

Técnicas nucleares para el desarrollo sostenible: Los recursos hídricos y la vigilancia de la contaminación ambiental

Los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf y Viena, Austria, contribuyen en diversas esferas a las actividades mundiales en favor del medio ambiente

por Pier Roberto Danesi

La contaminación del aire, la tierra y los ríos se ha convertido en un grave problema que amenaza la salud pública y el medio ambiente a nivel mundial. Al mismo tiempo, unos 2000 millones de personas de 80 países del mundo viven en zonas que experimentan una escasez crónica de agua.

El aire puro y el abastecimiento adecuado de agua son factores decisivos para sustentar la vida de las plantas, los animales y las personas. No obstante, en determinadas circunstancias, la generación de desechos como consecuencia del uso en gran escala de productos químicos para fines industriales y domésticos que está asociado al desarrollo industrial puede ser muy nociva para la salud de las personas y el medio ambiente. La liberación indiscriminada de productos químicos al medio ambiente también puede modificar de manera adversa el grado en que los organismos vivos absorben oligoelementos, algunos de los cuales son necesarios para la vida solo cuando se presentan en cantidades muy discretas y controladas.

En los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf y Viena, Austria, los problemas relativos al abastecimiento de agua y la contaminación figuran entre las cuestiones ambientales importantes de que se ocupan los científicos. Por conducto de una gran diversidad de proyectos y servicios científicos y técnicos, los Laboratorios crean y transfieren tecnologías que tienen importantes aplicaciones relacionadas con el

medio ambiente, sobre todo en los países en desarrollo. En esta amplia gama de actividades figuran las evaluaciones de los recursos hídricos y de su posible contaminación, así como estudios analíticos sensibles de los metales tóxicos, los plaguicidas y otros contaminantes del ambiente. Asimismo, en esta labor a menudo se emplean métodos analíticos basados en radiaciones e isótopos que abarcan desde el análisis por activación neutrónica y fluorescencia X hasta la espectrometría por absorción atómica y las técnicas de trazadores.

En este artículo, el segundo de una serie en dos partes, se presenta una descripción selectiva de las actividades que se realizan en los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf para contribuir a los esfuerzos encaminados al logro de un desarrollo sostenible*. En muchos casos, los Laboratorios sirven de centro institucional de redes de investigación en las que participan científicos de laboratorios analíticos de todo el mundo.

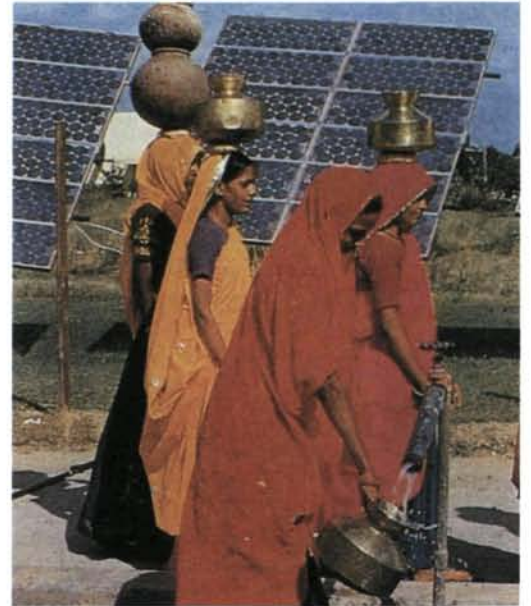
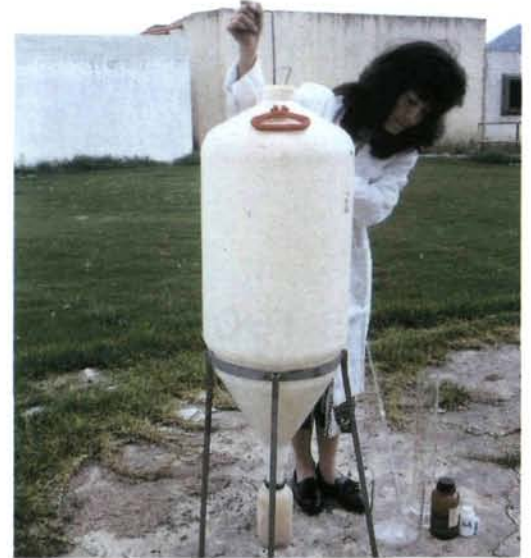
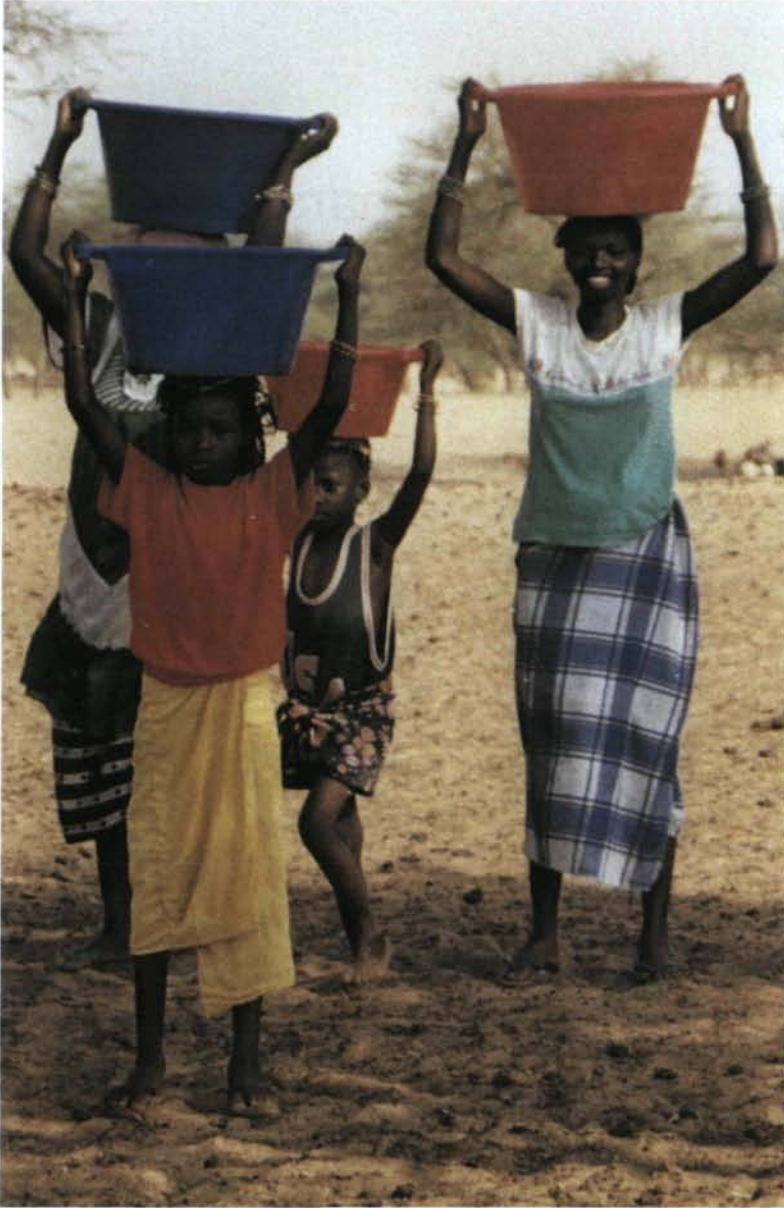
Estudios hidrológicos con el empleo de isótopos

