El Sr. Kurt Waldheim, actual presidente de Austria, fue presidente del Comité de Salvaguardias del OIEA de 1970. A la izquierda, el entonces Director General del OIEA, Sr. Sigvard Eklund.

El Comité de Salvaguardias de 1970

En abril de 1970, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó una resolución en la que exhortaba a la creación de un Comité de Salvaguardias que formulara las directrices para la concertación de acuerdos de salvaguardias relacionados con el Tratado de no proliferación de las armas nucleares (TNP), que había sido abierto a la firma en 1968 y cuya entrada en vigor era inminente. En el Tratado se asigna al OIEA la responsabilidad de aplicar salvaguardias a los materiales nucleares existentes en todas las instalaciones nucleares de los Estados Partes en el TNP, a efectos únicamente de verificar el cumplimiento de las obligaciones asumidas en virtud del Tratado. Tan pronto el TNP entre en vigor para un Estado, es preciso comenzar la negociación sobre un acuerdo de salvaguardias con el OIEA dentro de los 180 días siguientes.

Como Presidente del Comité de Salvaguardias, la Junta designó al Sr. Kurt Waldheim de Austria, quien más tarde sería Secretario General de las Naciones Unidas y Presidente de Austria. Como Vicepresidentes fueron designados los Sres. F.B. Straub de Hungría y J.A.K. Quartey de Ghana. El Comité quedó abierto a la representación de cualquier Estado Miembro. En resumen, delegaciones de 50 Estados Miembros participaron en una o más reuniones del Comité: Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, Checoslovaquia, Chile, China, Dinamarca, Ecuador, Egipto (República Arabe Unida), España, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, Ghana, Grecia, Hungría, India, Indonesia, Irán, Irlanda, Israel, Italia, Japón, México, Nigeria, Noruega, Países Bajos, Pakistán, Perú, Polonia, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República Federal de Alemania, Rumania, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Tailandia, Turquía, URSS, Uruguay, Venezuela, Viet Nam y Yugoslavia. Entre los miembros de las delegaciones de los Estados figuraron el Dr. Hans Blix (Suecia), quien en 1981 sucedería al Dr. Sigvard Eklund de Suecia como Director General del OIEA; el Sr. Jon Jennekens (Canadá), actual Director Adjunto, Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA; y el Sr. D.L. Siazon, hijo, (Filipinas), actual Director General de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Salvaguardias del OIEA: Ojeada al período 1970–1990 y perspectivas futuras

Los acontecimientos políticos, financieros y tecnológicos siguen influyendo en las direcciones y los cambios

por Jon Jennekens

Afortunadamente, los temores relativos a la propagación de las armas nucleares a muchos países no se han materializado gracias, en gran medida, a la aplicación de salvaguardias internacionales. El funcionamiento de un eficaz sistema mundial de salvaguardias es una gran responsabilidad que el OIEA ha desempeñado durante el último cuarto de siglo.

Aun después de transcurridos 25 años, surgen nuevos problemas: se construyen complejas instalaciones en que se manipulan grandes cantidades de material fisionable que deben ser sometidas a salvaguardias. Las técnicas de verificación que en su momento fueron satisfactorias se han tornado obsoletas. Asimismo, los acontecimientos políticos actuales —por ejemplo, el debate en torno al desarme en muchas esferas— han propiciado una disposición general a aceptar una verificación mucho mayor que la existente al comienzo del sistema de salvaguardias en el decenio de 1960. Si las salvaguardias del OIEA se pudiesen mantener a la par de los adelantos alcanzados en otros programas de verificación, su eficiencia en función de los costos y su credibilidad aumentarían.

Durante los últimos 10 años, esos acontecimientos, unidos a limitaciones financieras, han puesto a prueba seriamente la capacidad del OIEA para realizar operaciones de salvaguardias eficaces. El Organismo se ha visto obligado a adoptar una serie de medidas a fin de aumentar la eficacia general de su labor de salvaguardias. Por ejemplo, se han formulado nuevas hipótesis de desviación y conceptos de salvaguardias para instalaciones nucleares más grandes y complejas, y se han actualizado las salvaguardias correspondientes. Se ha creado un sistema de información sobre salvaguardias para automatizar todos los datos en esa esfera, que ha mejorado notablemente las actividades de tratamiento y evaluación de los registros. La inspección simultánea de todas las instalaciones en determinados países se ha convertido en una actividad cotidiana, lo que ha elevado la eficacia de las salvaguardias.

