

La gestión de desechos radiactivos en los países en desarrollo

Nuevas actividades para hacer frente a necesidades y problemas

por K.T. Thomas, W. Baehr y G.R. Plumb

Casi todos los Estados Miembros del OIEA producen varios tipos de desechos radiactivos.

Para la mayoría de los países en desarrollo, las centrales nucleares no son el punto focal de las actividades de gestión de desechos radiactivos hoy en día. Solo el 7% aproximadamente de la potencia nuclear mundial instalada se encuentra en países de las regiones en desarrollo del mundo. A principios de 1988 siete países en desarrollo en Asia, América Latina, y la región del Mediterráneo tenían 24 centrales nucleares en explotación. No obstante, la energía nucleoelectrónica se convertirá en una creciente fuente de desechos radiactivos en los próximos años a medida que entren en funcionamiento las unidades nucleoelectrónicas en construcción en los países en desarrollo.

En la actualidad, los países en desarrollo están interesados principalmente en la gestión de desechos nucleares producidos en centros médicos, institutos de investigación, instalaciones industriales, operaciones mineras y reactores de investigación. En determinados casos, la gestión de dichos desechos ha adolecido de deficiencias lo cual ha sido causa de graves accidentes. La inadecuada gestión de fuentes radiactivas ha ocasionado víctimas en México (1962), Argelia (1978), Marruecos (1984), y el Brasil (1987).

Por tanto, las actividades del Organismo en materia de gestión de desechos se han concentrado en el asesoramiento a los Estados Miembros en desarrollo sobre la gestión de desechos provenientes del empleo de materiales radiactivos. Esta labor se desarrolla de una manera integrada mediante las actividades de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Gestión de Desechos, los programas de asistencia técnica, y el Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos (PAGD), un proyecto interregional de cooperación técnica.

La considerable labor del Departamento de Cooperación Técnica en proyectos de gestión de desechos comprende la determinación de los países que necesitan asistencia, el establecimiento de prioridades, la delimitación del ámbito de los proyectos y la garantía de que los proyectos se ponen en ejecución eficazmente.

El objetivo de estas actividades es ayudar a los países a desarrollar los conocimientos especializados necesarios para la autosuficiencia en la gestión segura de desechos radiactivos. A continuación se exponen detalles de los mecanismos del Organismo previstos para alcanzar los objetivos mencionados.

Proyectos de cooperación técnica

Desde 1976, se han llevado a cabo 35 proyectos de cooperación técnica en la gestión de desechos radiactivos en 22 países. En la actualidad, 15 países reciben distintos tipos de asistencia técnica por medio de un total de 22 proyectos. (Véase el cuadro adjunto.) Se espera que el número de países que reciben asistencia técnica en la gestión de desechos aumente a medida que los Estados Miembros en desarrollo se concentren en la puesta en ejecución de programas nacionales.

Para alcanzar una satisfactoria puesta en ejecución de estos proyectos, se hacen esfuerzos para correlacionarlos con programas, necesidades y estrategias nacionales. Las evaluaciones del OIEA toman en cuenta no solo los aspectos técnicos sino asimismo aspectos más amplios de las propuestas de petición de asistencia. Ello contribuye a garantizar que los proyectos aprobados cumplen los principales requisitos para un desarrollo nacional integrado de los sistemas de gestión segura de los desechos radiactivos.

Programas coordinados de investigación

Los programas coordinados de investigación (PCI) del Organismo abarcan temas específicos de investigación y desarrollo de gran importancia e interés en la gestión de desechos radiactivos. La participación ha aumentado ampliamente interviniendo tanto los Estados Miembros desarrollados como en desarrollo, sirviendo así como un excelente foro que permite la transferencia de información y datos técnicos a los países en desarrollo.

En la actualidad hay ocho PCI en curso y planificados sobre diferentes temas en la esfera de la gestión de desechos. Los PCI sobre migración de radionucleidos de enterramientos a poca profundidad de desechos radiactivos, descontaminación y clausura de instalaciones nucleares, evaluación de formas y bultos de desechos radiactivos solidificados de actividad intermedia y baja, y el empleo de sorbentes inorgánicos para la gestión de desechos son particularmente útiles para los países en desarrollo.

Cursos de capacitación y viajes de estudio

Varios científicos de países en desarrollo han recibido capacitación en países adelantados en la gestión de desechos radiactivos como parte de proyectos nacionales de cooperación técnica. Además, se están celebrando cursos de capacitación nacionales, regionales e interregionales sobre el tema. Entre 1976 y 1989 se han celebrado un curso nacional, dos regionales y ocho

Los Sres. Thomas, Baehr y Plumb son funcionarios de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Gestión de Desechos, del OIEA.