Todo indica que a medida que crece el número de personas y de animales, los problemas mundiales relacionados con el agua empeoran de manera impresionante:

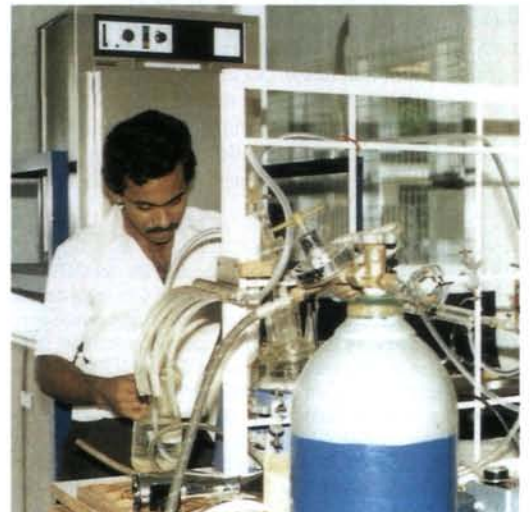
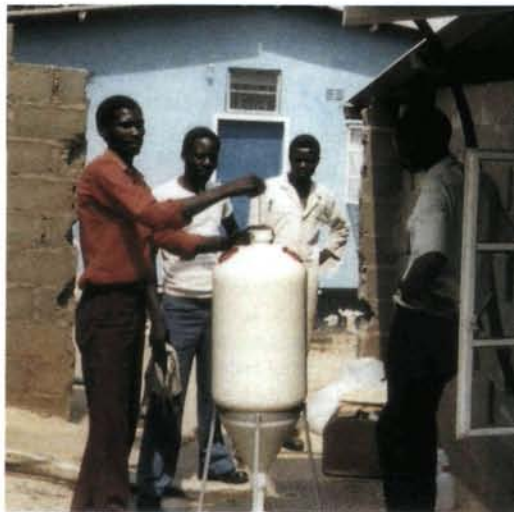
En Egipto, según las estimaciones, a finales de este siglo cada hombre, mujer y niño solo tendrá las dos terceras partes del agua con que cuenta en la actualidad. En Kenya, solo se dispondrá de la mitad. Para el año 2000, seis de los siete países de África oriental y las cinco naciones de la costa meridional del Mediterráneo sufrirán escasez de agua. Polonia, Israel y las zonas áridas de los Estados Unidos están

El Dr. Danesi es Director de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf y Viena. Este es el segundo de una serie de dos artículos publicada en el *Boletín del OIEA* que trata sobre la labor de los Laboratorios del Organismo en esferas relacionadas con el desarrollo sostenible del medio ambiente. También participaron en la elaboración de partes de este artículo los señores Markowicz, Valkovic y Zeisler de los Laboratorios del OIEA. El autor también desea agradecer la colaboración prestada por los señores Froelich, Rozanski y Parr del Departamento de Investigaciones e Isótopos del OIEA.