Por conducto de los programas de los Estados Miembros en apoyo a las salvaguardias se han adoptado otras medidas, como por ejemplo, el mejoramiento de la fiabilidad y el comportamiento de las cámaras filmadoras para la vigilancia de las instalaciones nucleares. También, se han creado y ensayado sistemas avanzados de televisión en circuito cerrado. Además, se han logrado mejoras significativas en la precisión, fiabilidad y facilidad de manipulación de los instrumentos de medición no destructiva de la composición de los materiales nucleares.

En este artículo se examinan algunos de los importantes acontecimientos que han influido en la evolución de la aplicación de las salvaguardias del OIEA durante los últimos 20 años, desde la entrada en vigor del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) en 1970, instrumento que ha influido notablemente en las actividades de salvaguardias. Se abordan en especial los procedimientos de salvaguardias, el equipo, las mediciones analíticas, así como los sistemas de informes de inspección y las evaluaciones.

En 1970 se creó el "Comité de Salvaguardias" del OIEA con vistas a elaborar las directrices que serían utilizadas por el Director General en la concertación de los acuerdos de salvaguardias previstos en el Artículo III del TNP. (*Véase el recuadro.*) Hasta entonces, el "sistema" de salvaguardias se basaba fundamentalmente en la aceptación de las salvaguardias por los Estados que recibían materiales o equipo nucleares de otros Estados con destino a proyectos concretos. Antes de 1970, el ámbito de aplicación de las salvaguardias se limitaba principalmente a instalaciones nucleares que emplearan determinadas cantidades de materiales nucleares, así como a materiales y equipo especialmente diseñados o adaptados para su uso en actividades industriales, de investigación y desarrollo nucleares.

En cambio, las salvaguardias exigidas por el TNP se aplican a todos los materiales básicos o materiales fisionables especiales en todas las actividades nucleares con fines pacíficos realizadas en los Estados no poseedores de armas nucleares. Así, la entrada en vigor del TNP modificó notablemente las exigencias planteadas al Organismo.

Otros cambios afectaron también las actividades de salvaguardias del Organismo. Antes de 1970, los materiales nucleares sujetos a las salvaguardias del OIEA eran uranio muy enriquecido (UME) en forma de elementos combustibles destinados a reactores de investigación, o cantidades relativamente pequeñas de uranio natural destinadas a instalaciones de investigación y desarrollo, así como a instalaciones experimentales de producción. Además de la decena, aproximadamente, de Estados industrializados que iniciaban sus programas nucleoeléctricos, sólo 10 ó 12 países en desarrollo aplicaban programas de investigación y desarrollo nucleares. Por consiguiente, eran aislados los casos de tráfico internacional de materiales y equipo nucleares. Hacía tiempo que el optimismo de los participantes en la primera Conferencia sobre la utilización de la energía

El Sr. Jennekens es Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA.

nuclear con fines pacíficos, celebrada en Ginebra en 1955, había sido atemperado por las duras realidades de la economía y, en términos más generales, de la geopolítica.

En el informe del Comité de Salvaguardias titulado "Estructura y contenido de los Acuerdos entre Estados y el Organismo requeridos en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP)", publicado con la signatura INFCIRC/153, se recomendó la incorporación en los acuerdos de salvaguardias de disposiciones que en gran medida, aunque no del todo, eran aceptables para los Estados industrializados y los Estados en desarrollo. Las recomendaciones tenían el propósito de brindar al Organismo las posibilidades de verificación exigidas por el TNP y, al mismo tiempo, de evitar toda la interferencia injustificada en las actividades nucleares ya fuesen industriales o de investigación.

Las recomendaciones del Comité constituyeron un avance significativo en el desarrollo evolutivo de los aspectos jurídicos y técnicos de las políticas, las prácticas y los procedimientos de salvaguardias del Organismo. Según el Comité, los objetivos primordiales de las salvaguardias del OIEA son descubrir prontamente la desviación de cantidades importantes de materiales nucleares de actividades nucleares pacíficas hacia la fabricación de armas nucleares o de otros dispositivos nucleares explosivos o con fines desconocidos, y disuadir de tal desviación ante el riesgo de su pronto descubrimiento. Dichos objetivos se alcanzarían mediante la contabilidad de los materiales nucleares, y otras medidas complementarias importantes, como la contención y la vigilancia (C/V).

Según las condiciones propuestas para la realización de las inspecciones de salvaguardia, el Organismo sólo verificaría los materiales nucleares en puntos estratégicos, determinados conjuntamente por el Estado y el Organismo, en las instalaciones en que se aplicarían las salvaguardias. El Comité recalcó la necesidad de tener en cuenta varios factores: los sistemas de contabilidad y control de materiales que ya existían en los Estados o que habrían de crearse, la interdependencia con otros Estados, y las características de los materiales nucleares, las capacidades del ciclo del combustible, y las tecnologías de salvaguardia en evolución.

