

Gestión internacional de desechos – Consideraciones previas sobre una Conferencia

por K.T. Thomas y J. Hirling*

La potencia eléctrica total instalada en el mundo se prevé que aumentará de los 2000 GW(e) actuales a unos 2700 GW(e) en 1985 y a una potencia comprendida entre 5200 y 6600 GW(e) en el año 2000. Dicho crecimiento implicará la construcción y funcionamiento durante un período de 20 años de unas 4000 centrales de una potencia de 1 GW(e). Para satisfacer tal demanda tendrán que utilizarse todas las fuentes de energía, incluida la energía nuclear, cuya participación aumentará.

Al final de 1982, existían 294 reactores nucleares de potencia en funcionamiento en 25 países con una capacidad de generación de 173 GW(e), las cuales proporcionaban aproximadamente un décimo de la electricidad total producida en el mundo. Están en construcción actualmente unos 215 reactores de potencia en 27 países, que supondrán una potencia adicional de 197 GW(e). Se espera que la potencia nuclear instalada se elevará a 311 GW(e) para 1985, a 425 GW(e) para 1990 y de 750 a 1100 GW(e) el año 2000. La participación nuclear en la producción de electricidad en algunos países desarrollados alcanza el 40% o más y puede aumentar al 80% para el año 2000. Aunque casi toda la energía nuclear procede de sistemas de reactores térmicos, existen en funcionamiento o en construcción también algunos reactores reproductores rápidos y se espera que su desarrollo haga que la energía nuclear desempeñe un papel preponderante todavía durante mucho tiempo.

La expansión de la energía nucleoelectrónica depende en gran parte de que se resuelvan los interrogantes y problemas planteados por la evacuación de desechos radiactivos. Así pues, la evacuación de desechos radiactivos en condiciones de seguridad es una cuestión de vital importancia.

Consciente de que sus Estados Miembros dispone de tres decenios de experiencia en la gestión de desechos, el – OIEA – consideró que era el momento oportuno para examinar y evaluar la situación y conocimientos actuales en esta esfera, y que tenía especial importancia detectar todas las deficiencias para revisar en consecuencia las prácticas y tecnologías actuales. Por lo tanto, el Organismo decidió convocar una conferencia internacional sobre el tema de la gestión de desechos. Esa conferencia se celebrará del 16 al 20 de mayo en Seattle, Estado de Washington (Estados Unidos de América).

* El Sr. Hirling es Jefe de la Sección de Gestión de Desechos de la División del Ciclo del Combustible Nuclear del Organismo. El Sr. Thomas es funcionario de dicha Sección de Gestión de Desechos.

El Organismo ha celebrado varios simposios y reuniones internacionales anteriormente en los que se trataron diversos aspectos de la gestión de desechos radiactivos. Pero hasta ahora no ha habido una conferencia del OIEA en la que se estudiasen recapitulaciones resumidas de los muchos aspectos técnicos, ambientales, reglamentarios, institucionales, jurídicos y económicos de la gestión de desechos, de sus interrelaciones y de sus implicaciones para la expansión de la energía nucleoelectrónica. Los amplios objetivos de la conferencia son: proporcionar al personal un foro directivo y a los expertos técnicos para el intercambio internacional de información, destacar cuestiones de actual importancia, y determinar posibles enfoques para su solución, basándose en los conocimientos acumulados mediante la experiencia, la investigación y el desarrollo en el pasado, así como en consideraciones políticas.

Actividades del Organismo

Las actividades del Organismo en el esfera de la gestión de desechos radiactivos tienen por finalidad prestar ayuda a los programas nacionales y a la comunidad internacional para proteger al ser humano y a su medio ambiente contra todos los riesgos resultantes de los desechos y efluentes radiactivos. El Organismo proporciona información sobre los aspectos técnicos y de reglamentación y prepara directivas en esta materia. Recoge y difunde información, prepara normas y proporciona asistencia técnica y capacitación organizando conferencias, simposios y seminarios, así como diferentes tipos de reuniones, cursos de capacitación y programas coordinados de investigación, y enviando expertos en misión a los Estados Miembros. El programa actual tiene tres componentes principales.

Manipulación y tratamiento de desechos radiactivos: este componente del programa del Organismo se concentra actualmente más en la manipulación, tratamiento y gestión de desechos de alta actividad y de desechos portadores de emisores alfa, así como de la clausura de instalaciones nucleares.