* El primer artículo, relativo al desarrollo agrícola y a los proyectos del programa conjunto FAO/OIEA, apareció en el *Boletín del OIEA*, Vol. 34, N° 4 (diciembre de 1992).



A fin de ayudar a los países a proteger y desarrollar sus recursos hídricos, los laboratorios del OIEA ejecutan proyectos de investigación en todo el mundo. En esta labor se utilizan habitualmente isótopos estables y radiactivos, así como técnicas analíticas nucleares y otras conexas que son instrumentos de investigación de gran sensibilidad. (Cortesía: Yurtsever, Aranyossy/OIEA)



también abocados a una situación crítica. En China, 50 ciudades ya se ven amenazadas por una grave escasez de agua, en Beijing el nivel hidrostático desciende hasta dos metros al año, y se estima que la tercera parte de los pozos del país están secos. Durante los 20 últimos años, en la India el nivel freático ha disminuido 25 metros en Tamil Nadu, mientras que en Uttar Pradesh el número de aldeas en que falta el agua ha aumentado de 17 000 a 70 000.

No solo escasean los suministros de agua, sino que además su calidad se está degradando. Las escorrentías de las tierras agrícolas, atestadas de plaguicidas y fertilizantes, contaminan los ríos, o cursos de agua y los lagos. Las aguas pluviales que fluyen de las ciudades y los centros urbanos arrastran aguas residuales, metales pesados, aceites, hidrocarburos, desperdicios, productos químicos y desechos orgánicos provenientes de los animales y el polvo. A todas luces, es preciso intensificar los esfuerzos para proteger los recursos hídricos existentes, crear nuevas fuentes de abastecimiento de agua sostenibles y mejorar la distribución y el control de las aguas.

La evaluación de los recursos hídricos reviste especial importancia en muchos países en desarrollo que no poseen suficientes datos hidrológicos convencionales. Sin embargo, en muchos otros se conocen y se explotan la mayor parte de los recursos hídricos disponibles, mientras que es muy probable que los recursos nuevos y no explorados sean limitados. Por tanto, sólo se puede enfrentar la demanda de agua protegiendo los recursos existentes. Esta labor cobra una importancia decisiva tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, y constituye una de las tareas más difíciles del futuro inmediato.

El problema tiene dos aspectos, a saber, la protección de la calidad del agua evitando o reduciendo el riesgo de contaminación de las masas de agua, y la protección contra el agotamiento de los recursos hídricos mediante una explotación sostenible.

Las técnicas isotópicas desempeñan un importante papel en la evaluación, la ordenación y la protección de los recursos hídricos. Los isótopos son un instrumento muy eficaz para estudiar las masas de agua, pues permiten determinar mejor su capacidad y realizar una explotación más racional. Se pueden emplear también para evaluar el riesgo de contaminación e investigar el movimiento y el comportamiento de los contaminantes. Los isótopos ayudan a definir las modalidades de circulación y diferenciar el movimiento del agua del de los contaminantes, que suele ser más lento a causa de su interacción con la matriz de la roca.

Es preciso disponer de datos hidrológicos en gran escala para realizar una ordenación adecuada de los recursos hídricos. En este sentido, los trazadores isotópicos radiactivos o estables de los componentes naturales del agua, el hidrógeno y el oxígeno, son instrumentos muy útiles para reunir información. Las técnicas isotópicas aventajan evidentemente las convencionales en lo que respecta a seguir el destino final de los cursos de agua. El uso de colorantes, por ejemplo, puede adolecer de pérdidas por adsorción o reacción química con componentes disueltos.

El Laboratorio de Hidrología Isotópica del OIEA, en Viena, presta apoyo a los programas

hidrológicos del Organismo. Sus actividades abarcan la prestación de servicios en virtud de contratos de investigación y proyectos de cooperación técnica del OIEA así como la medición del contenido isotópico de la precipitación para una red mundial de estaciones. Los servicios del Laboratorio incluyen análisis de las muestras de agua, distribución de materiales de referencia, asistencia en la instalación de laboratorios de hidrología isotópica en los Estados Miembros, elaboración de procedimientos de medición uniformes y organización de intercomparaciones analíticas. Existen instalaciones para el análisis del contenido de tritio del agua mediante enriquecimiento electrolítico seguido de conteo de centelleo líquido o conteo proporcional de gas, el análisis del contenido de carbono 14 del agua mediante el conteo proporcional de gas; la determinación de la relación entre los isótopos estables del deuterio y del oxígeno 18 en el agua y del carbono 13 en el dióxido de carbono mediante la espectrometría de masas; el análisis químico de los principales iones traídos contenidos en el agua; y las mediciones de la conductividad y el pH.