El Comité recomendó el volumen total máximo de inspecciones en "días-persona" en tres tipos de instalaciones: en los reactores y en las instalaciones de almacenamiento presentadas; en las instalaciones en las que haya plutonio o uranio enriquecido a más del 5% de uranio 235, incluidas las plantas de transformación, fabricación y reelaboración; y en todas las demás instalaciones en que se manipulan materiales de niveles más bajos de enriquecimiento, incluidas las plantas de transformación y fabricación en que se elabora uranio natural o ligeramente enriquecido.

Asimismo se recomendó que el Organismo pidiese únicamente la mínima cantidad de información que necesitase para la aplicación de las salvaguardias y que respetase escrupulosamente el carácter confidencial de ese y otros tipos de información delicada que pudiese recibir. También se destacó la importancia de los sistemas nacionales de contabilidad y control y la función que desempeñan entre el Organismo y los explotadores de las centrales como medio de agilizar y simplificar la aplicación de las salvaguardias.

Cuando el Comité de Desarme de Dieciocho Naciones redactó el TNP, se abrigaba la esperanza de que la mayoría de los Estados lo ratificaran y, por consiguiente, que concertaran acuerdos de salvaguardias tipo INFCIRC/153 con el Organismo. Esa esperanza se ha hecho realidad en gran medida, pese a que un grupo de Estados con programas industriales, de investigación y desarrollo nucleares significativos han decidido no ratificar el Tratado por diversas razones.

Documentos adjuntos correspondientes a las instalaciones. Entre los primeros documentos adjuntos que se negociaron de conformidad con los términos de los acuerdos de salvaguardias tipo INFCIRC/153 figuraron solamente disposiciones relativas a la ubicación de la central, la información sobre el diseño, y los sistemas de registro y de informes. Las versiones posteriores fueron ampliadas de modo que incluyeran disposiciones relativas a la verificación de los inventarios físicos. Dado que a principios del decenio de 1970 las instalaciones eran fundamentalmente instalaciones en que predominaba el material en unidades (es decir, reactores de potencia y de investigación), las disposiciones que servían de guía para la aplicación de las salvaguardias en ellas eran sumamente sencillas en comparación con las complejísimas instalaciones de la actualidad. Entre las actividades de inspección que se realizaban en 1970 se incluía el examen de los registros, la verificación de su concordancia con los informes, la aplicación de medidas de C/V, y la verificación de los elementos de combustible nuevo mediante el recuento de elementos, la identificación de los números de serie, y la aplicación de métodos sencillos de análisis no destructivo (AND) (normalmente con el empleo de instrumentos portátiles).

A principios del decenio de 1970, la aplicación de las salvaguardias en los reactores se centraba fundamentalmente en el examen de los registros operacionales y los cálculos del quemado. Con vistas a confirmar la producción de plutonio declarada se introdujeron sistemas de alta resolución con capacidad de registro de datos en casetes magnéticos. La aplicación de precintos era muy limitada. Se examinaron los registros operacionales de los reactores a fin de conocer su historial de explotación y programar las inspecciones posteriores. Con el tiempo, la experiencia acumulada en la aplicación de salvaguardias a los reactores se amplió a la aplicación de salvaguardias en las instalaciones en que se elaboraban materiales nucleares.

En la actualidad, después que el OIEA ha preparado manuales y directrices técnicos en respuesta a las recomendaciones de consultores y asesores, los inspectores de salvaguardias realizan su labor con arreglo a un conjunto de instrucciones generales contenidas en un documento de varios volúmenes titulado Safeguards Manual.

Instrumentos y equipo

Mediciones no destructivas. A principios de los años setenta, el equipo de AND que se empleaba durante las inspecciones de salvaguardia se limitaba a un reducido número de instrumentos, en su mayoría portátiles, capaces de realizar mediciones aproximadas de la radia-

ción gamma para determinar la presencia de uranio y su enriquecimiento, así como mediciones de las emisiones neutrónicas características de diversos compuestos del plutonio.

Posteriormente, los instrumentos fueron sustituidos por modelos más modernos con los que era posible efectuar mediciones cualitativas y semicuantitativas más integrales y exactas.