En la esfera de los desechos de alta actividad y portadores de emisores alfa un Comité Técnico creado en 1974 celebró varias reuniones y sirvió de foro para el intercambio de información sobre los programas nacionales de tratamiento y acondicionamiento de desechos. Los programas coordinados de investigación del OIEA sobre “evaluación de formas de desechos de alta actividad” y “evaluación de los riesgos originados por la separación de los actínidos con respecto a los desechos de alta actividad seguida por su transmutación o evacuación por separado” proporcionaron resultados

muy valiosos como material de orientación para los Estados Miembros. La experiencia adquirida y las tendencias en materia de manipulación de desechos portadores de emisores alfa se discutieron en un simposio OIEA/CCE celebrado en 1980.

El tratamiento de efluentes y desechos gaseosos es importante para la protección del medio ambiente contra las descargas de radionucleidos en suspensión aérea emitidos tanto en condiciones normales como de accidente. En un simposio OIEA/AEN celebrado en 1980 se discutieron este tema y otros con él relacionados.

Se ha publicado el documento titulado "Guide to the safe handling of radioactive waste at nuclear power plants". En un simposio OIEA/AEN celebrado en 1979 se discutieron los sistemas y las prácticas que se emplean en diversos tipos de centrales nucleares. Actualmente se trabaja en la preparación de un Código de Práctica sobre la gestión de desechos procedentes de centrales nucleares.

El tema de la clausura de instalaciones nucleares ha despertado gran interés en los últimos años. En 1978 se celebró un simposio OIEA/AEN. Los factores relativos a la clausura de reactores nucleares emplazados en tierra fueron tema de un documento también publicado. En informes que se encuentran en preparación se discutirán las técnicas de descontaminación y clausura y la gestión de desechos producidos en tales operaciones, así como la descontaminación como ayuda para la clausura y el mantenimiento de las centrales.

Evacuación subterránea de desechos radiactivos:

Las cuestiones incluidas en esta esfera de actividades del Organismo son: orientación genérica, aspectos de reglamentación, evaluaciones y criterios de seguridad; investigaciones sobre emplazamientos para cementerios radiactivos; diseño y construcción de dichas instalaciones; y funcionamiento, clausura definitiva y vigilancia de cementerios radiactivos. Este tema se está tratando ampliamente: al final de 1982 se habían publicado 12 documentos y se están preparando o están en fase de proyecto muchos más.

Conjuntamente con la AEN, el Organismo celebró en 1979 un simposio sobre la evacuación subterránea de desechos radiactivos. El Organismo ha creado un Comité de Revisión técnica para asesorar sobre el programa y examinar los documentos antes de su publicación.

Aspectos ambientales de la energía nuclear:

Las repercusiones a largo plazo de la utilización industrial de la energía nuclear comprenden: emisiones radiactivas, reales o potenciales, de importancia regional o global; utilización ininterrumpida y presumiblemente en aumento del vertimiento de desechos sólidos de baja actividad en el mar, así como las descargas de efluentes en las aguas litorales; y evacuación de desechos radiactivos en tierra firme.

El Organismo ha informado sobre los principios y procedimientos para establecer cantidades límite de las descargas de materiales radiactivos en el medio ambiente, modelos de itinerarios y datos para la transferencia ambiental de radionucleidos; así como sobre los problemas relativos a la contaminación transnacional de largo alcance del aire y de las aguas.

Se ha prestado atención al comportamiento ambiental de radionucleidos de particular importancia desde el punto de vista radiológico, y se celebró un simposio sobre el comportamiento del tritio en el medio ambiente. Se están llevando a cabo programas coordinados de investigación sobre los temas siguientes: comportamiento del tritio en algunos ecosistemas típicos; origen y movimiento del radio en acuíferos y vías acuáticas anteriores; migración de radionucleidos procedentes de desechos radiactivos almacenados en el medio ambiente terrestre; comportamiento cíclico de los elementos transuránicos en el medio ambiente marino; y el carbono-14 procedente de instalaciones nucleares. En 1981 el Organismo celebró un Simposio sobre la migración de radionucleidos de período largo del ciclo del combustible nuclear en el medio ambiente terrestre.

Reviste especial importancia el cumplimiento de las obligaciones que, en virtud del Convenio de Londres sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, incumben al Organismo con respecto a cuestiones relacionadas con la radiactividad. La Definición del Organismo de desechos radiactivos inapropiados para su vertimiento en el mar y las Recomendaciones a las autoridades nacionales relativas a la concesión de permisos especiales para el vertimiento de desechos no comprendido en dicha Definición se aplican desde 1978 en virtud del Convenio. Se está procediendo a su examen, y la próxima revisión se finalizará en 1985. La ejecución de estas actividades entraña la cooperación con numerosas organizaciones internacionales y con el Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina de Mónaco del Organismo.