Isótopos ambientales en la precipitación

El Laboratorio también reúne, y ayuda a publicar datos relativos a los isótopos ambientales contenidos en la precipitación. Desde 1961, en cooperación con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el OIEA ha venido estudiando el contenido de isótopos de hidrógeno y oxígeno de la precipitación. Este programa se conoce como Red OIEA/OMM para la investigación de los isótopos en las precipitaciones y persigue varios objetivos, a saber, reunir sistemáticamente datos a fin de establecer variaciones temporales y espaciales de los isótopos ambientales en la precipitación y, en consecuencia, suministrar datos isotópicos básicos para el empleo de los isótopos ambientales en las investigaciones hidrológicas en el contexto del inventario, la planificación y el aprovechamiento de los recursos hídricos. Los datos de la red son especialmente útiles en las fases iniciales de los proyectos hidrológicos, en las que se requiere una información expedita acerca de la distribución de los isótopos ambientales en la precipitación de la zona investigada.

Por otra parte, en los últimos años han adquirido un relieve cada vez mayor otros dos importantes usos de la red: el suministro de datos para la verificación y el ulterior perfeccionamiento de los modelos de circulación atmosférica, y para las investigaciones climatológicas.

Los datos de las muestras de precipitación —tomadas en 350 estaciones meteorológicas ubicadas en 79 países— se publican periódicamente en una colección titulada *Environmental Isotope Data World Survey of Isotope Concentration in Precipitation*. En estas publicaciones se ofrece información sobre la composición isotópica del tritio, el deuterio y el oxígeno 18, junto con los respectivos errores analíticos consignados por los laboratorios que realizan los análisis. También se registran algunas variables meteorológicas (tipo y cantidad de la precipitación, presión del vapor y temperatura del aire). Aproximadamente el 50 por ciento de las muestras de precipi-

tación tomadas se analizan en los laboratorios del OIEA, y el resto, en los laboratorios de las instituciones cooperantes.

La garantía de calidad y el manejo de los datos constituyen importantes aspectos conexos. Desde que la red comenzó a funcionar se introdujeron procedimientos técnicos detallados para las estaciones de muestreo y un formato normalizado para la presentación de los datos. Además, los laboratorios del OIEA organizan intercomparaciones periódicas entre los laboratorios de las instituciones cooperantes de los Estados Miembros para mantener la calidad de los análisis.

En el Laboratorio de Hidrología del Organismo se analizan anualmente unas 500 muestras de agua recibidas de la red de precipitación para determinar el contenido de deuterio, oxígeno 18 y tritio. El oxígeno 18 se determina equilibrando las muestras de agua con dióxido de carbono, que después se emplea para la medición mediante un espectrómetro de masas de relación isotópica. El deuterio se determina mediante espectrometría de masas en el gas de hidrógeno que se desprende del agua al reducirse con zinc. Tras un tratamiento preliminar adecuado, los valores de las relaciones entre el carbono 13 y el carbono 12, así como el contenido de carbono 14 y tritio de las muestras de agua natural se determinan con instrumentos de medición de gran sensibilidad (espectrómetros de masas, contadores proporcionales de gas o contadores de centelleo líquido) cuyos límites de detección abarcan las bajas concentraciones en que esos radionucleidos se presentan en las diversas muestras.

También se realizan análisis para los proyectos de cooperación técnica y los contratos de investigación del OIEA. Para los proyectos de cooperación técnica se analizan anualmente unas 850 muestras a fin de determinar la relación deuterio/hidrógeno y oxígeno 18/oxígeno 6, 60 muestras para la relación carbono 13/carbono 12 y el contenido de carbono 14 de los carbonatos disueltos, y 600 muestras a fin de determinar el tritio. Para los contratos de investigación se analizan anualmente 300 muestras de agua con miras a determinar el contenido de deuterio y oxígeno 18, 100 para el tritio y 30 para el carbono 14.

¿Cómo se utilizan los datos suministrados por la red OIEA/OMM? Además de utilizarse ampliamente en estudios hidrológicos, los datos se emplean en las esferas de la oceanografía y la hidrometeorología. Las aplicaciones de isótopos estables, como el oxígeno 18 y el deuterio, para estudiar diversos aspectos del ciclo del agua en la atmósfera son numerosas y se amplían con rapidez. Estudios recientes han confirmado la utilidad de la base de datos de la red para verificar y perfeccionar los modelos generales de circulación a escala global. El uso de los datos de la red en dichos modelos, a nivel mundial y regional, debe contribuir a aumentar el conocimiento real de los mecanismos que controlan las condiciones climáticas actuales, lo cual aumentaría la fiabilidad de los pronósticos de las tendencias climáticas futuras, ya fueran originadas por factores naturales o antropógenos.