En 1990 el Departamento de Salvaguardias dispone de más de 300 instrumentos y dispositivos de AND portátiles y semiportátiles que representan los sistemas de medición más avanzados y prácticos concebidos para inspecciones normales y especiales. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- Instrumentos de medición de rayos gamma para pruebas de atributos de materiales radiactivos (por ejemplo, determinación del enriquecimiento del uranio y espectrometría de los productos de fisión en el combustible gastado por medio de analizadores multicanales portátiles (AMCP)).
- Espectrómetros de rayos gamma de alto poder de resolución para mediciones isotópicas del plutonio y del combustible gastado.
- Detectores de emisión de coincidencias neutrónicas para mediciones cuantitativas del plutonio y, especialmente, del uranio 235.
- Dispositivos de observación del brillo de Cherenkov para mediciones no perturbadoras de atributos de los conjuntos de combustible gastado.
- Sistemas de pesaje basados en transductores hidráulicos y eléctricos y calibradores ultrasónicos de espesores, utilizados conjuntamente con analizadores multicanales portátiles, para verificar el contenido de las botellas para el transporte de hexafluoruro de uranio y el equipo de tratamiento del dióxido de uranio.
- Monitores de combustible gastado con cámara de ionización/cámara de fisión para mediciones de atributos de los conjuntos de combustible gastado.
- Computadoras portátiles (más de 200) que se emplean en relación con muchos instrumentos de AND para la captación y el análisis de datos.

Equipo de contención y vigilancia. El primer sistema de vigilancia fotográfica destinado a los trabajos normales de inspección se instaló en 1970. Se trataba de una cámara fotográfica de 35 mm con un cartucho de película ampliado que permitía tomar 200 fotos. El mantenimiento de esas cámaras era una operación relativamente prolongada y tediosa. El proceso de cargar la cámara era complicado en comparación con la operación mucho más sencilla de cambio de cartucho en las cámaras de uso no profesional de 8 mm que aparecieron en el mercado por primera vez en 1972. Estas últimas tenían una capacidad de 3600 fotos, que se aumentó a 7200 en 1974 con la introducción de un material para películas más fino. Estas cámaras de 8 mm siguen llevando el peso de las actividades de vigilancia de salvaguardias. En la actualidad hay instalados alrededor de 290 sistemas de cámaras gemelas Minolta. Gracias al continuo desarrollo técnico, estos sistemas han alcanzado un elevado nivel de fiabilidad.

Este tipo de cámara de 8 mm ha dejado de fabricarse en el mundo y son ahora los sistemas de vídeo los que satisfacen las exigencias de los aficionados. El Organismo se verá obligado a sustituir todos sus sistemas de cámaras gemelas Minolta por equipo de vídeo, es decir, por sistemas de televisión en circuito cerrado (TVCC). En 1988 comenzó el programa de sustitución de las unidades de vigilancia de salvaguardias y en la actualidad se lleva a cabo la instalación de las nuevas unidades de vídeo.

El OIEA utilizó por primera vez los sistemas de televisión en circuito cerrado en 1976. En comparación con los sistemas de cámaras filmadoras, los sistemas de TVCC tienen la ventaja de una mayor calidad de la imagen, mayor sensibilidad a la luz, anotación de la fecha y hora de registro y una menor sensibilidad a las radiaciones. Además, es posible examinar directamente la información registrada in situ sin necesidad de revelar la película.

El "sistema de vídeo integrado modular" (MIVS) se creó en el marco del programa de apoyo de los Estados Unidos. Su producción comenzó a fines de 1989 y en estos momentos se procede a su instalación. (*Véase otro artículo sobre el proyecto MIVS en esta edición.*) El "sistema compacto de vigilancia y control (COSMOS)" se viene desarrollando en el marco del programa de apoyo del Japón y se espera que pueda comenzarse a instalar a finales de 1991.

Asimismo, los inspectores disponen ya de monitores de potencia de los reactores, precintos ultrasónicos y verificadores de precintos, precintos electrónicos, precintos de casquete metálico, precintos de papel adhesivo, y dosímetros termoluminiscentes (DTL).

Microprocesores. Con el empleo de los microprocesores el Organismo ha podido llegar a una fase enteramente nueva y superior de su desempeño técnico. Los microprocesores se utilizan conjuntamente con los analizadores multicanales portátiles para medir la composición isotópica, diagnosticar errores, y evaluar los datos.

Asimismo, con el empleo de computadoras portátiles el Organismo está aumentando su capacidad de verificación in situ de las muestras de plutonio mediante la aplicación de programas perfeccionados, que anteriormente sólo podían realizarse en la sede del OIEA.

El rendimiento del equipo de C/V ha mejorado grandemente gracias a la aplicación de nuevos métodos técnicos de almacenamiento y codificación de la información. El registro de los datos de vigilancia en películas ha sido sustituido ahora por medios de almacenamiento electromagnético (cintas de vídeo). Se han creado precintos electrónicos que los inspectores pueden verificar *in situ*.

