La hidrología isotópoca en América Latina

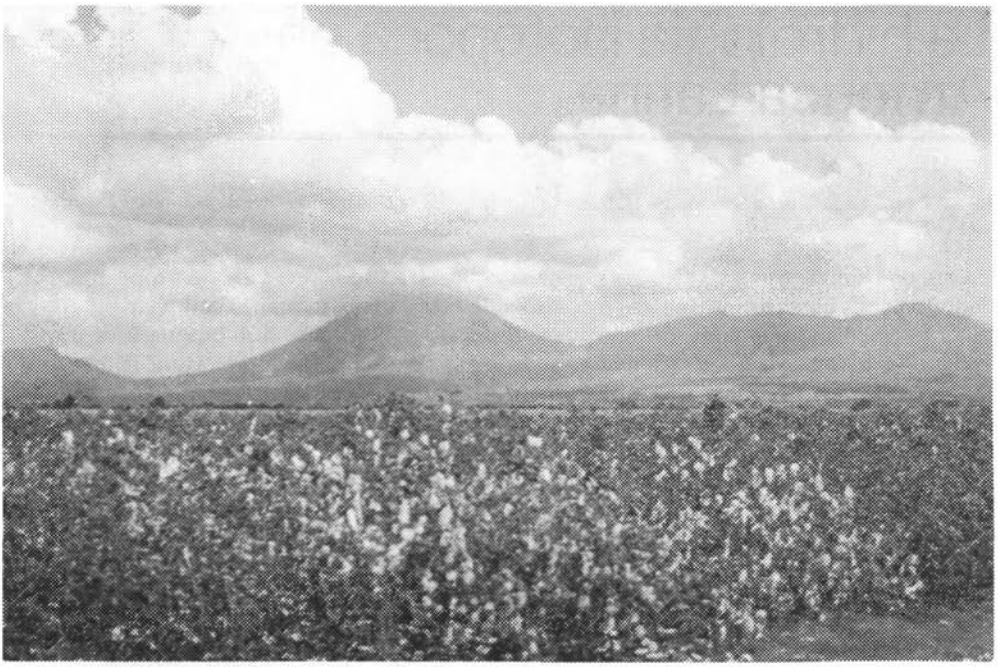
Por Bryan R. Payne

El Sr. Payne es Jefe de la Sección de Hidrología Isotópica de la División de Investigaciones y Laboratorio del OIEA.

Existe una amplia gama de técnicas nucleares aplicables a toda una serie de problemas hidrológicos. Estas técnicas se van reconociendo como un instrumento complementario y, en algunos casos, indispensable, del que puede disponer el hidrólogo en su búsqueda de soluciones para hacer frente a la creciente demanda de agua para la agricultura, la industria y el abastecimiento de la población. En América Latina, encontramos ejemplos de empleo de casi todas estas técnicas hidrológicas nucleares. El propósito de este artículo es exponer en forma resumida información sobre la situación de la hidrología isotópica en la región y sobre los tipos de problemas a que se han aplicado tales técnicas.