Las aplicaciones de los isótopos estables en la paleoclimatología sobre todo del oxígeno 18, también están debidamente fundamentadas. En las

investigaciones sobre los cambios climáticos, los regímenes de distribución de los isótopos estables en la precipitación, que se infieren de la base de datos de la red, constituyen valiosas directrices para interpretar las fluctuaciones del contenido de isótopos pesados de los materiales que se investigan. Se utilizan en el contexto de relaciones empíricas bien establecidas entre la composición isotópica de la precipitación y parámetros climáticos clave como la temperatura del aire de la superficie, la humedad relativa y la cantidad de precipitación.

Química analítica para los estudios de la contaminación

Otro de los principales temas de interés en los Laboratorios de Seibersdorf es la química analítica asociada a la vigilancia de los contaminantes inorgánicos y orgánicos que llegan al medio ambiente a causa de la producción de energía y otras actividades.

La radiactividad que ocasionan las actividades del hombre es solo un aspecto específico entre los muchos componentes diversos de la contaminación ambiental. Desde el punto de vista de sus posibles efectos nocivos para la salud, los metales pesados tóxicos constituyen el factor principal. Según estimaciones recientes, la toxicidad total anual de todos los metales pesados tóxicos movilizados sobrepasa la toxicidad total combinada de todos los desechos radiactivos y orgánicos que se generan anualmente a nivel mundial.

Aunque todos los elementos estables (y algunos radiactivos) podrían estar presentes en las muestras biológicas y ambientales, lo que se conoce sobre las concentraciones comunes y la función bioquímica, toxicológica y fisiológica de los elementos todavía se limita a un número relativamente pequeño de ellos, entre los que figuran los componentes principales y secundarios de las matrices biológicas, los elementos minerales, los oligoelementos esenciales y un pequeño número de elementos que ocasionan efectos perjudiciales conocidos a los sistemas biológico y ecológico.

De los numerosos métodos analíticos disponibles, los métodos nucleares y otros conexos resultan especialmente idóneos para obtener una información sustancial sobre la composición de diversas muestras ambientales y biológicas.

Por ejemplo, el análisis por activación neutrónica (AAN) puede utilizarse para determinar por lo general de 20 a 30 elementos en una sola muestra pequeña de sedimentos o de partículas suspendidas en el aire, o en una matriz biológica como el tejido de mejillones. La emisión de rayos X inducida por partículas (PIXE) o los métodos de análisis por fluorescencia X (AFX) pueden emplearse para determinar un número análogo de elementos. Lo más provechoso es combinar estas técnicas o complementarlas con otra técnica no nuclear de multielementos, como la voltimetría o la espectroscopía por emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP-AES).

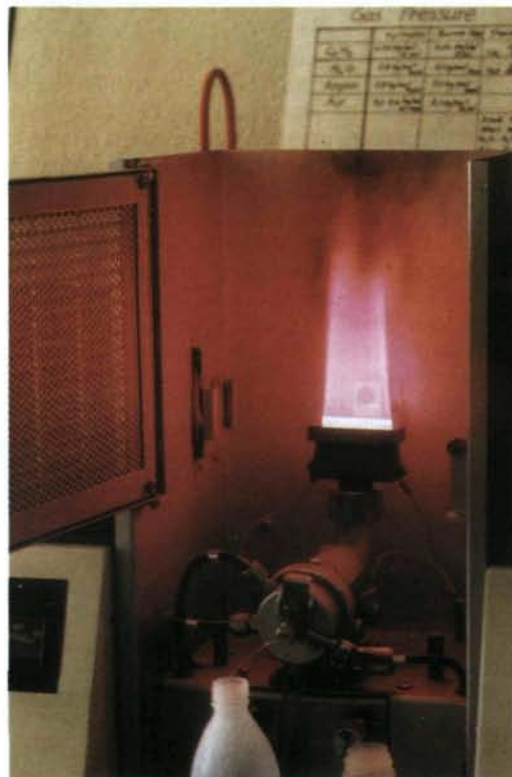
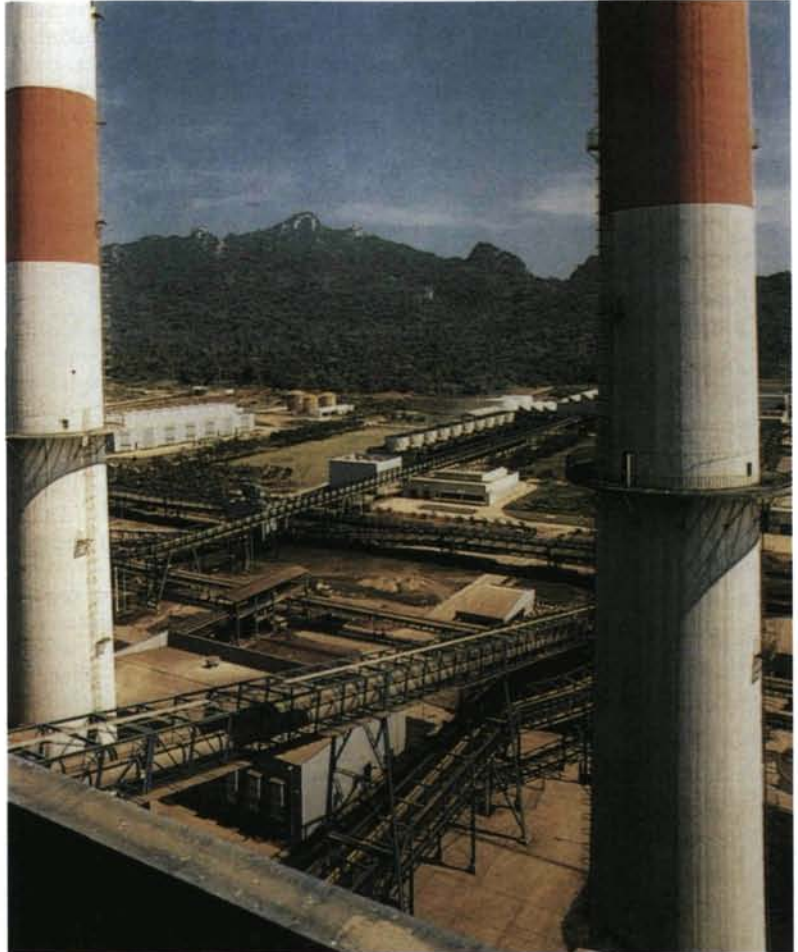
Las técnicas analíticas nucleares no bastan para responder todas las preguntas que cabría formular acerca de los metales pesados tóxicos. No obstante, poseen propiedades singulares que les permiten