Programa de la Conferencia

En la Conferencia que se celebrará en Seattle en mayo se presentarán amplias memorias recapitulativas y estudios panorámicos de temas técnicos específicos. Los temas elegidos son:

- Política de gestión de desechos y su aplicación;
- Manipulación y tratamiento de desechos en instalaciones nucleares; experiencia, proyectos, tendencias y requisitos tecnológicos;
- Almacenamiento y evacuación a largo plazo de desechos radiactivos — prácticas y planes;
- Evaluaciones ambiental y de la seguridad de los sistemas de gestión de desechos;
- Descargas radiactivas al medio ambiente procedentes de actividades nucleares — situación actual y futura;
- Cooperación internacional.

Se presentarán unas 154 memorias procedentes de 22 países y nueve organizaciones internacionales. La propia labor del OIEA en la gestión de desechos se expondrá en seis memorias, preparadas conjuntamente con autores nacionales que intervinieron en esta labor.

Las sesiones sobre *política de gestión de desechos y su aplicación, enfoques nacionales y multinacionales* tratarán de las políticas no solamente de países con programas avanzados de gestión de desechos, sino también de otros países con programas más modestos. Se examinarán los siguientes aspectos importantes:

- La necesidad de una información realista sobre el inventario y caracterización de desechos y la planificación a largo plazo de su gestión.
- Utilización de la retroinformación sobre gestión de desechos de actividad baja e intermedia para mejorar su gestión en el futuro.
- Optimización con respecto al cronograma de las diferentes fases de la gestión de desechos de actividad alta desde el almacenamiento en fase líquido hasta su vitrificación y evacuación definitiva. Parece que se perfilan tendencias a establecer cronogramas para la ejecución de estas etapas basando cada país sus criterios en sus condiciones específicas propias.
- Intervención de la mayoría de los países en programas de investigación y desarrollo relacionados con el acondicionamiento y evacuación subterránea de desechos, incluidos los proyectos experimentales y los experimentos *in situ* e investigaciones sitológicas. Algunos de estos programas se están realizando mediante una labor de cooperación multinacional.
- Aunque la formulación de reglamentos y la responsabilidad de su aplicación incumben a los Estados, parece que se está llegando al consenso de que las compañías eléctricas sean responsables de la gestión de los desechos que producen. Los recursos financieros necesarios para la gestión y evacuación de desechos pueden obtenerse mediante un gravamen aplicado a la energía eléctrica, como se hace ya en algunos países.
- Los requisitos básicos de protección radiológica a largo plazo y la necesidad de proteger el medio ambiente mediante el establecimiento de las normas y reglamentos necesario se consideran como la base en la que deben apoyarse las estrategias de gestión de desechos.
- Diversos países están examinando las repercusiones y la economía a largo plazo del almacenamiento del combustible irradiado y su evacuación, en comparación con la reelaboración y la gestión de desechos, para establecer sus estrategias generales de producción de energía nucleoelectrónica y gestión de desechos.

En las sesiones sobre *manipulación, tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos* se examinarán la manipulación y el tratamiento de desechos procedentes de centrales y plantas de reelaboración; el tratamiento de desechos específicos y efluentes gaseosos, así como la clausura. Se estudiará la experiencia adquirida en los diferentes procesos de vitrificación de desechos de alta actividad en diferentes países y se describirán las técnicas de dichas instalaciones, el control remoto, la seguridad radiológica y los métodos de obtención de un producto de calidad aceptable. Se presentarán los resultados de los trabajos de laboratorio sobre la caracterización de formas de desechos y su garantía de calidad para los desechos de actividad baja e intermedia fijados en cemento, betún, polímeros orgánicos, etc. Se facilitará información sobre los procesos más avanzados para el tratamiento de desechos líquidos, incluidos los adelantos conseguidos en las técnicas de precipitación, utilización de intercambiadores de iones inorgánicos y otros absorbentes nuevos, separaciones mediante membranas, procesos eléctricos y separaciones magnéticas de gradiente elevado. El tratamiento por intercambio iónico es importante en la gestión de desechos y se tratará con detalle en varias memorias, incluida una memoria panorámica preparada por el OIEA. La gestión de desechos

portadores de tritio se tratará también en una memoria conjunta que resumirá los resultados de un programa coordinado de investigación del OIEA.