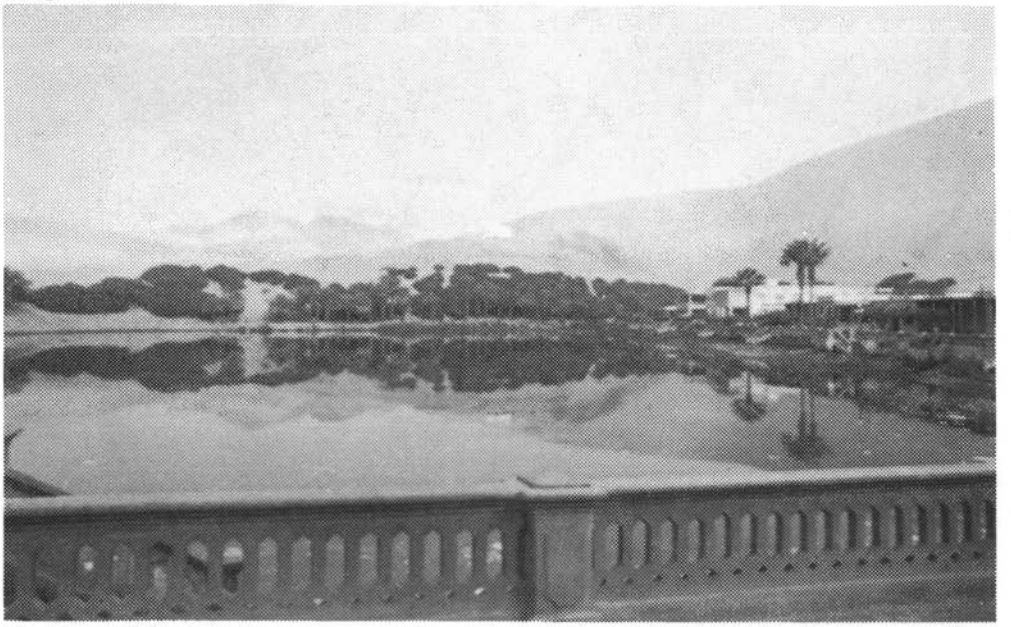
El conocimiento del movimiento de los sedimentos reviste importancia para, por ejemplo, mantener despejados los canales de navegación, decidir los puntos de toma de agua de refrigeración para las centrales eléctricas e investigar el problema que plantea la acumulación de sedimentos en los embalses. El empleo de técnicas de radiotrazadores ha aportado valiosas soluciones a estos problemas. La Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina ha empleado estas técnicas en relación con la conservación del canal que une el Río de la Plata con el puerto de Buenos Aires. En Brasil y Chile se han abordado problemas análogos gracias a la asistencia técnica recibida, la cual incluye la ayuda de expertos enviados por el

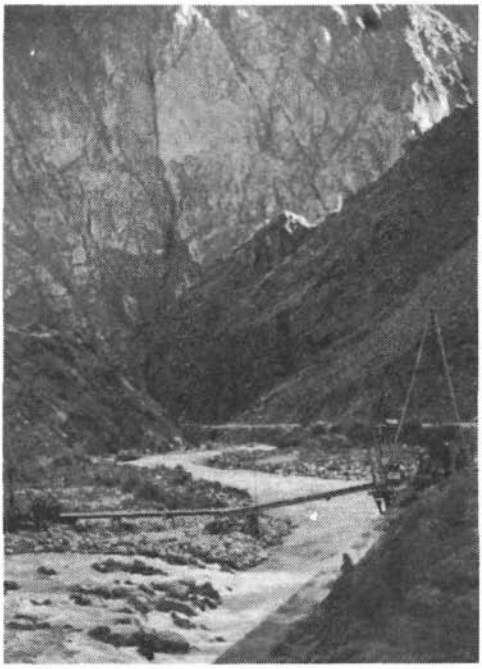
Vista aérea de la desviación de las aguas del embalse de Morelos, en el río Colorado, para el riego del Valle de Mexicali, en México. Para el estudio de problemas relativos al origen de las aguas y a su salinidad se está recurriendo a técnicas de empleo de isótopos ambientales. Fotos: OIEA/Payne.



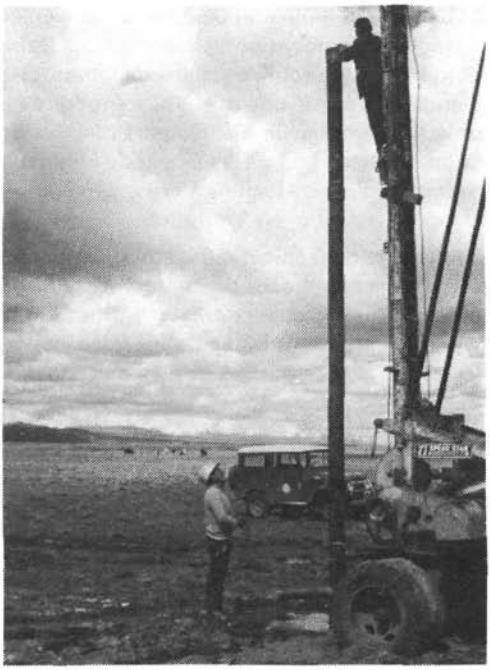
Plantación de algodón en la planicie de Chinondega (Nicaragua), donde el OIEA cooperó en un proyecto en gran escala del PNUD y llegó a la conclusión de que dichas aguas proceden de la infiltración de las precipitaciones ocurridas en las montañas a altitudes superiores a 280 metros.