determinar muchos de los componentes importantes de los desechos sólidos no radiactivos (por ejemplo, el hollín y los residuos de cola) y analizar cómo los elementos tóxicos y otros oligoelementos pueden separarse de ellos e introducirse en el medio circundante.

También son técnicas preferidas para realizar importantes tipos de estudios sobre la contaminación atmosférica, por ejemplo, determinar la composición de las partículas en suspensión en el aire, identificar las distintas fuentes de contaminación y estimar el transporte de contaminantes atmosféricos a larga distancia. Por último, las técnicas analíticas nucleares tienen importantes aplicaciones en la evaluación directa de la exposición del ser humano a los oligoelementos tóxicos (por ejemplo, mediante la exposición en el puesto de trabajo o el consumo de alimentos contaminados).

Durante muchos años el Organismo ha venido respaldando investigaciones y estudios de vigilancia de este tipo por conducto de sus Divisiones de Ciencias Biológicas y de Ciencias Químicas, y valiéndose del apoyo experimental de sus Laboratorios de Seibersdorf. Recientemente se determinó que esos estudios constituyen una esfera de problemas de alta prioridad en el contexto del Plan de Mediano Plazo del Organismo (correspondiente al período comprendido hasta 1998). Los principales objetivos de estos programas son las instituciones de investigaciones nucleares de los países en desarrollo.

Actualmente se concede especial atención a los estudios sobre la contaminación atmosférica, los desechos sólidos y la exposición del hombre al mercurio. Los servicios que prestan los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf emplean mediciones analíticas ultramodernas. Los análisis que se llevan



Diversas técnicas nucleares de gran sensibilidad se utilizan, a menudo en combinación con otros métodos, para analizar los contaminantes generados por la producción de energía y otras actividades. A la derecha, la luz incandescente roja indica la presencia de estroncio en una solución de medición que se analiza mediante la espectrometría de llama de absorción atómica. La llama azul del soplete de plasma genera temperaturas muy altas para el análisis de los oligoelementos contenidos en la atmósfera mediante espectroscopía de la emisión de plasma. (Cortesía: ADB, Laboratorios de Seibersdorf)

a cabo incluyen las determinaciones de oligoelementos en diversos materiales inorgánicos, en sustancias biológicas y productos alimenticios, en suelos, rocas y minerales, y en la lluvia y otras aguas naturales. Comprenden también la determinación de contaminantes radiactivos en los productos alimenticios y las sustancias ambientales. Se realizan todos los años unas 10 000 determinaciones. Entre las técnicas que se utilizan habitualmente figuran los AAN, la espectrometría por absorción atómica, la ICP-AES, la espectrofotometría por luz ultravioleta y la fluorimetría convencional y basada en el láser.

Por ejemplo, en el marco de un programa coordinado de investigación en curso del OIEA sobre la cantidad de oligoelementos nutricionalmente importantes, que ingiere el hombre en su régimen de alimentación diario, los Laboratorios de Seibersdorf caracterizaron en total más de 400 muestras de dietas provenientes de Australia, Brasil, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, Irán, Italia, Japón, Noruega, Portugal, Sudán, Suecia, Tailandia, Turquía y la antigua URSS.

