

El concepto de almacenamiento definitivo de residuos radiactivos a nivel multinacional o regional ha sido objeto de serias discusiones por parte de la comunidad internacional. Hasta hace muy poco, la publicación de trabajos sobre este tema solía dar lugar a encendidas polémicas. En la actualidad, los beneficios de las instalaciones compartidas frente a las puramente nacionales suelen ser reconocidos por la mayoría, si bien son evidentes las dificultades de implantar instalaciones de esta naturaleza. Para muchos observadores, un enfoque prudente consistiría en avanzar por los dos caminos, manteniendo abiertas las opciones nacionales e internacionales, lo que se conoce como "doble vía".

## REPOSITORIOS MULTINACIONALES PARA RESIDUOS RADIATIVOS\*

**Charles McCombie**  
A. Rius Association (Suiza)

Las cuestiones clave en lo referente a los repositorios multinacionales o regionales<sup>(1)</sup> pueden resumirse en las siguientes preguntas:

¿Son ética, jurídica y políticamente factibles?

¿Existen realmente una justificación y una demanda de repositorios compartidos?

¿Por qué optaría un país por albergar un repositorio internacional?

¿Podrían los proyectos de repositorios internacionales incidir negativamente en el avance de los programas nacionales?

¿Cómo y cuándo podría convertirse en realidad el almacenamiento definitivo a escala internacional?

A lo largo del artículo se pretende dar respuesta a estos interrogantes.

### ¿Es ética, jurídica y políticamente factible el almacenamiento definitivo a nivel internacional?

La base ética del concepto mismo del almacenamiento definitivo en formaciones geológicas es un tema que se ha discutido de forma intensa a lo largo de los años. El consenso técnico es que las únicas formas de asegurar la seguridad intrínseca y física para las generaciones futuras son el almacenamiento definitivo geológico o el almacenamiento continuamente controlado. Los méritos éticos de ambos (la minimización de las cargas futuras

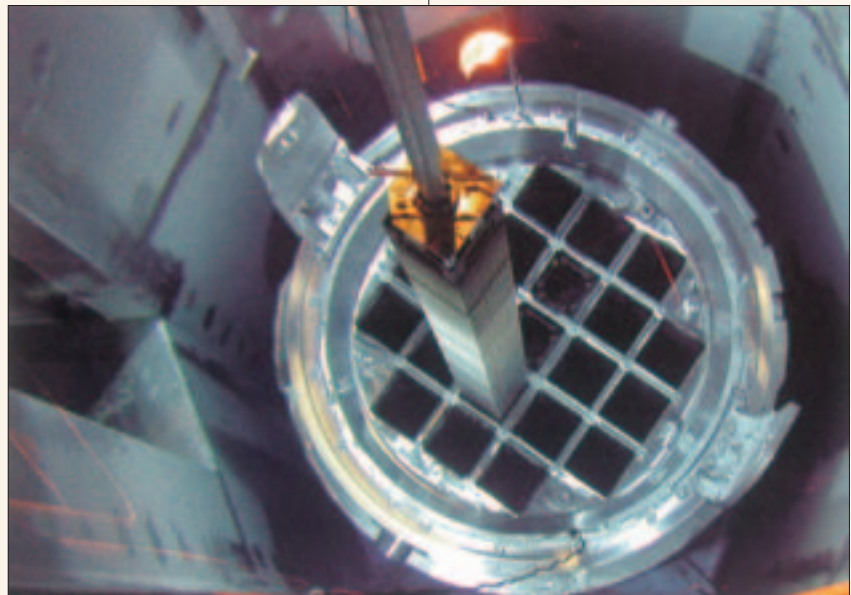
frente a la maximización del futuro espectro de elección) se han debatido ampliamente. La mayoría de los países prefieren claramente el almacenamiento definitivo, que garantiza la seguridad de las generaciones futuras sin la necesidad de medidas activas. Si se elige el almacenamiento definiti-

que cada país productor sí es el principal responsable de la gestión segura de sus residuos, independientemente de dónde se lleve a cabo esta gestión. El ciclo del combustible nuclear ya es, de hecho, una actividad internacional, encargándose relativamente pocas naciones de los proce-