Oasis en un desierto costero al sur de Lima (Perú). Una misión especial enviada por el OIEA asesoró sobre el empleo de técnicas isotópicas para el estudio y aprovechamiento de las aguas subterráneas de la región.





Vista del río Rimac, en las estribaciones de los Andes, en el Perú. En relación con la selección de una toma de agua vía un túnel para una central hidroeléctrica, el OIEA ha asesorado sobre la viabilidad de aforar el río utilizando radioisótopos.



Muestreo de agua para el análisis de los isótopos ambientales en el Altiplano de Bolivia, para estudiar el origen de las aguas subterráneas dentro del marco de un proyecto en gran escala del PNUD relativo a la evaluación de los recursos hídricos.

Prueba de bombeo en Jamaica, donde el OIEA llevó a cabo estudios isotópicos en relación con un proyecto del PNUD.

OIEA para combinar el empleo de las técnicas tradicionales y de radiotrazadores. Actualmente, un grupo de especialistas trabaja en el Instituto de Pesquisas Radiactivas de Belo Horizonte sobre modelos de laboratorio y sobre el transporte fluvial de sedimentos, atendiendo especialmente a los métodos de interpretación cuantitativa. Estas técnicas se han utilizado también en México para diversos estudios, entre ellos uno relativo al movimiento de las arenas en la zona del Golfo de México, próximo al emplazamiento propuesto para la central nuclear de Laguna Verde. Un equipo francés ha utilizado también estas técnicas en el lago Maracaibo, en Venezuela.

Se dispone de técnicas radioisotópicas para medir la dirección y velocidad de las aguas subterráneas en pozos de sondeo. Esta información es de especial utilidad al estudiar problemas relacionados con las estructuras hidraúlicas, tales como las fugas de agua en presas, y el movimiento de las aguas subterráneas en las proximidades de vertederos. De hecho, las primeras aplicaciones de este método en América Latina se remontan a los primeros años 60, en Chile.

Hasta ahora, el empleo del perfilaje radiactivo no se ha generalizado tanto en hidrología como en la industria del petróleo. Sin embargo, su utilización proporciona valiosa información sobre muchos parámetros geológicos e hidrológicos de importancia para el aprovechamiento óptimo de las aguas subterráneas. Actualmente, Cuba recibe asistencia del OIEA para ampliar las posibilidades de empleo del perfilaje radiactivo en el país.

En muchas regiones del mundo los problemas de la contaminación van cobrando cada vez mayor importancia, y la región de América Latina no constituye en modo alguno una excepción. Los radioisótopos se utilizan para estudiar las propiedades de dispersión y difusión de los lugares propuestos para la evacuación de efluentes y, de hecho, se han utilizado en el Brasil para estudiar la evacuación de los desechos desde Santos al océano. No cabe duda de que este tipo de estudio, así como el del mecanismo de transportes en los estuarios se intensificará cada vez más en años venideros.

Las variaciones de la composición isotópica de las aguas naturales según el medio ambiente da lugar a todo un conjunto de aplicaciones hidrológicas. Los isótopos ambientales de empleo más corriente son el deuterio y el oxígeno-18 (isótopos estables), y el tritio (radioisótopo), todos ellos presentes en la molécula de agua, así como el carbono-14, que se ofrece en el carbono disuelto en el agua. Este conjunto de aplicaciones se diferencia de las restantes por la extensión de la zona que puede estudiarse, la cual puede llegar a ser de varios millares de kilómetros cuadrados. Es más,con su empleo no se introduce radiactividad alguna en el sistema estudiado sino que las mediciones se efectúan con radioisótopos naturalmente presentes en el medio ambiente. El hecho de que tres de los isótopos formen parte efectivamente de la molécula de agua los convierte en trazadores ideales de ésta. Estas técnicas a base de isótopos ambientales se utilizan cada vez más en la investigación de los recursos hídricos, particularmente en los estudios de las aguas subterráneas. En realidad, debe observarse que estudios de este tipo se han realizado o lo serán en breve en casi el 60% de los Estados Miembros del OIEA que forman parte de la región de América Latina.