Con el propósito de aumentar la capacidad analítica del Organismo, se han incorporado nuevos tipos de detectores de radiaciones. El empleo generalizado de los detectores de germanio de extremada pureza ha permitido lograr sobre el terreno altos rendimientos que anteriormente sólo podían obtenerse en el laboratorio. Gracias a los detectores en miniatura de cadmio y telurio ha sido posible diseñar pequeñas sondas blindadas que pueden situarse al lado de conjuntos combustibles nucleares muy aglomerados, lo que permite verificarlos sin necesidad de aislarlos.

Bastarían algunos ejemplos para demostrar cómo el equipo de AND y C/V recientemente creado ha contribuido al perfeccionamiento de las prácticas en la esfera de las salvaguardias:

● En una gran planta automatizada de fabricación de combustibles de óxidos mixtos (MOX) se instalaron recientemente varios dispositivos de medición integrados por detectores de coincidencias neutrónicas "en gran escala" con su correspondiente equipo electrónico y computadoras. El sistema se emplea para la verificación, sin la presencia del inspector, de los distintos tipos de compuestos del plutonio. Entre las características del diseño está la posibilidad de autenticar los datos y el soporte lógico de medición, y reunir, examinar y facilitar la evaluación de los datos por los inspectores, quienes consideran que el soporte lógico es "cómodo para el usuario".

● Se ha revisado, ensayado y aceptado equipo instalado por el explotador, como el espectrómetro de fluorescencia X y el espectrómetro de masa cuadripolar térmico para su uso normal *in situ*. Los procedimientos y el soporte lógico permiten la autenticación y la evaluación certera de los datos obtenidos.

● En 1970 existían muy pocas plantas de reelaboración. La mayor de ellas, en que se reelaboraban materiales nucleares salvaguardados, tenía una capacidad total anual de 400 toneladas de combustible irradiado. La instalación para el almacenamiento de combustible gastado tenía una capacidad de 250 toneladas, o 750 conjuntos combustibles. Actualmente el volumen de producción de las modernas plantas de reelaboración en gran escala es del orden de las 800 toneladas anuales. La capacidad de las piscinas de almacenamiento es de unas 10 000 toneladas. En esas instalaciones se recibe combustible irradiado procedente de reactores instalados en distintas partes del mundo y la frecuencia de descarga es de aproximadamente 12 conjuntos combustibles diarios. Para salvaguardar tales plantas, el Organismo se vio obligado a crear nuevas técnicas a fin de evitar un gran aumento en el número de inspectores y, al mismo tiempo, elevar la calidad de las salvaguardias y reducir las consecuencias de las actividades de salvaguardias en el explotador. En el marco del programa de un Estado Miembro en apoyo a las salvaguardias se ha creado un sistema de automático de vigilancia a prueba de interferencias extrañas que permite la verificación por AND del combustible gastado en el momento de su recepción. Así, en vez de aplicar un régimen de inspección continua, el Organismo podrá reducir las actividades de inspección necesarias.

● Se emplean precintos ultrasónicos para sellar las pilas de combustible irradiado en las piscinas de almacenamiento de reactores de recarga en servicio. Ello permite la verificación en el lugar, y por ende, mejora el aspecto de la oportunidad de las salvaguardias para esos reactores. Los precintos de fibra óptica COBRA se utilizan para sellar recipientes de combustible gastado que van a ser objeto de almacenamiento en seco. Estos precintos también permiten la verificación *in situ*, con lo que se mejoran las condiciones de trabajo de los inspectores, sobre todo durante el invierno. Otro acontecimiento reciente es el uso de la televisión subacuática para la verificación del combustible irradiado.

● Dos nuevos tipos de dispositivos de observación del brillo de Cherenkov (Mark-IV y UV-II) se emplean únicamente para la verificación del combustible irradiado de los reactores de agua ligera (LWR). En la actualidad se crean nuevos métodos que complementan el empleo de estos dispositivos de observación en los casos en que el combustible gastado tiene un largo período de enfriamiento o un bajo nivel de quemado, o ambas cosas. Los nuevos procedimientos, unidos a la capacitación especializada de los inspectores, se han convertido en un instrumento fiable para el logro de algunos de los objetivos de salvaguardia de los reactores LWR.

Mediciones analíticas de salvaguardias

La idea de crear los Servicios Analíticos de Salvaguardias del OIEA fue concebida a principios del decenio de 1970. Se preveía que el OIEA estableciera y dirigiera un Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) completamente equipado. El LAS debía tener la capacidad analítica para "analizar las muestras tomadas en cualquier punto clave de medición del ciclo del combustible y proporcionar datos que satisficieran lo requisitos de verificación de las contabilidad de salvaguardias". Sin embargo, para poder analizar el gran número de muestras que se esperaba tomar anualmente, se creó una Red de Laboratorios Analíticos (RLA) a escala mundial. A solicitud del OIEA, varios Estados Miembros designaron laboratorios analíticos a este fin. La RLA inició sus operaciones en 1975 y sigue funcionando activamente en el suministro de servicios de medición y de apoyo al desarrollo de técnicas analíticas.