Cada país productor sí es el principal responsable de la gestión segura de sus residuos

vo en formaciones geológicas como la opción más ética, no existen motivos éticos que obliguen a los países a implantar soluciones nacionales, aun-

dos de minería, enriquecimiento, fabricación del combustible, construcción de reactores y reprocesamiento como servicio comercial que se pres-



*Introducción de un elemento combustible gastado en un contenedor de almacenamiento y transporte.*

\* De Estratos nº 76. Verano 2005

(1) El término "regional" se utiliza para referirse a repositorios internacionales que serían compartidos por países geográficamente cercanos unos de otros. Este enfoque reduciría los transportes y podría también ser más aceptable políticamente.



*Superposición a la misma escala de los mapas de Europa y de EE.UU. Los círculos azules indican los países europeos que necesitarían un almacenamiento geológico profundo de no existir instalaciones compartidas. En comparación, EE.UU. necesitará sólo dos repositorios (en rojo).*

ta a las decenas de países que utilizan la energía nuclear. Algunos residuos no radiactivos, pero tóxicos, se importan y exportan cuando esto permite conseguir mejores resultados medioambientales. Los potenciales beneficios de tales transferencias son reconocidos por una serie de acuerdos y legislaciones internacionales, por ejemplo, la Convención sobre Residuos Radiactivos y Combustible Nuclear Gastado del **Organismo Internacional de Energía Atómica** (OIEA) o el borrador de Directiva de la **Comisión Europea** sobre el almacenamiento definitivo de residuos radiactivos. No obstante, algunos países han optado por legislar en contra de la importación de residuos. Se trata de una prerrogativa nacional que debe respetarse. Sin embargo, se basa en consideraciones relativas a la aceptación pública y a la viabilidad política más que en cuestiones éticas.

**¿Existen realmente una justificación y una demanda de repositorios compartidos?**

Existen dos justificaciones muy convincentes de los repositorios internacionales:

- Pueden suponer una contribución vital a la seguridad medioambiental global al asegurar que las sustancias radiactivas sean permanentemente retiradas del entorno de los seres humanos.
- Pueden aumentar en gran medida la seguridad física global al simplificar la tarea de prevenir el uso mali-

cioso de los materiales fósiles y radiactivos.

Evidentemente, se podrían garantizar los mismos niveles de seguridad mediante la implantación de repositorios geológicos en cada uno de los países que tienen residuos radiactivos de larga vida, en la actualidad más de 40 países. Esta opción podría estar entre las posibles soluciones. Obviamente, requeriría la disponibilidad de formaciones geológicas adecuadas pero la mayoría de los países

**Algunos países han optado por legislar en contra de la importación de residuos**

serían capaces, con toda probabilidad, de identificar emplazamientos adecuados. La ventaja más importante de la opción de entornos geológicos globales o regionales podría estar asociada no tanto con el nivel absoluto de seguridad sino con la *confianza* con la que seamos capaces de pronosticar la seguridad en el futuro. Los largos periodos de tiempo que se asocian con el almacenamiento geológico dificultan el desarrollo de argumentos convincentes sobre la garantía de la seguridad. Un emplazamiento seleccionado por su simplicidad geológica podría reducir este problema, y una capacidad de búsqueda a nivel global facilitaría la identificación de tales emplazamientos.