Los problemas relacionados con el origen de la recarga de las aguas subterráneas constituyen un ejemplo único en su género de empleo de las técnicas basadas en los isótopos ambientales. En Nicaragua, el OIEA contribuyó con su propio personal y servicios de laboratorio a un proyecto en gran escala del PNUD. Se comprobó que la recarga de las aguas subterráneas profundas de la llanura costera de Chinandega tenía lugar a altitudes superiores a 280 metros más bien que por infiltración de las precipitaciones ocurridas en la llanura. Los datos sobre los isótopos ambientales han contribuido también a elucidar el origen y movimientos de las aguas subterráneas en el Altiplano de Bolivia. Además, el OIEA participará en breve en un proyecto en gran escala del PNUD relativo al estudio de las aguas subterráneas en las proximidades de Ciudad de Guatemala.

En las regiones áridas, la salinidad de las aguas plantean problemas que restringen fuertemente el desarrollo de la agricultura y el abastecimiento de agua para la población. Estos problemas de salinidad son corrientes en la región nordeste del Brasil, y sendos grupos nacionales de hidrología isotópica que trabajan en Piracicaba y Belo Horizonte están estudiando la razón de la presencia de esas aguas salobres. El Brasil cuenta ya con medios técnicos suficientes para analizar todos los isótopos ambientales utilizados corrientemente, y está adquiriendo experiencia en el empleo de estas técnicas. Los especialistas brasileños están trabajando también en el posible empleo de los datos isotópicos ambientales para estudiar el balance hídrico de la cuenca del Amazonas. En particular, se confía en que estos datos proporcionen alguna indicación sobre la amplitud del reciclado del agua a la atmósfera por evapotranspiración dentro de la cuenca. El aspecto práctico de este estudio es el plan para una considerable desforestación y subsiguiente colonización de la región.

El estudio del origen de la salinidad en el Valle de Mexicali, en México, constituye uno de los proyectos que forman parte de un estudio realizado conjuntamente por las autoridades mexicanas y el OIEA. El estudio se lleva a cabo con servicios de asesoramiento que presta el Organismo y que complementan la ayuda prestada dentro del marco de su programa de asistencia técnica. Se ha demostrado que la infiltración de aguas superficiales de baja calidad procedentes de canales de riego constituye la causa del alto grado de salinidad en una serie de zonas del Valle de Mexicali. En otro proyecto relativo a la llanura costera al sur de Veracruz, las técnicas de empleo de isótopos ambientales han demostrado que la mayor parte de las aguas subterráneas se deben a la infiltración de precipitaciones locales más bien que a la de las aguas del Río Blanco que atraviesa dicha llanura.

En un seminario regional celebrado en la Ciudad de México en noviembre de 1973 se informó a funcionarios que desempeñan cargos de gestión, procedentes de diversas organizaciones que se ocupan de los recursos hídricos en América Latina, acerca de los principios de las técnicas hidrológicas isotópicas y sobre sus posibles aplicaciones para resolver diversos tipos de problemas. Gracias a este seminario se ha recurrido recientemente en la región a esas nuevas técnicas que sin duda se emplearán cada vez más a medida que los diversos países cuenten con medios para ello. Por ejemplo, en lo tocante al empleo de los isótopos ambientales, otros dos países de América Latina dispondrán en breve de la plena capacidad analítica necesaria para determinar la composición isotópica de las aguas naturales.

Central geotérmica de Cerro Prieto en el Valle de Mexicali, donde se emplean técnicas isotópicas para evaluar el potencial del campo geotérmico.