# Vigilancia ambiental y salvaguardias: Fortalecimiento de las capacidades analíticas

*El OIEA está planificando el establecimiento de un laboratorio "aséptico" diseñado especialmente para analizar muestras ambientales tomadas durante las inspecciones de salvaguardias*

**por David Donohue, Stein Deron y Erwin Kuhn**

La vigilancia radiométrica de los ríos, las corrientes de agua, los sedimentos y demás transportes ambientales se ha convertido en un elemento importante de la verificación a largo plazo del programa nuclear del Iraq que lleva a cabo el OIEA. Al mismo tiempo, varios países participan voluntariamente en los ensayos del OIEA sobre el terreno con el propósito de demostrar la capacidad de las técnicas de vigilancia ambiental para detectar actividades nucleares. Las técnicas permiten realizar análisis químicos e isotópicos de muestras diminutas de agua, suelo, biota y otros materiales ambientales con la finalidad de descubrir "vestigios nucleares" específicos de ciertos tipos de instalaciones y operaciones.

El análisis de las muestras ambientales recogidas y la medición constituyen una disciplina muy especializada y rigurosa que requiere instalaciones diseñadas y equipadas convenientemente, así como un alto nivel de especialización analítica. Por ejemplo, las muestras ambientales tomadas en el Iraq se han medido con métodos analíticos ultramodernos en laboratorios especializados de diversos Estados Miembros del OIEA; con estos métodos, el límite de detección para el uranio o el plutonio es de alrededor de 10 millones de átomos.

Por su parte, el OIEA ha creado una amplia capacidad interna para efectuar mediciones de química analítica, ya sea en apoyo de programas de cooperación técnica, sanidad humana o seguridad nuclear, o con fines de salvaguardia. El Laboratorio de Física, Química e Instrumentación de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf, el Laboratorio de Hidrología Isotópica ubicado en la sede del Organismo en Viena, y el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino, de Mónaco, cuentan con personal especializado en la medición de elementos radiactivos en el medio ambiente. Además, muchos laboratorios de los Estados Miembros del Organismo están capacitados para brindar servicios analíticos en función de las salvaguardias o participan en ejercicios encaminados a caracterizar materiales para los Servicios de Análisis de Control de Calidad del OIEA.

Sobre la base de esta experiencia, el OIEA ha emprendido el establecimiento de un laboratorio "aséptico" dedicado específicamente al análisis de muestras y mediciones ambientales con fines de salvaguardia, que radicará en sus laboratorios de investigaciones de Seibersdorf, Austria. El laboratorio permitirá aumentar los servicios que brinda el Laboratorio Analítico de Salvaguardias, el cual fue establecido por el OIEA en el decenio de 1970 y en la actualidad procesa anualmente más de 1000 muestras de uranio, plutonio y otros tipos de material nuclear.

## ¿Por qué se requiere un "laboratorio aséptico"?

¿Por qué el OIEA necesita un laboratorio especial aséptico? Existen cinco razones fundamentales:

- La experiencia obtenida con la labor del Equipo de Inspección del OIEA en el Iraq ha demostrado la importancia del muestreo ambiental y el análisis conexo para detectar y estudiar en detalle las actividades nucleares no declaradas, así como lo indispensable que resulta contar con capacidades analíticas de elevada calidad. Una de las principales limitaciones del uso de técnicas de vigilancia ultrasensibles radica en la necesidad de mantener la integridad de la muestra, es decir, evitar su contaminación con materiales espurios que podrían

El Sr. Deron es Jefe del Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) de los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf, y el Sr. Donohue es funcionario del LAS. El Sr. Kuhn es funcionario del Departamento de Salvaguardias del Organismo.

conducir a conclusiones desastrosamente erróneas. Para ello es preciso que el OIEA aplique medidas rigurosas a fin de velar por que se usen materiales de muestreo asépticos y que, luego de la inspección, la manipulación y el análisis de las muestras se realicen en condiciones de asepsia total. En virtud de la resolución 715 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, el OIEA tiene que aplicar constantemente esas técnicas en su actual programa de vigilancia a largo plazo en el Iraq.

Además, de conformidad con los acuerdos de salvaguardias tipo INFCIRC/153 (los concertados con arreglo al Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares), el OIEA tiene derecho a solicitar inspecciones especiales de salvaguardias para excluir la existencia de actividades nucleares no declaradas. El muestreo ambiental y las técnicas de análisis ultrasensibles representan una parte esencial de esas inspecciones especiales.