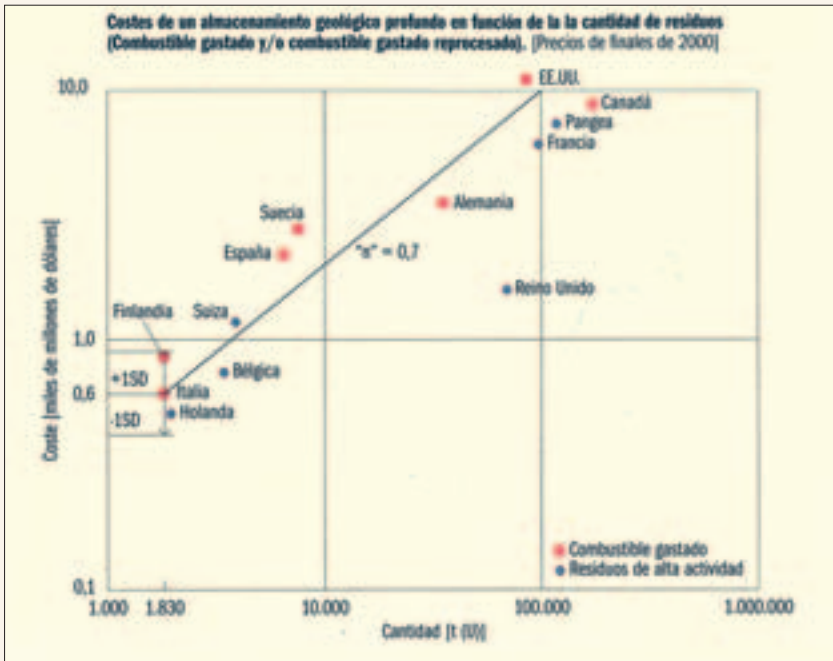
Aunque fuera técnicamente factible un repositorio nacional, podría quedar descartado por cuestiones

económicas. En cualquier país (aparte lo reducido del volumen de residuos a almacenar) una instalación en una formación geológica profunda costará 1.000 millones de euros o más y resulta inconcebible que todos los países con residuos de este tipo sean capaces de reunir semejantes recursos. Algunos países tienen un único reactor y otros no cuentan con reactores comerciales pero producen residuos de larga vida procedentes de actividades médicas, de investigación e industriales. Para estos países, los repositorios geológicos compartidos serían esenciales. Para otros países, su geología compleja, el uso intensivo del suelo o motivos de optimización económica podrían justificar la búsqueda de opciones internacionales.

les, aunque fuera posible el almacenamiento definitivo a escala nacional. Por estos motivos, existe un creciente interés en los conceptos internacionales y regionales, e iniciativas recientes se han traducido en la organización de grupos de interés multinacionales capaces de explorar las posibilidades.

**Creciente énfasis en la seguridad física de los materiales nucleares**

La justificación de los repositorios internacionales por motivos de seguridad física ha cobrado cada vez mayor importancia en los últimos años. El almacenamiento definitivo geológico puede aumentar la seguridad en general, pero las instalaciones internacionales ofrecen características positivas adicionales a las salvaguardias



Costes de un almacenamiento geológico profundo en función de la cantidad de residuos (Combustible gastado y/o combustible gastado reprocesado). (Precios de finales de 2000).

inherentes a un repositorio nacional en una formación geológica profunda, por ejemplo, las siguientes:

- Muchos países que tienen combustible gastado posiblemente no cuentan con repositorios en un futuro próximo o en ningún momento.
- Se podrían seleccionar países anfitriones con credenciales especialmente buenas en materia de salvaguardias.
- El control sería aún más internacional que con el régimen actual del OIEA.

Los emplazamientos se podrían construir en zonas muy remotas, facilitando la monitorización.