Asistencia técnica a los Estados Miembros en la gestión de desechos radiactivos

	Asistencia como experto del oficial del proyecto	Asesoramiento sobre misiones de expertos	Asesoramiento sobre adquisición de equipo	Becas/visitas científicas
Argelia	X	X	X	X
Bangladesh	X	X	X	X
Bulgaria	X	X	X	X
Camerún	X	X		X
Chile	X	X	X	X
China	X	X	X	X
Egipto	X	X	X	X
Filipinas	X	X	X	X
Indonesia	X	X	X	X
Perú	X	X	X	X
Portugal	X	X		
República de Corea	X	X	X	X
Siria	X	X	X	X
Tailandia	X	X	X	X
Turquía	X	X	X	X

interregionales de capacitación, así como viajes de estudio sobre la gestión de desechos radiactivos, de los que se han beneficiado 206 participantes de 60 países. El último curso interregional sobre gestión de desechos se celebró en Karlsruhe (República Federal de Alemania), en septiembre-octubre de 1988.

Para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo de capacitación en los aspectos prácticos de la inmovilización de fuentes radiactivas gastadas, se están planeando cursos regionales para el período posterior a 1989.

Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos (PAGD)

A fines de 1986, el OIEA decidió aumentar sus actividades sobre gestión de desechos iniciando un programa de asesoramiento para prestar una mayor asistencia a los Estados Miembros en desarrollo. El PAGD —las siglas del Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos— ayuda actualmente a los países en desarrollo mediante la evaluación de sus necesidades en la esfera de la gestión de desechos y otras conexas, la revisión de programas operacionales y planeados, la evaluación de los conocimientos especializados y personal, laboratorios, equipo y servicios disponibles.

Los equipos de expertos en varias disciplinas de gestión de desechos visitan un Estado Miembro, previa solicitud, para efectuar un amplio estudio de las necesidades, prácticas, procedimientos e instituciones de gestión de desechos. Los equipos ayudan directamente en el desarrollo práctico y la ejecución de opciones, planes y métodos de gestión de desechos para la separación, el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento y la evacuación de desechos, todo en el contexto de las políticas, los programas y la situación financiera del país. Se formulan recomendaciones específicas para el fomento seguro de la gestión de desechos radiactivos en los países visitados.

Las misiones del PAGD se iniciaron en 1987, aprovechando la base tradicional de información y conocimientos especializados establecidos en el OIEA

durante los últimos 30 años. Hasta ahora se han organizado 22 misiones, y se prevé completar otra a finales de 1989. (Véase el mapa adjunto.) Esto indica que existe un interés global en el PAGD.

Las misiones del PAGD han determinado un cierto número de esferas que precisan de la atención nacional para la puesta en ejecución segura de sus programas de gestión de desechos. No solamente es preciso tener en cuenta debidamente las necesidades para la gestión segura de desechos radiactivos, sino que los países puedan disponer de políticas y planes para la gestión integrada de desechos a corto y a largo plazo basados en prácticas y criterios modernos. Para alcanzar este fin es preciso contar con la legislación, la infraestructura y el personal capacitado necesarios, así como con los medios para el intercambio de información y con los fondos correspondientes. Es necesario la aplicación de criterios de seguridad para efectuar evaluaciones adecuadas de la seguridad en la gestión de desechos. La labor de evacuación de desechos —especialmente en lo que respecta al emplazamiento adecuado de repositorios— es otra esfera a la que deben conceder importancia los países que se enfrentan a este problema. Las recomendaciones del PAGD han sido recibidas positivamente por todos los países.

Los resultados de las misiones del PAGD indican claramente que se debe prestar la debida atención a las necesidades de gestión de desechos a nivel nacional. Antes de iniciar programas en los que se prevea, por ejemplo, la utilización de radisótopos en los hospitales y la industria, es preciso planificar a nivel nacional las necesidades de gestión de desechos. El Organismo solo puede proporcionar asesoramiento y cierta asistencia técnica para desarrollar los conocimientos especializados necesarios para la gestión de desechos; los propios países tienen que resolver sus problemas.