- Siempre que un Estado establece un acuerdo general de salvaguardias con el Organismo, éste debe llevar a cabo inspecciones ad hoc para verificar la exactitud e integridad de la declaración inicial del Estado. Esta labor se realizó recientemente en Sudáfrica y sigue llevándose a cabo en la República Popular Democrática de Corea. Pronto se iniciarán trabajos similares en la Argentina y el Brasil conforme al acuerdo de salvaguardias *cuatripartito*, así como en varias repúblicas de la antigua Unión Soviética que han firmado acuerdos generales de salvaguardias, como Kazajstán.

En varios casos ya se ha efectuado la vigilancia ambiental con la anuencia de las autoridades estatales y se espera que esta técnica siga empleándose en inspecciones ad hoc como medida de fomento de la confianza, lo que destaca la necesidad de llegar a conclusiones fiables a partir de las mediciones de vigilancia ambiental y de prevenir la contaminación de las muestras.

- En 1993, el Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias (SAGSI) del Director General del OIEA presentó recomendaciones para reforzar el sistema de salvaguardias y hacerlo más eficaz y eficiente. En atención a estas recomendaciones, el OIEA formuló el programa de salvaguardias conocido como "93+2", cuya finalidad es estudiar opciones para mejorar la aplicación de las salvaguardias ordinarias. Uno de los cometidos es evaluar las técnicas de vigilancia ambiental para la detección de actividades nucleares no declaradas en emplazamientos declarados o desconocidos. Es muy posible que se incorpore alguna forma de muestreo ambiental y análisis a la aplicación de salvaguardias ordinarias, lo que podría significar para el OIEA la obtención y manipulación de un gran número de muestras ambientales. Será una tarea difícil manipular esa gran cantidad de muestras sin que se contaminen entre sí. Además, para poder aprovechar eficazmente la capacidad analítica del Organismo o de los laboratorios de los Estados Miembros será preciso aplicar técnicas eliminatorias rápidas, precisas y selectivas para escoger las muestras que justifiquen un análisis más amplio.

- Para el OIEA no sería rentable duplicar las capacidades de análisis especializado que existen en los Estados Miembros. La mejor forma de aprovechar los servicios de estos laboratorios ha de ser la distribución entre ellos de muestras ambientales procedentes de las inspecciones de salvaguardias ad hoc, especiales u ordinarias. Siempre es conveniente enviar duplicados de las muestras a diferentes laboratorios para comprobar la exactitud de los resultados. Esta función de garantía de calidad abarca otras diversas actividades, como la preparación y distribución de muestras de referencia o testigos; la certificación de materiales de muestreo asépticos; y la documentación adecuada de los procedimientos de muestreo y análisis. El Organismo no puede permitirse delegar esta función de garantía de calidad, y para ejecutarla adecuadamente debe contar con capacidades analíticas internas de posibilidades comparables a las de los laboratorios nacionales. No se trata necesariamente de duplicar las actividades de esos laboratorios ni, desde luego, de competir con ellos en cuanto a volumen de muestras analizadas, sino más bien que el OIEA desempeñe el papel de laboratorio de arbitraje oficial facultado para fiscalizar y asegurar la calidad de todo el servicio.

- Por último, cabe destacar que el OIEA necesita una capacidad analítica *independiente* para estas muestras ambientales o especiales. En muchos casos, la identidad de las muestras, su origen y el conocimiento que posea el inspector sobre el lugar de muestreo son factores que deben tenerse en consideración en el plan de análisis. Para ello, así como para transmitir rápidamente información actualizada a los inspectores, el Organismo requiere una capacidad analítica interna que constituya el elemento intermedio entre el Departamento de Salvaguardias y los laboratorios de los Estados Miembros necesario para mantener el carácter confidencial de los resultados previstos en el marco de las salvaguardias.

**Recepción de material proveniente de inspecciones de salvaguardias en el Laboratorio Analítico de Salvaguardias del OIEA.**