Existe amplia experiencia en la incorporación de desechos en betún, y la conferencia estudiará este impropriamente método de acondicionamiento y su aceptabilidad para el almacenamiento a largo plazo. Se informará sobre la experiencia adquirida y los planes en relación con el tratamiento y el acondicionamiento de todos los desechos producidos en el emplazamiento de las instalaciones de reelaboración del combustible. Se tratará de los adelantos conseguidos en la labor destinada a obtener nuevas formas de vitrificación (por ejemplo, Synroc); los procesos para la recuperación de plutonio (digestión ácida); la manipulación y el almacenamiento de desechos de alta actividad acondicionados; y el diseño de embalajes para la evacuación de desechos de alta actividad en formaciones geológicas. En memorias recapitulativas específicas se tratará con detalle de la reducción del volumen de desechos procedentes de centrales nucleares, de las operaciones de clausura y descontaminación, y de la gestión de desechos de ciclos del combustible nuclear avanzados.

Se espera que el tratamiento de los gases de descarga, las opciones para la gestión de desechos con ^{14}C , la recuperación y el almacenamiento de nucleidos en suspensión aérea (^{85}Kr , ^3H , ^{14}C , ^{129}I) y las políticas con estas cuestiones relacionadas, así como el examen de la situación y estrategia del programa de gestión de desechos atmosféricos producto de operaciones comerciales proporcionen ideas sobre estos problemas para aplicarlas en el futuro no solo a su gestión sino también a la evaluación de la importancia de sus descargas desde el punto de vista radiológico.

Las sesiones sobre *almacenamiento de desechos radiactivos* abarcan los programas nacionales y generales en esta esfera así como los experimentos *in situ*, los sistemas de cementerios radiactivos y la evacuación de desechos de actividad baja e intermedia. Las memorias que se presenten tratarán de la experiencia adquirida en el almacenamiento de combustible irradiado, la evacuación por enterramiento a poca profundidad o en cavidades rocosas, la evacuación en formaciones geológicas profundas, y los criterios aceptables, las investigaciones geocientíficas y la investigación y desarrollo de varias opciones de evacuación.

Revestirá interés la experiencia adquirida durante cerca de tres decenios sobre el almacenamiento en seco y en húmedo de combustible irradiado, así como los sistemas de almacenamiento de combustible nuevo. Se prevé que se examinará la experiencia adquirida en la evacuación en cavidades rocosas y sus posibilidades futuras. Se espera que varias memorias sobre las diferentes opciones de evacuación de desechos de actividad alta en formaciones geológicas proporcionen importante información. Materias que necesitan ulterior atención son el desarrollo de directrices y criterios internacionales y de sistemas alternativos mejorados para la evacuación definitiva de desechos y de combustible irradiado. Las memorias proporcionarán información sobre las actividades de investigación y desarrollo para determinar emplazamientos posiblemente útiles, y sobre los enfoques

utilizados para elegir emplazamientos de repositorios o cementerios radiactivos en formaciones geológicas profundas: es decir, inventario y clasificación de emplazamientos, confirmación de la selección previa y caracterización del emplazamiento.

Se discutirán una serie de sistemas nacionales de almacenamiento y evacuación de desechos de alta actividad. En muchos países se están estableciendo también proyectos experimentales y laboratorios de investigación subterráneos que son fases esenciales en la selección previa de repositorios. Algunos de ellos son proyectos multinacionales. Las investigaciones tendrán por finalidad conseguir información sobre:

- La evaluación del emplazamiento antes de la construcción: incluidas técnicas aéreas, de superficie y de perforación;
- La fase de construcción para evaluar la exactitud de las técnicas utilizadas en la elaboración de modelos del ambiente geológico, geomecánico e hidrogeológico;
- La fase ulterior a la construcción: experimentos sobre efectos localizados, interacciones complejas, zonas de separación, masa de roca y sistemas de aguas subterráneas, y potencial resultante para el transporte en masa.

También se informará sobre diseños y estudios teóricos relativos a repositorios de desechos en basalto, tobas, etc., embalajes de desechos y pozos de exploración; caracterización geohidrológica y barreras sorbentes. Otras cuestiones sobre las que se prevé que se presentará nueva información en la Conferencia son la caracterización geoquímica, la química de las aguas subterráneas, la geoquímica y los modelos de transporte, así como el retardo de elementos de desechos y el análisis de las evaluaciones de rendimiento.