Iniciativas en la gestión de desechos procedentes de aplicaciones nucleares

Las fuentes radiactivas, empezando por el radio, se emplean desde hace muchos decenios. Ahora se utilizan

Países visitados por misiones del PAGD



Como parte de sus servicios de seguridad y asesoramiento, el OIEA proporciona misiones de experto a los Estados Miembros, previa solicitud, en el marco de su Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos.

en una amplia gama de aplicaciones en las esferas de la investigación, medicina, industria y agricultura. El cobalto 60, el cesio 137, el radio 226, el iridio 192, el americio 241, el estroncio 90 y el plutonio 238 son algunos de los isótopos de importancia. Todas estas fuentes se convierten en desechos radiactivos cuando se acaban sus vidas útiles.

Debido a que la aplicación de materiales radiactivos en la industria, la medicina y otras esferas es universal sin ninguna distinción entre los países desarrollados y los países en desarrollo, excepto en lo que respecta a la amplitud de aplicación, el problema de la gestión de fuentes gastadas existe en todos los Estados Miembros del OIEA. Ahora bien, en los países industrializados, generalmente existe una adecuada infraestructura reglamentadora con mecanismos de control e inspección para reducir al mínimo los problemas que puedan surgir.

En los países en desarrollo no se dispone de una información amplia y fiable sobre el número y tipo de las fuentes gastadas. También es dudoso que algunos países dispongan de esta información. Sin embargo, se estima que las existencias de radio en los países en desarrollo oscilan entre 250 y 500 gramos. El empleo del radio para el tratamiento contra el cáncer, que se inició a principios de siglo, se está sustituyendo por el empleo de otros isótopos.

Como ya se ha mencionado, se han producido en los últimos años accidentes por una incorrecta manipulación de fuentes selladas gastadas en varios Estados Miembros

y han causado víctimas y graves lesiones a personas. En una circular dirigida a los Estados Miembros en 1988, el Director General del OIEA advirtió a los países sobre los graves riesgos que plantean las fuentes radiactivas gastadas, si no se ejerce un control apropiado en su gestión y evacuación seguras. Si las fuentes selladas obsoletas no se gestionan apropiadamente o se pierde su control, las consecuencias son generalmente graves. Las fuentes son cápsulas de alta integridad que contienen una pequeña masa de un isótopo específico, y el peligro de la exposición a un dispositivo intacto aumenta en gran medida si la cápsula se destruye. La dispersión del contenido radiactivo puede causar una amplia contaminación personal externa e interna.

En vista de la importancia de los problemas relativos a las fuentes selladas gastadas, se han propuesto en el Organismo varias nuevas tareas. Específicamente, se planifica:

- revisar y evaluar la magnitud y naturaleza de los problemas radiológicos y de evacuación relacionados con viejas fuentes de radio utilizadas con fines médicos en los Estados Miembros y la función que el Organismo debe desempeñar al respecto; y
- considerar la inclusión de información sobre fuentes gastadas en la base de datos de gestión de desechos que en la actualidad se está elaborando como complemento de las actividades del Organismo en la esfera de la gestión de desechos.

Antecedentes detallados del PAGD

Desde 1987, misiones de expertos en el marco del Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos (PAGD) han visitado 22 países. En total, han participado 24 expertos de ocho Estados Miembros y el OIEA. Los países visitados tienen distintos niveles de actividades nucleares: 11 países tienen reactores de investigación o centros y programas conexos; siete tienen centrales nucleares en explotación o en construcción, o instalaciones del ciclo del combustible nuclear; seis tienen programas de uranio o monacita; y seis efectúan aplicaciones de radisótopos. Todos los países han respondido positivamente a las recomendaciones del PAGD.

De las misiones, se deducen varias observaciones de carácter general:

- no se reconocen los beneficios que reporta el contar con un control centralizado y responsabilidades claramente definidas en materia de reglamentación y gestión
- los programas nacionales de gestión de desechos no están planificados de una manera integrada
- en muchos países no existe la legislación necesaria
- se necesita capacitación, aumento y motivación del personal
- no se practican de una manera sistemática los conceptos de seguridad; en muchos países no hay criterios

de seguridad, ni se reconoce la necesidad de analizar y evaluar la seguridad y controlar la calidad en la gestión de desechos

- las fuentes radiactivas gastadas son un problema importante en la mayoría de los países
- no se procede al intercambio de información con otros países
- existe una grave escasez de fondos, que hace que se conceda poca prioridad a la gestión de desechos; en muchos países, el OIEA es la fuente principal de investigación y desarrollo y mejoramiento de las prácticas de gestión de desechos
- en la mayoría de los países se carece de información sobre desechos y de proyecciones sobre la futura producción de desechos
- no se llevan a cabo sistemáticamente los programas de emplazamiento de repositorios
- no se tienen en cuenta las necesidades de descontaminación y clausura
- en un creciente número de países están surgiendo problemas de aceptación pública, y sus efectos se subestiman
- se necesita, y se solicita, la asistencia del Organismo para mejorar la gestión de desechos.