La mayor parte de los países proporcionaron muestras de dietas tomadas en diferentes lugares, por ejemplo, de zonas urbanas industrializadas y rurales, así como de grupos de población de diferente situación social. Entre los datos figuraban elementos de importancia nutricional (sodio, potasio, aluminio, fósforo, calcio, manganeso, cromo, cobalto, hierro, cobre, zinc, selenio, magnesio) y elementos potencialmente tóxicos (arsénico, cadmio, mercurio y plomo).

Esta labor se emprendió con el fin de obtener mejor información acerca de los actuales márgenes dietéticos de los elementos nutricionales y del consumo adecuado de otros elementos en condiciones de seguridad. Los datos de los países seleccionados, sus regiones y grupos de población pueden servir de referencia para registrar desviaciones o elaborar planes de acción concretos.

Los Laboratorios de Seibersdorf también están enfrascados en la determinación de los radionucleidos naturales presentes en el medio ambiente y los alimentos de forma natural y los que lo están por efecto de la actividad del hombre. En 1990 esta labor recibió gran atención en virtud de la participación de los laboratorios en el Proyecto Internacional de Chernobyl organizado por el OIEA. Incluye el uso de técnicas como la espectrometría con el empleo de detectores de yoduro de sodio y germanio; la espectrometría alfa con el empleo de detectores de barrera de superficie de silicio; mediciones de la tasa de emisión beta mediante equipo de anticoincidencia; el conteo de centelleo líquido; y las técnicas de separación química de diferentes radionucleidos.

En el marco de esta actividad se presentó un conjunto de métodos recomendados para la determinación de contaminantes radiactivos clave (cesio 134 y 137, estroncio 89 y 90, americio y plutonio) en el aire, el agua, el suelo, la hierba y los alimentos, y se proporcionaron nuevos materiales de referencia.

Además, los laboratorios han prestado apoyo analítico a la Red de vigilancia de la contaminación de fondo del aire de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Esta labor incluyó el análisis de muestras de precipitación y de partículas de aerosol para estaciones de 30 países en desarrollo. Entre los

elementos analizados figuraban los siguientes: sodio, magnesio, calcio, potasio, zinc, manganeso, níquel, cadmio, plomo y cobre, y contaminantes aniónicos como el sulfato y el nitrato.

Servicios de control de calidad

Siempre que se realizan análisis científicos, éstos deben fundamentarse debidamente y ser fiables por cuanto sus resultados pueden servir de base para la adopción de decisiones de índole económica, administrativa, médica, o jurídica. Además, los datos que se destinen a estudios sobre el medio ambiente deben ser comparables y compatibles con esferas de estudio de alcance regional, nacional, e incluso mundial. La realización de las mediciones necesarias podría requerir la participación de muchos laboratorios.

Por conducto de su programa de Servicios para el Control de Calidad de los Análisis (SCCA), los Laboratorios del Organismo ayudan a los laboratorios nacionales a comprobar la calidad de su trabajo. Por lo general, estos últimos utilizan técnicas analíticas atómicas y nucleares para analizar los materiales nucleares, ambientales y biológicos con miras a determinar los elementos principales, los secundarios y los oligoelementos, así como los isótopos radiactivos y los estables.

Las actividades de este programa abarcan la capacitación en materia de garantía de calidad, la intercomparación de la metodología, la presentación de muestras uniformes y análisis de referencia de muestras enviadas por otros laboratorios. La parte más visible del programa son las muestras uniformes, que se presentan como "materiales de intercomparación" y "materiales de referencia certificados" (MRC).

Las muestras uniformes y los MRC desempeñan una destacada función en la transferencia económica de la calidad de las mediciones. El laboratorio de certificación puede caracterizar un lote completo de material y luego confrontar los resultados con toda la comunidad de medición sencillamente distribuyendo muestras de ese lote a los laboratorios participantes. Esta economía de trabajo, unida a la posibilidad que dan a los laboratorios de lograr compatibilidad con las normas internacionales dentro de su propio recinto, ha convertido a los MRC en un instrumento popular y económico para obtener y medir la compatibilidad de las mediciones de un laboratorio y la precisión de los resultados.

En la actualidad el programa de SCCA mantiene reservas de unos 35 materiales diferentes que se relacionan con la labor analítica realizada para determinar la calidad del medio ambiente y el efecto antropógeno. Entre estos materiales figuran matrices relacionadas con la litosfera (suelos, plantas y materiales antropógenos como las cenizas volátiles y el fango cloacal), así como con la agricultura y los alimentos (suelos incluidos fosfatos, plantas, productos lácteos, cereales y tejidos de animales, peces y moluscos bivalvos).

Se han obtenido también varios materiales de intercomparación y MRC a partir de estudios sobre los efectos ambientales de factores como la calidad del aire, la fertilización y los desechos industriales y urbanos.

Instrumentación para los estudios ambientales

En la esfera de la instrumentación y la electrónica nuclear, los Laboratorios de Seibersdorf también participan en proyectos de interés ambiental.