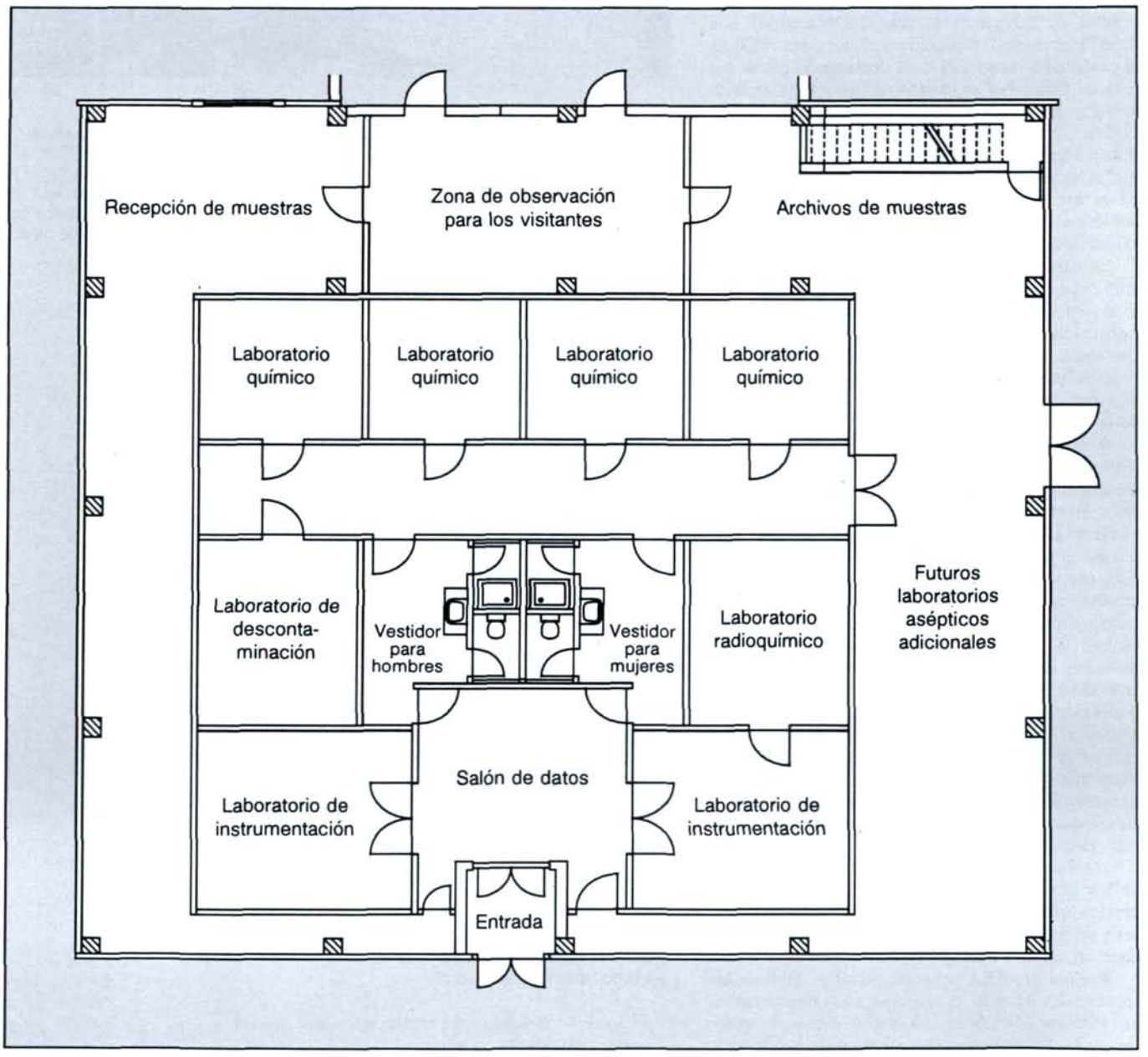
### ¿Qué funciones tendrá el laboratorio aséptico?

El diseño del laboratorio aséptico debe prever diversas actividades, a saber:

- un sistema de acceso del personal, que incluya el cambio completo de ropas;
- transferencia de muestras, limpieza preliminar y renovación del envase exterior;
- separación, reenvase y almacenamiento clasificado de las muestras;
- selección preliminar de muestras mediante técnicas no destructivas, tales como el conteo alfa, la espectrometría gamma o la espectometría por fluorescencia X para determinar la radiactividad bruta y los principales elementos presentes;
- tratamiento químico de las muestras para concentrar los analitos de interés, como el uranio y el plutonio. Entre los tipos de muestras que se tratarán figuran el agua, el suelo, los sedimentos, la vegetación, la biota y las muestras tomadas por frotis. Podrían añadirse trazadores de extremada pureza para poder cuantificar los elementos importantes mediante espectrometría de masas por dilución isotópica;
- medición de la composición isotópica y la concentración de uranio, plutonio y otros elementos mediante espectrometría de masas por ionización térmica, equipada con detección por conteo de iones para elevar la sensibilidad. Los límites de detección del uranio y el plutonio serán de alrededor de 107 átomos (varios femtogramas);
- preparación de muestras de referencia o testigos para el control de calidad interno y la garantía de calidad de las mediciones realizadas en los laboratorios de los Estados Miembros;
- preparación y certificación de la asepsia de los materiales empleados en el muestreo, como frascos, bolsas o utensilios para los frotis.

En el diseño también se debe prever una futura ampliación y la aplicación de otras técnicas instru-

**Proyecto de plano del laboratorio aséptico**



mentales como la microscopía electrónica de exploración con sonda electrónica para la detección y medición de partículas microscópicas, y la espectrometría de masas del plasma acoplada por inducción, para medir oligoelementos en muestras líquidas a un nivel de partes por mil millones.