La posición pública adoptada recientemente por el OIEA ha venido a reforzar el apoyo a los centros del ciclo de combustible multinacionales y repositorios compartidos. En discursos pronunciados ante la Conferencia General del OIEA en 2003 y la Conferencia sobre Gestión de Residuos celebrada en Estocolmo en diciembre de aquel año, el director general del

OIEA, **Mohamed El Baradei\***, subrayó las ventajas potenciales que tendría para los países más pequeños el compartir soluciones en materia del

Algunos países tienen un único reactor y otros no cuentan con reactores comerciales pero producen residuos de larga vida procedentes de actividades médicas, de investigación e industriales

almacenamiento definitivo. El tema atrajo aún más atención a raíz de un artículo de **El Baradei**, publicado en *The Economist* en octubre de 2003, en el que decía:

“... deberíamos considerar enfoques multinacionales para la gestión y el almacenamiento definitivo del combustible gastado y de los residuos radiactivos. Más de 50 países tienen actualmente combustible gastado almacenado en instalaciones temporales a la espera de su reprocesamiento o almacenamiento definiti-

vo. No todos estos países cuentan con una geología adecuada para el almacenamiento de residuos bajo tierra, y para muchos de ellos, con programas nucleares para la generación de energía eléctrica o de investigación de escasa envergadura, los costes de una instalación de almacenamiento definitivo serían prohibitivos. La cooperación internacional en estas etapas del ciclo de combustible nuclear supondría unas ventajas considerables en términos de costes, de la seguridad intrínseca y física y de la no proliferación”.

**El Baradei** volvió a expresar estos sentimientos en un discurso reciente ante la Conferencia Internacional Carnegie sobre No Proliferación.

El **OIEA** también estableció un grupo de expertos para que considerara formas de estrechar los controles internacionales sobre el ciclo de combustible nuclear. Este grupo se centró en las partes del ciclo del combustible nuclear sensibles a la proliferación: la producción de combustible nuevo, el procesamiento de material susceptible de ser utilizado

para armas y la gestión del combustible gastado. El grupo se componía de 26 expertos de otros tantos países y estaba presidido por un anterior director general adjunto, **Bruno Pellaud**, de Suiza. Entre las opciones exploradas por el Grupo de Expertos figuraban enfoques multinacionales para la gestión y el almacenamiento definitivo del combustible gastado y de los residuos radiactivos. El informe final del Grupo, publicado a principios de 2005, enumera cinco enfoques para reforzar los controles apli-

\*El Premio Nobel de la Paz 2005 ha sido concedido el pasado 7 de octubre al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y su Director General, el egipcio **Mohammed el Baradei** (62 años) por sus esfuerzos desarrollados en la lucha contra la proliferación nuclear.

El Premio Nobel de la Paz está dotado con 1,3 millón de dólares y será entregado el 10 de diciembre, fecha de la muerte del creador del galardón, **Alfred Nobel** (1833-1896).



cados al enriquecimiento del combustible, al reprocesamiento, a los repositorios de combustible gastado y al almacenamiento de este combustible. Entre estos enfoques figuran:

- *Leasing* del combustible y ofertas de readquisición del mismo, ofertas comerciales de almacenamiento temporal y definitivo del combustible gastado así como bancos de combustible comerciales.

- MNA multinacionales (en particular regionales) para nuevas instalaciones basadas en la propiedad compartida, derechos de giro o la gestión compartida para instalaciones nucleares de la primera y segunda parte del ciclo tales como las de enriquecimiento del uranio, el reprocesamiento del combustible y el almacenamiento temporal y definitivo del combustible gastado (y combinaciones de éstas).

El informe del Grupo se envió a los 138 Estados Miembros del OIEA y fue distribuido más ampliamente para su discusión en la Conferencia de Revisión celebrada en mayo de 2005 de los 189 Estados firmantes del Tratado de No Proliferación Nuclear (NPT).

