cuya circulación se deseaba estudiar, y las aguas costeras adyacentes cuya interacción con el

agua de la bahía se deseaba investigar.²

Ejemplos de aplicación

El diseño y la ejecución de los experimentos con trazadores no es algo sencillo. Los mismos requieren mediciones de muchas variables (además de las concentraciones del trazador): tiempos, posiciones y profundidades, fondo de radiación ionizante, vientos locales, perfiles de corriente, temperatura, salinidad y turbidez. Para ello es necesario contar con los instrumentos adecuados: cronómetros, GPS, ecosondas, detectores de radiación gamma, anemómetros,



Inyección de uranina en las aguas costeras próximas a la bahía. (Fuente: El autor)

termómetros, medidores de salinidad en agua, etc. A veces se requiere medir también otras propiedades, como la demanda biológica de oxígeno del cuerpo de agua investigado, que se relaciona con la presencia de materia orgánica. Como herramientas de diseño, se emplean programas de computación basados en modelos matemáticos de pronóstico que permiten estimar el mejor sitio de inyección y la cantidad de trazador más adecuada. Para interpretar y analizar los resultados obtenidos se emplean programas basados en modelos matemáticos de diagnóstico. Con el fin de estudiar la dinámica de circulación y la renovación del agua en la bahía frente a la ciudad de Montevideo (Uruguay), en 1991 se inyectaron agua con tritio y uranina, estimándose un tiempo promedio de permanencia del agua en la bahía de 29 horas. Se comprobó por medio de estos trazadores que cuando la corriente (por marea alta) se dirige al Oeste, la bahía en general tiende a llenarse. Cuando la corriente se dirige al Este, aparece un patrón de circulación neta en sentido horario: el agua del estuario entra a la bahía desviada por la escollera oeste, y sale por el canal de navegación, mezclándose con las aguas costeras adyacentes. Posteriormente, entre 1993 y 1996, se realizó una nueva serie de experimentos con trazadores empleándose tritio, rodamina y uranina. Para obtener información sobre el funcionamiento del emisor subacuático³ de Punta Carretas se marcó su descarga con iodo-131. En 2001 se estudió la capacidad de autodepuración de las aguas costeras en la región de Punta de Lobos, ubicada al Oeste de la boca de la bahía, para obtener información destinada a estimar la longitud mínima de un segundo emisor subacuático para la ciudad de Montevideo.

Conclusiones

En base a estos estudios se obtuvo mucha información. Se determinaron direcciones y velocidades de movimiento de masas de agua. Se estimaron tiempos de transporte de sustancias entre la bahía y las playas próximas y tiempos de autodepuración (por radiación UV y salinidad del agua) en las aguas costeras.

Por su gran utilidad, desde hace años, se utilizan distintas sustancias trazadoras, también en biología, medicina, industria y ciencias de la Tierra.



Equipo detector de radiación gamma.

ARRIBA: Algunos detectores con sus conectores y cables de alimentación eléctrica y de transporte de señales.

ABAJO: Unidad de recepción y análisis de señales, con capacidad para trabajar con 38 detectores en simultáneo.

(Fuente: El autor)

REFERENCIAS

1 El Autor fue premiado por las Academias Nacionales de Medicina (1985), de Ingeniería (2004) y por el MIEM - Premio Génesis (1987).

2 Estos ejemplos se basan en un trabajo científico (Suárez Antola R, "Estudios con trazadores en las aguas costeras del Departamento de Montevideo", Actas de Trabajos Completos E-ICES 8, CNEA, Argentina, pp. 368- 385, 2013) y en una presentación efectuada por el autor en conmemoración de los 100 años del Instituto Geológico, Montevideo, DOI:10.13140/RG.2.2.11362.63680.

3 Es una tubería que se utiliza para conducir agua de desecho mar adentro, lejos de la línea costera.

ABREVIATURAS

DINATEN: Dirección Nacional de Tecnología Nuclear
MIEM: Ministerio de Industrias, Energía y Minería de la República Oriental del Uruguay

TEMAS RELACIONADOS

- Una mirada al uso de radioisótopos en Medicina.
- Una mirada a las aplicaciones de la tecnología nuclear en el campo de la salud.



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2020/1º ISBN: 978-987-1323-12-8