De acuerdo con la configuración propuesta, el laboratorio aséptico constaría de cuatro laboratorios químicos Clase-100 independientes dotados de campanas extractoras de humos industriales tóxicos, de flujo laminar, donde puede realizarse la disolución de las muestras o su reducción a cenizas. *(Véase la figura.)* Para evitar problemas de contaminación recíproca, cada laboratorio manipulará un tipo de muestras diferentes (agua, suelo/sedimento, biota o muestras tomadas por frotis). Estos laboratorios deben mantenerse en el mayor nivel de limpieza ya que las muestras se manipulan al descubierto y son sumamente vulnerables a la contaminación.

Habrá otras salas dedicadas a mediciones instrumentales con el empleo de métodos radiométricos (espectrometría de partículas alfa, rayos gamma o rayos X) o espectrometría de masas. Estos laboratorios pueden funcionar a un nivel de limpieza más moderado mediante el uso de duchas de aire limpio sobre las zonas más vulnerables. Las muestras entrarán al laboratorio aséptico por un local especial donde se podrá sustituir la envoltura exterior por materiales asépticos. También será importante el laboratorio destinado a limpiar los utensilios de cristal y el equipo, así como a purificar los reactivos químicos mediante destilación a temperatura inferior al punto de ebullición. Para el almacenamiento clasificado de las muestras se dispondrá de otra sala provista de congeladores para conservar las muestras biológicas.

## Problemas financieros y administrativos

Lo primero que hay que considerar para crear una nueva instalación es el financiamiento. Ya el OIEA ha recibido de los Estados Unidos una contribución extrapresupuestaria de un millón de dólares para el laboratorio aséptico. Se solicitaron y recibieron las estimaciones preliminares para la construcción de un nuevo edificio dentro del complejo del Centro de Investigaciones de Seibersdorf. El laboratorio aséptico estará formado por salones modulares de paredes y techos construidos con paneles prefabricados. Los paneles del techo contendrían los filtros y ventiladores necesarios para suministrar a los módulos aire de calidad Clase-100. Según el diseño de trabajo el costo estimado de esos módulos sería de 200 000 a 300 000 dólares de los EE UU, además de otros 600 000 dólares para el sistema de control del aire de admisión (calefacción, enfriamiento, control de la humedad y prefiltración).

La instrumentación analítica que se instalará en el laboratorio aséptico representa otra inversión significativa. Si bien ya se ordenó la adquisición del espectrómetro de masas por ionización térmica (500 000 dólares) con cargo al presupuesto ordinario del OIEA, aún falta por comprar la instrumentación radiométrica. Instrumentos como el microscopio electrónico de exploración o el equipo para espectrometría de masas acoplada por inducción costarían entre 300 000 y 500 000 dólares cada uno, por lo que se invitó a los Estados Miembros a que los sufragasen mediante contribuciones extrapresupuestarias adicionales.

El funcionamiento del laboratorio aséptico entrañará ciertos costos de explotación, tales como servicios de agua, electricidad, etc., suministros, reposición del equipo y, por supuesto, salarios del personal. Según los planes actuales se necesita una plantilla de dos profesionales, dos técnicos de laboratorio y un trabajador de mantenimiento. Los técnicos de laboratorio requerirán un adiestramiento amplio sobre prácticas generales para un laboratorio aséptico y sobre los procedimientos químicos o analíticos específicos que se aplicarán.

Se prevé que la construcción del edificio que alojará el laboratorio aséptico tarde 12 meses y que la instalación de los módulos asépticos requiera alrededor de tres meses. Se prevé que el laboratorio comience a funcionar a fines de 1995. La gestión general de este proyecto está a cargo de un comité de alto nivel presidido por el Sr. Bruno Pellaud, Director General Adjunto para Salvaguardias, con representantes del Departamento de Investigaciones e Isótopos y del Departamento de Administración. Un equipo de tareas compuesto por funcionarios de los tres departamentos se encarga de la supervisión diaria de los trabajos.

## Reforzamiento de las capacidades analíticas

En momentos en que los gobiernos desean una mayor confianza en la inexistencia de actividades nucleares no declaradas, las técnicas de vigilancia ambiental se consideran un valioso mecanismo de verificación.

En consecuencia, el establecimiento por parte del OIEA de un laboratorio aséptico para el análisis de muestras ambientales responde a una importante necesidad. Aunque las actuales instalaciones del OIEA constituyen un recurso valioso, no incluyen las amplias capacidades que se precisan para el tipo de análisis ambiental relacionado con la aplicación de las salvaguardias. Cuando el laboratorio aséptico comience a funcionar, no cabe dudas de que desempeñará un papel central en el constante desarrollo del sistema de verificación del OIEA.