#### ¿Por qué optaría un país por albergar un repositorio internacional?

En el pasado se han propuesto varios esquemas para repositorios internacionales. El principal argumento utili-

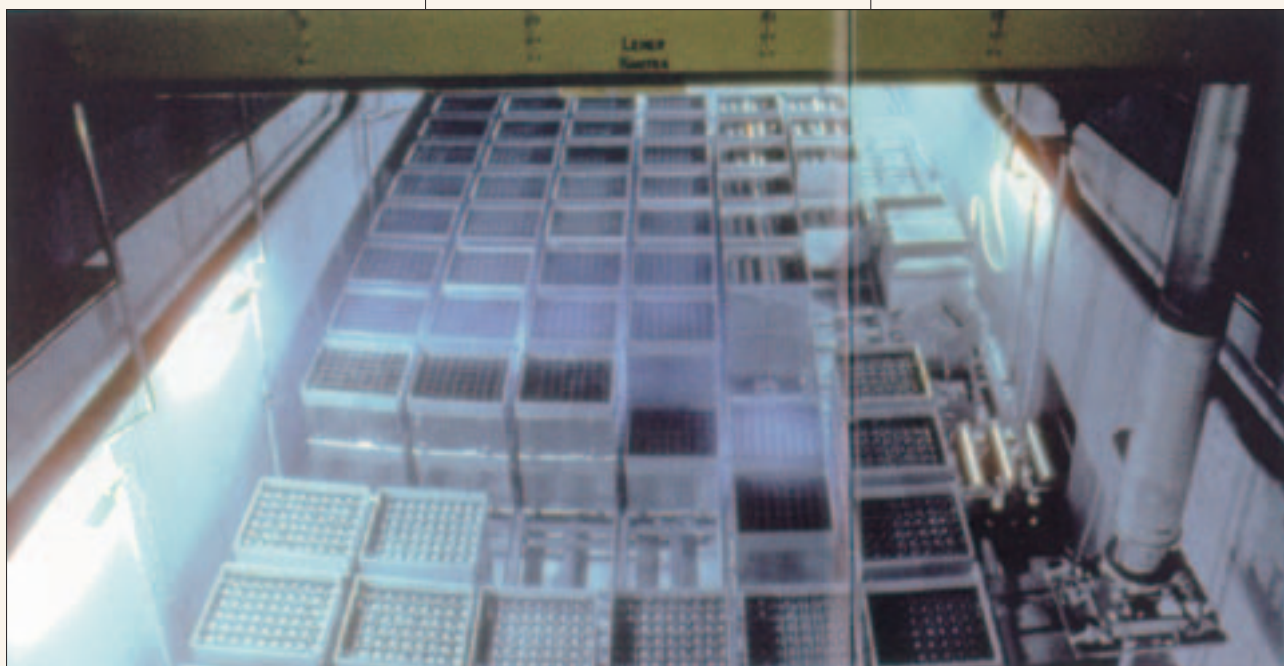
zado para atraer a posibles países anfitriones ha sido de índole económica. Los beneficios financieros para un país que aceptara residuos para su almacenamiento definitivo serían enormes. Sin embargo, el dinero no puede ser el impulsor principal. La seguridad, tanto intrínseca como física, debe figurar en lo más alto de la lista de prioridades. Deberá ser posible desarrollar en el país candidato un repositorio de seguridad demostrable, e incluso esto no será suficiente. Ningún país estará dispuesto a albergar un repositorio en su territorio si el valor del servicio prestado no es reconocido por los usuarios y también por la comunidad internacional. Por todo ello es importante una organización de apoyo que incluya a los potenciales usuarios, que reconozca la necesidad de tal servicio. Es la razón, también, por la que otras naciones (incluidas las dedicadas a la implantación de repositorios nacionales) deberían adoptar una posición racional y objetiva de apoyo a cualquier oferta adecuada de aceptación de un repositorio.