La evacuación de desechos de actividad baja e intermedia es de gran importancia actualmente. Se informará sobre la experiencia práctica adquirida durante los últimos 20 años aproximadamente, la eficacia de sistemas de barreras múltiples, los aspectos hidrogeológicos y la necesidad de sistemas nacionales estables. Se tratará de la evacuación en el mar de desechos sólidos. También se espera que despierten interés los trabajos de investigación sobre la migración de radionucleidos específicos, la comprensión de los mecanismos fundamentales de transporte y la química de las aguas subterráneas.

En las sesiones dedicadas a *evaluaciones desde el punto de vista de la seguridad de la gestión de desechos* se analizarán los requisitos de comportamiento del sistema de aislamiento de desechos. Temas importantes que se tratarán son los problemas planteados en los análisis de sistemas de descargas de efluentes y de sistemas y estrategias de gestión de desechos. Se expondrán y se esperan con notable interés las siguientes cuestiones: la aplicación de las recomendaciones de la CIPR al aislamiento de desechos radiactivos, los objetivos de protección radiológica a largo plazo, la elaboración de criterios de aceptabilidad y repercusiones ambientales a largo plazo de los cementerios radiactivos en formaciones geológicas, la labor realizada para la promulgación de normas ambientales para desechos radiactivos, la situación actual de la concesión de licencias para repositorios de desechos, y la evaluación de riesgos de

la gestión de desechos y de otras operaciones del ciclo del combustible nuclear. Se presentará una serie de memorias sobre otras cuestiones tales como las evaluaciones de la seguridad y del funcionamiento de cementerios radiactivos en formaciones geológicas profundas, que comprenden la evaluación probabilista de riesgos específicos del emplazamiento, la descripción de modelos de consecuencias para el análisis de seguridad, las investigaciones geológicas, los fenómenos localizados, la evaluación de las repercusiones radiológicas, los procesos geoquímicos e investigaciones geofísicas, la elaboración de modelos relativos a los aspectos a largo plazo de la evacuación de desechos nucleares y el análisis de escenarios. Se presentarán informes sobre el análisis y evaluación de la seguridad de los desechos de actividad baja e intermedia, incluidos los sucesos anormales y la capacidad radiológica de emplazamientos para evacuación terrestre a poca profundidad. Otros temas interesantes que se tratarán son: la estabilización a largo plazo de las colas de la molienda del uranio y los costos y beneficios de las diferentes modalidades de gestión de dichas colas de la molienda.

En las sesiones dedicadas a *las descargas radiactivas en el medio ambiente procedentes de actividades nucleares*, una serie de memorias importantes tratará de los aspectos transnacionales de los límites de protección ambiental, las consecuencias para la salud de la descarga de efluentes radiactivos, la evaluación de las repercusiones ambientales de las descargas y el establecimiento de límites de descarga, las descargas de pequeñas cantidades de radionucleidos y la contribución a la dosis resultante de la minería, molienda, fabricación del combustible, operación del reactor y gestión de los desechos de reelaboración.

Son temas significativos los aspectos ecológicos de los nucleidos de interés regional y global, la evaluación de la dispersión ambiental de radionucleidos de período largo en la geosfera y en la biosfera, los modelos del transporte de nucleidos en medios biológicos, los estudios *in situ* de la migración de radionucleidos; también reviste interés un estudio de los modelos de transporte ambiental global para ^3H , ^{14}C , ^{85}Kr y ^{129}I . En varias memorias se tratará del control de la evacuación de desechos radiactivos en el medio marino, tema de considerable interés técnico y político; serán también temas de dichas memorias los programas de vigilancia ambiental y la evaluación de directrices para una política nacional en fase de formación.

Necesidad de cooperación internacional

Se espera que las presentaciones y debates durante la conferencia contribuyen notablemente a nuestros conocimientos en las citadas esferas. El mero hecho de que el OIEA constituya un foro para el intercambio mundial de información sobre la situación actual y las perspectivas futuras en esta materia es un signo de la valiosa función del Organismo y de los servicios que puede proporcionar a la comunidad internacional para la ulterior expansión de la energía nucleoelectrónica. Es necesario un enfoque eficaz para determinar una política positiva relativa a la diseminación de los conocimientos reales acumulados y disponibles para la gestión de desechos radiactivos en condiciones de seguridad. Es de esperar que tal enfoque pueda conseguirse en Seattle.