Por ejemplo, en Seibersdorf se ha diseñado y construido un sistema de observación de las emisiones de las chimeneas. Se trata de un sistema computadorizado con elementos montados en tarjetas que se utiliza para vigilar las muestras gaseosas que contienen partículas radiactivas, yodo y gases nobles liberados del tubo de aireación de un reactor o de otras instalaciones nucleares. El dispositivo de observación consta de un detector de partículas y un detector de yodo situados en una cámara de muestras compacta y blindada, un detector de gases nobles montado dentro de la chimenea, una bomba de vacío, un anemómetro, válvulas de control, un controlador lógico programable, amplificadores, un analizador cronométrico monocanal y generadores de alto voltaje. Se utiliza una computadora para el conteo, la adquisición y la elaboración de datos, la presentación, el registro y la notificación de los resultados.

En Grecia y Portugal ya se han utilizado dos de estos sistemas de observación de las emisiones de las chimeneas.

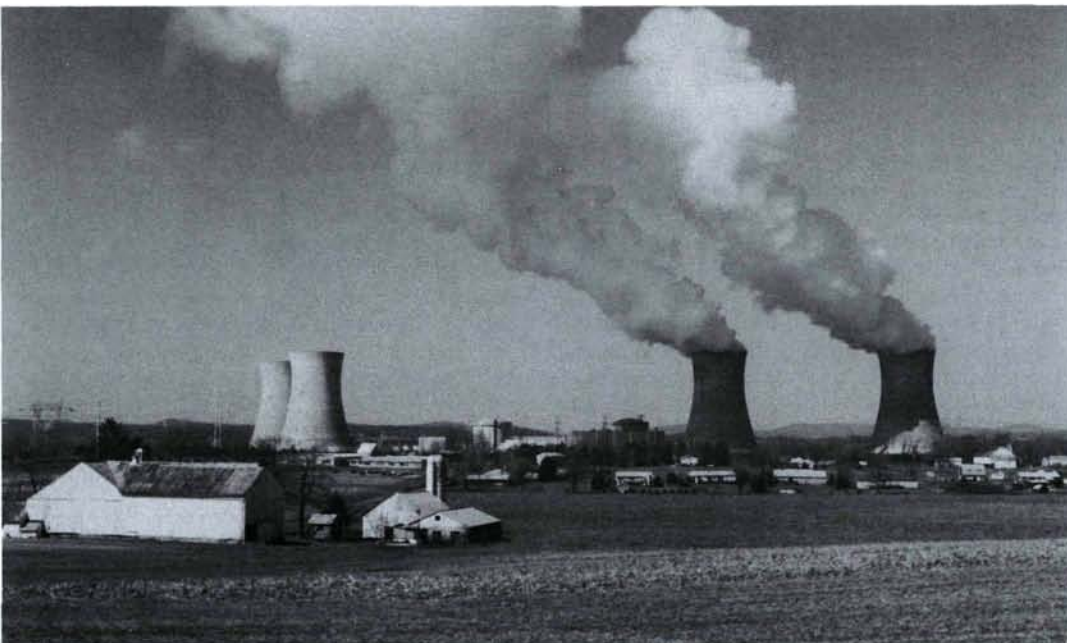
Otra de las actividades está orientada a la elaboración de metodologías y aplicaciones de los análisis por fluorescencia X (AFX). Esta técnica se basa en la medición de las energías e intensidades de los rayos X característicos cuya emisión se provoca en la muestra de interés mediante radiación electromagnética. Durante mucho tiempo se ha reconocido que esta técnica es un método sencillo y eficaz para analizar las partículas suspendidas en el aire y los materiales sólidos en suspensión contenidos en las muestras de agua natural de fango residual.

En respuesta a las solicitudes de algunos Estados Miembros del OIEA, los Laboratorios apoyan

también la labor relativa al establecimiento de un sistema de "alerta temprana" para la vigilancia de la radiación ambiental en Europa y el Oriente Medio. El objetivo de este sistema es asegurar que las autoridades reciban un aviso rápido en caso de emisiones de radiación debidas a un accidente nuclear.

Uno de los principales componentes del sistema es una estación a distancia capaz de recibir datos de un dispositivo de observación de las radiaciones situado en el terreno y luego transmitirlos automáticamente a la estación central mediante el servicio telefónico público o circuitos de télex. Una computadora situada en la estación central reúne los datos suministrados por numerosas estaciones a distancia conectadas a la red, los procesa, informa a las autoridades competentes de la distribución de las radiaciones y activa una alarma cuando los niveles de radiación sobrepasan los límites prefijados.

Actualmente los especialistas de Seibersdorf trabajan en elaborar un soporte lógico universal para la estación central que pueda utilizarse en una red integrada por diversas estaciones de observación a distancia.



Los Laboratorios de Seibersdorf han creado un sistema de vigilancia de las emisiones procedentes de las centrales nucleares y otras instalaciones.