#### ¿Podrían estos proyectos incidir negativamente en el avance de los programas nacionales?

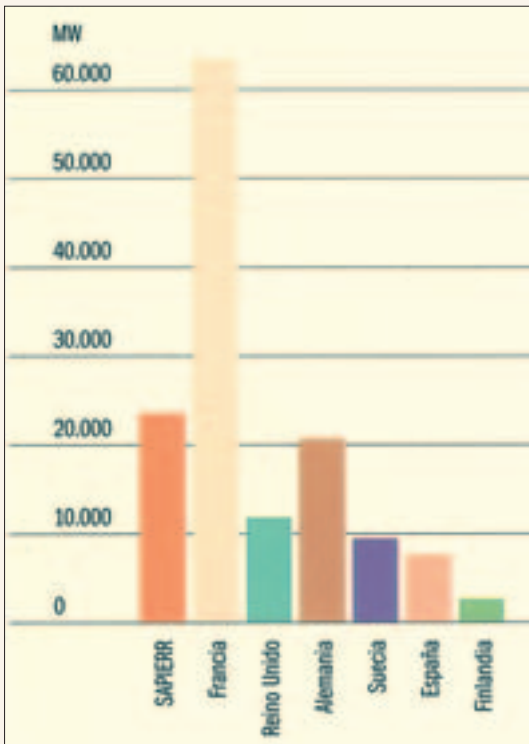
¿Por qué los países que tienen programas nacionales en marcha de-

berían interesarse por las discusiones sobre repositorios internacionales? Existen dos razones perfectamente justificables:

- La primera es que las poblaciones de tales países, a escala local o nacional, podrían temer que el repositorio nacional optara por aceptar residuos extranjeros en el futuro o que se viera forzado a hacerlo. En Suecia, por ejemplo, los opositores a los programas nacionales han intentado utilizar deliberadamente este tipo de argumentos pese a que la legislación en vigor en el país prohíbe la importación de residuos. En el caso de este programa pionero (que está abriendo el camino a lo que será el primer repositorio para combustible gastado o uno de los primeros) resulta más fácil aprovecharse de los temores del público. Otros países con programas dinámicos de almacenamiento definitivo (por ejemplo, Finlandia y Francia) también han reaccionado con cautela ante el concepto de un repositorio compartido. Es importante que la comunidad internacional preste el mayor apoyo a tales programas nacionales de almacenamiento definitivo, estableciendo claramente la imposibilidad de obligar a un país a aceptar residuos procedentes de otros. La **Convención sobre residuos** y la directiva propuesta por la **Comisión**



*Piscina de almacenamiento de una central nuclear.*



Comparación de la potencia nuclear instalada en los países de la Unión Europea y SAPIERR.

la estrategia nacional. En la práctica, los programas nacionales e internacionales pueden convivir si sus objetivos se comprenden y se apoyan mutuamente.

**¿Cómo y cuándo podría convertirse en realidad el almacenamiento definitivo a escala internacional?**

Un programa nacional que ha decidido no desarrollar un repositorio propio en una formación geológica profunda dispone de un abanico limitado de opciones en lo relativo a la gestión de residuos:

- Puede almacenar temporal pero indefinidamente sus residuos dentro de sus propias fronteras.

- Puede hacerlo en su propio territorio o en otro país hasta que se disponga de una solución internacional.

- Puede hacerlo en su propio territorio o en otro país hasta que se disponga de una solución internacional.

imprevistos retrasos que se han producido a la hora de avanzar con los programas nacionales indican que el progreso probablemente no se logre con mayor celeridad en el caso de una instalación internacional. Se ha mantenido que los repositorios nacionales tendrán que abrir el camino y este argumento posiblemente sea cierto, aunque la experiencia de instalaciones para el almacenamiento definitivo de los residuos de baja y media actividad no parece sugerir que la existencia de repositorios operativos en algunos países facilite la implantación de instalaciones nuevas en otros. En cualquier caso, no es razón suficiente para posponer la iniciación de la planificación a nivel internacional. Para los repositorios internacionales (al igual que en el caso de los programas nacionales) no existe la necesidad de una implantación rápida por motivos de seguridad. La seguridad está garantizada y podrá continuar estando garantizada en el futuro, por un adecuado almacenamiento temporal. No obstante, desde el punto de vista de la seguridad física, el almacenamiento definitivo en formaciones geológicas en general y los repositorios internacionales en particular, pueden ser temas más urgentes a

Europea son documentos útiles en este contexto. En la práctica, la existencia de un proyecto creíble en materia de un repositorio internacional debería aliviar cualquier presión aparente sobre otros países a actuar como anfitrión obligado.