Ya antes de 1970 los inspectores del Organismo tomaban muestras de materiales nucleares salvaguardados para su análisis químico y/o isotópico a fin de determinar el contenido de material fisionable. Estas mediciones se han convertido en un componente importante del sistema de verificación independiente del Organismo, especialmente para apoyar las conclusiones de carácter cuantitativo. De unas pocas decenas de muestras que se tomaron en 1970, el número anual se ha elevado a cerca de 1300 muestras.

El empleo del análisis destructivo para las mediciones de verificación incluye varios pasos, entre ellos el muestreo, el embalaje, la expedición desde las instalaciones hasta el LAS y, por último, la medición analítica como tal. Las mejoras introducidas han ayudado a disminuir las considerables demoras que se producían en los primeros años. Por ejemplo, en 1979 el tiempo medio que consumía la expedición de muestras de la solución de entrada obtenidas en las instalaciones de reelaboración era de 75 días, mientras que en 1989 fue de 16 días. De igual forma, el intervalo de tiempo medio necesario para el análisis de una muestra en 1979 era de 80 días, en comparación con 17 días en 1989.

Las principales técnicas analíticas que se utilizan en el LAS y la RLA son la titulación potenciométrica, la espectrometría de masas y la radiometría. Estas técnicas son objeto de modificación continua con vistas a perfeccionar las mediciones según la práctica más reciente. La contribución de los programas de apoyo de los Estados Miembros seguirá siendo vital para la realización de estas actividades. La vigilancia de la calidad de las mediciones se logra mediante un estricto programa de control de calidad.

Los resultados analíticos comunicados por el LAS y la RLA se almacenan en una base de datos central conjuntamente con las correspondientes declaraciones

de las instalaciones. Dichos datos se evalúan regularmente y los resultados se utilizan en las conclusiones de inspección. Asimismo, constituyen la base de la vigilancia continua de la calidad real de la medición de verificación.

Se prevé que en el decenio de 1990 será necesario tener capacidad de medición analítica destructiva *in situ* en las grandes instalaciones de manipulación de materiales a granel para cumplir los objetivos de verificación oportuna del Organismo. Se trata de un nuevo reto para los Servicios Analíticos de Salvaguardias, cuyo éxito dependerá de la cooperación que se reciba de los explotadores de las instalaciones y los programas de apoyo.

Informes y evaluación de las inspecciones

En 1970 los informes de las inspecciones de salvaguardias se presentaban en un formato relativamente sencillo en que se resumían las actividades de inspección y sus resultados. Los detalles de las actividades y el "alcance" de la inspección se consignaban en el informe de inspección presentado por cada inspector.

En años posteriores se introdujeron mejoras en los modelos de informes de inspección a fin de lograr una mayor coherencia e integridad y la reducción del componente narrativo. En el modelo actual, conocido comúnmente como el "diario", se registra toda la información necesaria para los informes de inspección computadorizados.

Desde 1977 el Organismo publica anualmente un Informe sobre la Puesta en Práctica de las Salvaguardias (IPP) que contiene datos y conclusiones sobre la efectividad y eficacia del programa de salvaguardias. El creciente número y diversidad de las instalaciones, así como la incorporación de métodos de verificación nuevos y más eficaces, han influido en el alcance y profundidad del informe.

También han mejorado considerablemente la compilación y evaluación de los datos de salvaguardias. La mayor parte del tratamiento y la manipulación de los datos de inspección es computadorizada. Importantes progresos se han logrado también en la formulación de criterios para la evaluación del logro de los objetivos de inspección.

Perspectivas futuras

Desde el comienzo mismo de las actividades de salvaguardia del OIEA, el Organismo siempre ha reconocido la importancia de garantizar que los cambios tecnológicos que se produzcan en la esfera nuclear queden recogidos de inmediato en la formulación de nuevos procedimientos y técnicas de salvaguardias. Durante el decenio de 1960 y principios del de 1970, se crearon varios grupos asesores encargados de examinar cuestiones concretas surgidas en el proceso de formulación de métodos de salvaguardias. En 1975 el Director General decidió, en consulta con los Estados Miembros que se ocupan especialmente de las cuestiones de salvaguardias, crear el Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias (GAPAS) encargado de dar orientación general sobre el programa de salvaguardias del Organismo. El GAPAS ha cumplido sus importantes responsabilidades de manera tal que ha merecido el respaldo de los Estados Miembros y la Secretaría.