Ya se ha preparado un manual técnico sobre manipulación, acondicionamiento, y evacuación de fuentes selladas gastadas, para ofrecer un asesoramiento sencillo y claro a los países que solo aplican los radisótopos en la medicina, la investigación y la industria. El manual proporciona información sobre caracterización; legislación; responsabilidades; opciones en la gestión; y acondicionamiento de fuentes selladas. (Véase el diagrama adjunto donde se describen opciones para la gestión.)

Además de la preparación de documentos de orientación, la asistencia del OIEA en la gestión de fuentes selladas gastadas incluye una película de vídeo complementaria, programas de capacitación, asistencia práctica en el diseño de sistemas y misiones de expertos.

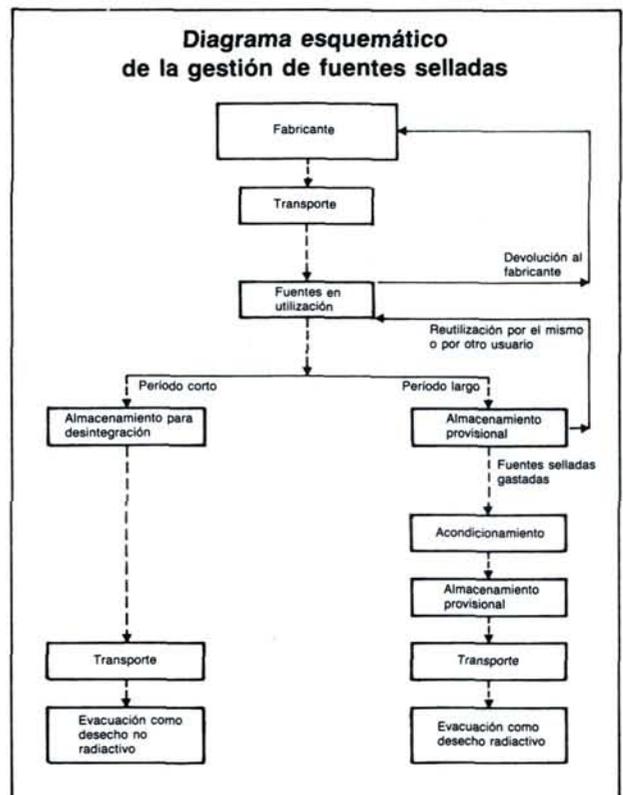
● **Programas de capacitación.** Existen iniciativas para celebrar varios cursos regionales e interregionales sobre el tema. Mientras tanto, se ha formulado asesoramiento urgente mediante conferencias en cursos que abarcan aspectos generales de la gestión de desechos y protección radiológica. Se proyecta la celebración en 1990 en un país africano de un curso regional de capacitación sobre la gestión de fuentes radiactivas gastadas.

● **Asistencia práctica.** Se preparó urgentemente una película de vídeo con una demostración típica de acondicionamiento y de inmovilización para facilitar una rápida comprensión. Sin embargo, ahora parece ser esencial para muchos países una demostración práctica directa y se está estudiando la prestación de asistencia de expertos mediante el PAGD y misiones especiales.

La asistencia prestada por el OIEA ha servido para fomentar la autosuficiencia de los Estados Miembros mediante el establecimiento de sistemas de reglamentación y de la capacidad técnica para manipular, almacenar y evacuar de una manera segura las fuentes selladas fuera de uso. Se ha estudiado detenidamente la alternativa de solucionar muchos de los problemas que plantean las fuentes gastadas con la cooperación de los países

industrializados que suministran las fuentes. En general, las fuentes que se suministran en el futuro serán objeto de un acuerdo para aceptar su devolución cuando estén fuera de uso. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, muchas fuentes viejas en los países en desarrollo requerirán todavía una gestión y evacuación apropiadas, haciendo esencial la política de autosuficiencia.

Diagrama esquemático de la gestión de fuentes selladas



Orientación y enfoques prácticos

Por lo general, los países en desarrollo se enfrentan a diferentes problemas —y por tanto tienen diferentes necesidades inmediatas— que los países industrializados en la manipulación segura cotidiana de desechos radiactivos. Las razones de esto se deben a que sus programas nucleoelectricos son menos maduros o se encuentran en sus comienzos por lo que la experiencia acumulada es más pequeña, y las infraestructuras industriales y reglamentadoras globales con frecuencia no están tan firmemente establecidas. Otros muchos países en desarrollo no tienen programas nucleoelectricos pero producen desechos provenientes del empleo de radisótopos en la industria, la medicina, la investigación y otros campos.