- El otro argumento que puede llevar a que los programas nacionales miren con recelo a los proyectos internacionales es la posibilidad de que una solución externa políticamente más fácil o económicamente más atractiva pueda reducir el compromiso de los políticos o productores de residuos nacionales a buscar una solución nacional. Este argumento es irrelevante en aquellos países (por ejemplo, varios países pequeños, como los Países Bajos) donde no se están realizando actualmente preparativos para un repositorio geológico nacional, y tampoco es muy importante en aquellos países (como Bélgica, Letonia, Lituania, Eslovaquia, Eslovenia y Suiza), que han optado por una estrategia de doble vía, investigando el almacenamiento definitivo tanto a nivel nacional como en el ámbito internacional. En el caso de países plenamente comprometidos con el almacenamiento definitivo a nivel nacional, el temor es real y sólo podrá ser contrarrestado si se enfatiza firmemente

**El Gobierno ruso está abiertamente interesado en la posibilidad de ser país anfitrión**

En este último caso deberá:

- Esperar el desarrollo de una instalación nacional o internacional que ofrezca un servicio de almacenamiento definitivo.

- O bien, participar en la búsqueda y el desarrollo de una solución internacional.

Un repositorio internacional no se podrá implantar sin la existencia de un país dispuesto a acogerlo, que tenga unas condiciones geológicas y medioambientales adecuadas para albergar una instalación de seguridad demostrable, y que esté dispuesto a abrirse completamente al escrutinio del mundo. Esto no se va a conseguir rápidamente ya que los enormes e

la vista de los crecientes temores entre la comunidad defensora de la no proliferación por la posible utilización indebida de materiales fósiles o peligrosos por terroristas.

En algún momento del futuro habrá, casi con certeza, más de un repositorio internacional toda vez que existen buenas razones para concentrarse en diferentes regiones geográficas: los usuarios no querrán depender de un único proveedor del servicio, la comunidad mundial no mirará con buenos ojos una concentración excesiva en un solo país y la competencia comercial habitual entrará en juego. ¿Quién implantará el primer repositorio internacional? Ha habido

varias propuestas en el pasado y en la actualidad el Gobierno ruso está abiertamente interesado en la posibilidad de ser país anfitrión. La ventaja para Rusia, aparte de las evidentes ganancias económicas, sería la disponibilidad de los recursos necesarios para unos programas de limpieza que son imperiosamente necesarios. Aunque existen actitudes negativas en algunos países en cuanto a las propuestas rusas, se podría encontrar una solución aceptable en aquel país si mediara la buena fe y un programa coordinado de acción. Podrían precisarse medidas extremas, con controles internacionales intensificados. El **OIEA** podría desempeñar un papel clave en este contexto; su Carta de Constitución demuestra que tales conceptos no son nuevos.

Otra solución que podría llegar a ser más atractiva con el tiempo es la de la implantación regional en alguna parte del mundo, siendo Asia Oriental y Europa candidatas obvias. De hecho, y aunque algunos miembros de la actual **Unión Europea** se oponen a los repositorios compartidos, en Bruselas algunos altos cargos reconocen abiertamente que podría tratarse de un enfoque sensato. El reciente aumento del número de países miembros de la Unión Europea viene a incorporar a algunas naciones candidatas que serían socios evidentes en proyectos de almacenamiento definitivo.

### **ARIUS y SAPIERR**

El reconocimiento de la creciente necesidad de instalaciones de almacenamiento definitivo multinacionales compartidas ha llevado en los últimos años a la constitución de una nueva asociación y a la iniciación de un proyecto específico sobre repositorios europeos regionales, **SAPIERR**.