Instalaciones de Estados no poseedores de armas nucleares en que los materiales nucleares se sometieron a las salvaguardias en 1970 y 1990

	1970	1990
Reactores de potencia	9	195
Reactores de investigación y conjuntos críticos	63	177
Plantas de conversión	—	8
Plantas de fabricación de combustible (incluidas las plantas piloto)	5	43
Plantas de reelaboración (incluidas las plantas piloto)	3	6
Plantas de enriquecimiento	—	6
Instalaciones de almacenamiento separadas	—	41
Otras instalaciones	19	51
Total parcial	99	527
— Otros lugares	57	405
— Instalaciones no nucleares	—	2
Totales	156	934

Materiales nucleares sometidos a salvaguardias en Estados no poseedores de armas nucleares en 1970 y 1990 (en toneladas)

	1970	1990
Plutonio contenido en combustible irradiado	<1 tonelada	245
Plutonio separado		11
Uranio enriquecido	243	29 000
Uranio natural y empobrecido y torio	1146	43 000

Con arreglo a la recomendación del GAPAS en cuanto a las directrices a largo plazo que deberían regir el programa de salvaguardias del Organismo, el OIEA formula actualmente criterios de puesta en práctica y evaluación de salvaguardias, cuyo propósito es tener en cuenta los adelantos tecnológicos previstos y proporcionar una base más integral para la planificación, la puesta en práctica y la evaluación de las actividades de salvaguardia. El apoyo y la cooperación que los Estados Miembros brinden a la aplicación de estos criterios será sumamente importante para preservar la eficacia del sistema de salvaguardias.

Con toda seguridad será preciso seguir perfeccionando la capacidad técnica del Organismo en consonancia con los adelantos tecnológicos que tienen lugar en los sistemas de medición y contabilidad de los materiales nucleares. Asimismo, la tendencia a emplear sistemas computadorizados de manipulación, elaboración y almacenamiento de materiales nucleares, —lo que reducirá, por consiguiente, el acceso a dichos materiales para los fines de la verificación— obligará a introducir nuevos cambios en la interrelación existente entre el Cuerpo de Inspectores del OIEA, los organismos nacionales de reglamentación de los Estados Miembros y los explotadores de las instalaciones nucleares. Para

establecer una mayor vinculación entre los sistemas nacionales de contabilidad de materiales nucleares nacionales y las salvaguardias del OIEA será preciso hacer mayor hincapié en la autenticación de los datos derivados por los sistemas de medición operados conjuntamente por el OIEA y los explotadores de las instalaciones, y especialmente de los datos suministrados únicamente por los sistemas propiedad de los explotadores de las instalaciones y que son controlados por ellos.