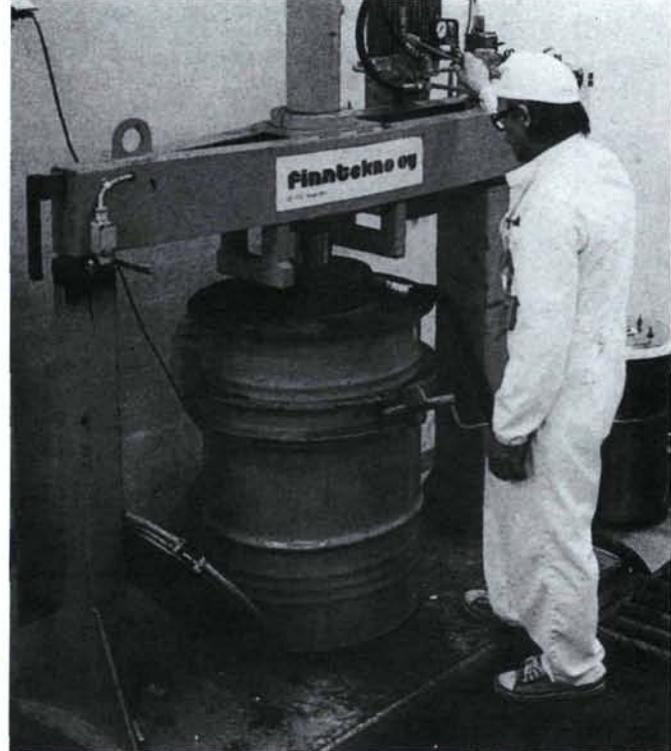
Los programas del OIEA están dando una importancia particular a las actividades encaminadas a asesorar y capacitar a especialistas y a transferir prácticas y tecnologías comprobadas de los países industrializados a los países en desarrollo. Las actividades en la esfera de la gestión de desechos radiactivos se mantienen continuamente en revisión para satisfacer las necesidades de los Estados Miembros y reflejar la situación actual de los trabajos en este campo.

En vista de las responsabilidades más amplias del Organismo en cuanto a proporcionar una orientación global, se concede importancia particular a las necesidades de los países en desarrollo. La labor desarrollada hasta ahora ha sido útil para todos los países. Sin embargo, cada vez se extiende más la opinión de que además de la publicación de informes, las actividades del OIEA deberían igualmente satisfacer las necesidades de los Estados Miembros, especialmente de los Estados Miembros en desarrollo, de enfoques prácticos en la puesta en ejecución de programas y proyectos de gestión de desechos. Algunas de las nuevas actividades iniciadas por el OIEA durante los últimos tres años tienen como objetivo satisfacer esta demanda.

Manuales técnicos

El OIEA ha publicado varios manuales técnicos que abarcan aspectos de la gestión de desechos radiactivos, atendiendo particularmente a las necesidades de los países en desarrollo. Otros están en preparación. Abarcan temas que incluyen:

- Manipulación, acondicionamiento y evacuación de fuentes selladas gastadas
- Reducción al mínimo y separación de desechos radiactivos
- Almacenamiento provisional para la desintegración de desechos no tratados y acondicionados
- Manipulación, tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos sólidos
- Tratamiento y acondicionamiento de cadáveres de animales y materiales biológicos radiactivos
- Tratamiento y acondicionamiento de efluentes radiactivos
- Tratamiento y acondicionamiento de líquidos radiactivos orgánicos
- Tratamiento y acondicionamiento de resinas gastadas de intercambio de iones procedentes de reactores de investigación
- Diseño de una instalación centralizada de tratamiento y almacenamiento de desechos.



En la central nuclear de Lovissa, en Finlandia, algunos tipos de desechos radiactivos se compactan utilizando una prensa hidráulica (Foto, YJT, Finlandia).

Comparación de una central térmica alimentada con carbón con una central nuclear que producen la misma cantidad de energía eléctrica

	Central alimentada con carbón	Central nuclear
Combustible necesario por año	3 000 000 m ³	3 m ³
Desechos producidos	400 000 m ³	1 000 m ³ *
Cantidad de metales tóxicos en los desechos producidos	3 000 m ³	1 m ³

Fuente: *Nuclear Power and Fuel Cycle: Status and Trends*, OIEA, (1989).

* La cifra incluye los desechos producidos durante la fabricación y reelaboración del combustible.