En 2002, un número reducido de organizaciones de diversos países constituyeron una nueva Asociación para apoyar el concepto de instalaciones compartidas para el almacenamiento temporal y definitivo de todo tipo de residuos radiactivos de larga vida. Esta nueva organización, bautizada **ARIUS** (*Association for Regional and International Underground*

*Storage*), no tiene fines comerciales. Su misión es promover conceptos para soluciones internacionales y regionales socialmente aceptables para el almacenamiento temporal y definitivo de residuos radiactivos de larga vida en condiciones medioambientalmente seguras, con garantías de seguridad física y de forma económica. La Asociación está abierta a todas las organizaciones que compartan sus objetivos y en la actualidad cuenta entre sus miembros con productores de residuos, agencias de gestión de residuos y empresas de ocho países.

Se prevé que, conforme se vaya desarrollando **ARIUS**, se lleven a cabo un número de estudios encaminados a responder a algunas de las principales preguntas en materia de soluciones internacionales. Estos estudios abarcarán la viabilidad de repositorios regionales en Europa y un primer proyecto, gestionado conjuntamente por **ARIUS** y la organización eslovaca **Decom**, ya está en marcha. **SAPIERR** es un proyecto del VI Programa Marco y se ha diseñado como iniciativa piloto que ayude a la **Comisión Europea** a explorar el tema de repositorios regionales europeos. El principal objetivo de **SAPIERR** es aglutinar a los Estados Miembros de la **Unión Europea** que quieran explorar la viabilidad de soluciones regionales europeas para el almacenamiento definitivo en formaciones geológicas profundas. Se dejan deliberadamente al margen de este estudio piloto inicial propuestas específicas sobre instalaciones regionales, incluido el tema de la selección de emplazamientos. Un logro significativo de este proyecto es el hecho de que 21 organizaciones de 14 países (Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, la República Checa, Hungría, Italia, Letonia, Lituania, los Países Bajos, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia y Suiza) están participando en el grupo de trabajo **SAPIERR**. Basándose en las informaciones aportadas por estos miembros del grupo de trabajo, el consorcio ha elaborado durante el primer año del proyecto dos informes técnicos (uno sobre los inventarios de residuos radiactivos en los países de **SAPIERR**, y el otro sobre los as-

pectos jurídicos de un repositorio regional). Estos informes se están utilizando como base para la preparación de un informe posterior sobre opciones y escenarios de almacenamiento definitivo regional en Europa y sobre recomendaciones en materia de la investigación y desarrollo del futuro en la **Unión Europea**.

El desarrollo de un repositorio geológico es un proyecto a muy largo plazo con una duración total de varias décadas. Dado el rápido desarrollo geopolítico de Europa, las reservas sociopolíticas expresadas por algunos países en relación con los repositorios multinacionales podrían verse superadas para cuando se llegue al momento de la construcción y las ventajas medioambientales y económicas de estas soluciones podrían prevalecer sobre los problemas políticos.

### **Conclusiones**

- El almacenamiento definitivo de los residuos radiactivos en formaciones geológicas es la única forma factible de cumplir nuestra responsabilidad con las generaciones del futuro sin imponerles cargas innecesarias.
- El almacenamiento geológico es necesario para poder hacer frente a los desafíos globales de seguridad intrínseca y física que constituyen el legado de la tecnología nuclear.
- Serán precisos repositorios en formaciones geológicas profundas nacionales e internacionales.
- La comunidad gestora de residuos tiene la responsabilidad de aplicar todas las medidas que sean razonables para aumentar la probabilidad del éxito de proyectos abiertos y responsables basados en tecnologías avanzadas para la implantación de ambos tipos de repositorios.
- Debemos seguir fomentando el diálogo abierto sobre el papel de las soluciones internacionales o regionales en la disposición segura de los residuos nucleares.

Dada la dimensión temporal del asunto, un enfoque prudente para muchos países consistiría en avanzar por los dos caminos, manteniendo abiertas ambas opciones. ■