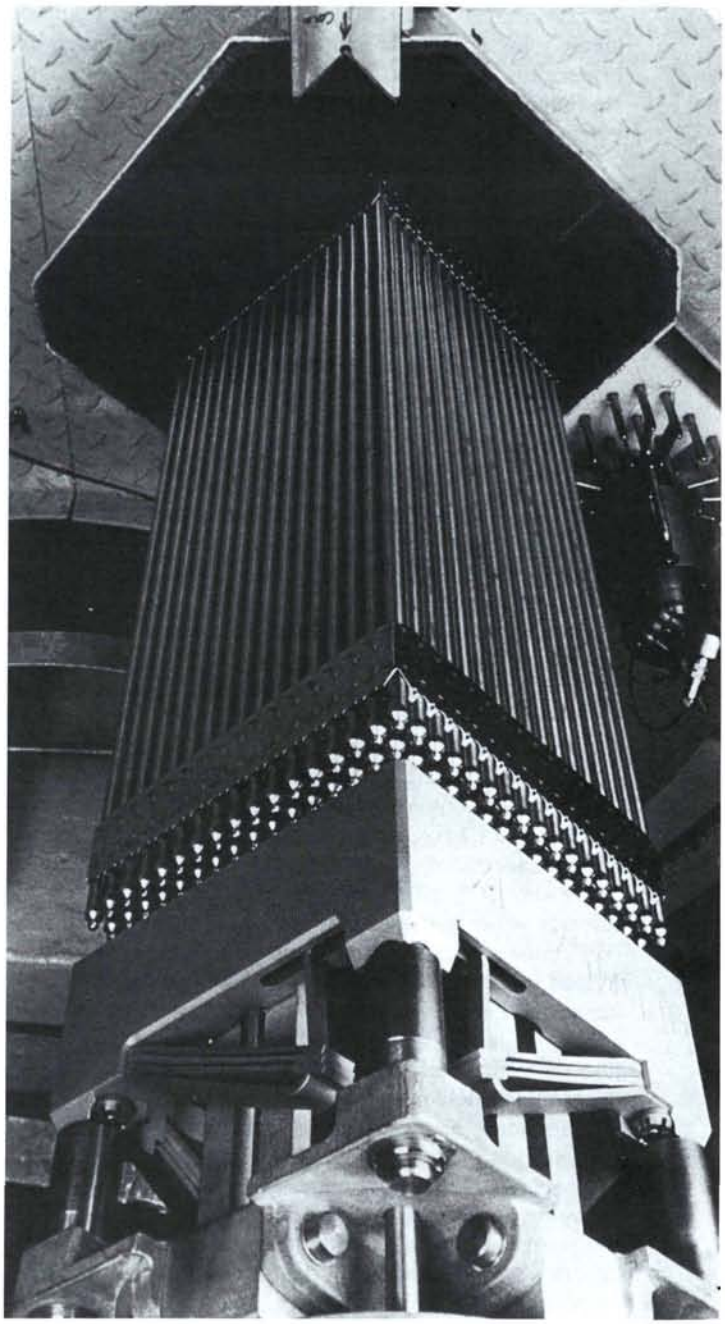
Los programas de los Estados Miembros en apoyo a las salvaguardias adquirirán una importancia mucho mayor al permitir que el OIEA se beneficie de los adelantos tecnológicos que se alcancen en la ingeniería nuclear y otras esferas conexas. Es muy probable que en el Organismo siga imperando la política presupuestaria de "crecimiento real cero", de lo que se desprende que sin las numerosas y variadas contribuciones de los Estados Miembros, el programa de salvaguardias del OIEA se irá deteriorando progresivamente.

Sin embargo, se vislumbran algunas posibilidades que podrían ampliar el ámbito del programa de salvaguardias del OIEA:

- La negociación de acuerdos de salvaguardias y su entrada en vigor en países que no han sometido aún la totalidad de sus programas nucleares a las salvaguardias del OIEA;
- La ampliación de las salvaguardias del OIEA en los Estados poseedores de armas nucleares a fin de que abarquen la totalidad de los programas nucleares civiles de dichos Estados; y
- La constante ampliación de los programas nucleares en países que ya han sometido la totalidad de sus programas nucleares a las salvaguardias del OIEA.

¿Qué consecuencias tendrían estas posibilidades si se convirtiesen en hechos? Estimaciones realizadas sobre la base de datos publicados pero no confirmados, indican que si otros países sometieran la totalidad de sus programas nucleares a las salvaguardias de la OIEA, el ámbito de las salvaguardias del Organismo se incrementaría en un 5% a 10%. Según una estimación aproximada del OIEA, si las salvaguardias abarcasen la totalidad de los programas nucleares civiles de los Estados poseedores de armas nucleares, la carga de trabajo operacional total en materia de salvaguardias casi se triplicaría. Es probable que la continua ampliación de los programas nucleares en los países que ya han sometido la totalidad de sus programas a las salvaguardias del Organismo haga que las actividades de salvaguardias del OIEA aumenten del 20% al 25% durante los próximos 5 años.

Así, las perspectivas futuras de las salvaguardias del OIEA son muy prometedoras, aunque no exentas de cierto grado de incertidumbre. Es indiscutible la importancia permanente que tienen las salvaguardias del OIEA como baluartes de los esfuerzos que realiza la comunidad mundial en pro de la no proliferación nuclear. Los Estados que han contraído obligaciones globales de salvaguardia están firmemente convencidos de que las salvaguardias del OIEA constituyen el único medio verdaderamente internacional y, por consiguiente, fiable de verificar el carácter pacífico de sus actividades nucleares. No se pide a los Estados que han decidido no contraer tales obligaciones globales de salvaguardia que renuncien a los muchos beneficios humanitarios que proporciona la energía nuclear y la radiación ionizante, sino que fortalezcan el ya amplio programa de salvaguardias del OIEA. Los decenios de 1970 y 1980 han dado pruebas contundentes de que existe una confianza casi universal en el valor de las salvaguardias del OIEA. Esperemos que en el decenio de 1990 todos los Estados se unan en el empeño verdaderamente universal de establecer un sistema de verificación de la no desviación de los materiales nucleares hacia fines no pacíficos. O, dicho en términos más positivos, un sistema de verificación que brinde la certeza de que los materiales nucleares sólo se emplearán con fines pacíficos.



Conjunto combustible para una central nuclear. (Foto de la French Nuclear Newsletter)