

## Desafíos en el desarrollo de infraestructura nuclear comunes a los países en fase de incorporación



### Construcción de la primera central nuclear de Belarús en el emplazamiento de Ostrovets.

(Fotografía: Dirección para la Construcción de Centrales Nucleares de Belarús).

Los países que inician programas nucleoelectricos han de asegurarse de que su infraestructura jurídica, de reglamentación y de apoyo avanza al mismo ritmo que la construcción de la central nuclear. Esta es la única manera de garantizar que el programa se lleva a cabo de forma segura y sostenible, según la conclusión a la que llegaron los participantes de un taller sobre desarrollo de infraestructura nucleoelectrica celebrado en el OIEA en febrero de 2016. “Emprender un programa nucleoelectrico es una importante labor que precisa cuantiosos recursos financieros, así como la responsabilidad implícita de garantizar la existencia de la infraestructura necesaria”, afirma Milko Kovachev, Jefe de la Sección de Desarrollo de Infraestructura Nuclear del OIEA, que prosigue: “los países solo deberían iniciar programas nucleoelectricos cuando estén preparados y tengan una visión realista del tiempo y los recursos que ello supone”.

Los países que implantan por primera vez la energía nucleoelectrica, denominados también “países en fase de incorporación”, se enfrentan a una serie de desafíos similares de gran importancia en materia de desarrollo de infraestructura: ultimar políticas y estrategias nacionales relacionadas con el programa, crear un marco jurídico y un órgano regulador independiente en materia nuclear, fortalecer la gestión de proyectos y conformar una plantilla cualificada.

Del 2 al 5 de febrero se celebró la décima Reunión Técnica Anual sobre Cuestiones de Actualidad relacionadas con el Desarrollo de la Infraestructura Nucleoelectrica, en la que participaron, entre otros, representantes de gobiernos nacionales, futuras entidades propietarias/explotadoras, órganos reguladores y otras instituciones de países en fase de incorporación y de países con centrales nucleares en funcionamiento.

Los países en fase de incorporación participantes expusieron estudios de casos y debatieron diversas cuestiones, como la complejidad de elaborar un marco regulador y procesos de concesión de licencias. “Es fundamental que exista un regulador con experiencia que sea independiente para equilibrar la función del explotador de una central nuclear y establecer normas de seguridad nuclear y una cultura de la seguridad nuclear de forma transparente”, afirma el sueco Per Lindell, copresidente de la reunión.

### Acontecimientos nucleares importantes

“Todos los países en fase de incorporación han adoptado el enfoque de los hitos del OIEA, que son las orientaciones clave del Organismo para desarrollar la infraestructura nuclear de los programas nucleoelectricos”, explica Abdelmajid Caoui, ex-Secretario General del Centro de Investigaciones Nucleares de Marruecos y copresidente de la

reunión. “Esto se traduce en el compromiso manifestado por los Estados Miembros de utilizar la energía nuclear de forma pacífica y tecnológica y físicamente segura, el firme apoyo gubernamental como pilar clave de un programa nucleoelectrico nuevo y la pronta creación y participación del órgano regulador, las entidades propietarias/explotadoras y las organizaciones de apoyo técnico”. Marruecos, que considera la posibilidad de implantar la energía nucleoelectrica como fuente de energía a largo plazo con baja emisión de carbono, acogió una misión de Examen Integrado de la Infraestructura Nuclear (INIR) en octubre de 2015.

En la actualidad, Belarús construye su primera central nuclear en Ostrovets. Se prevé que dos unidades de 1170 MW(e) entren en funcionamiento en 2018 y 2020 respectivamente. En la reunión, Mikhail Mikhadiuk, Viceministro de Energía de Belarús, presentó la hoja de ruta y los principales hitos para el desarrollo del programa nucleoelectrico.

“En 2008 Belarús decidió emprender un programa nucleoelectrico para mejorar la seguridad del suministro eléctrico diversificando los recursos energéticos, reducir los costos de producción de la energía eléctrica y limitar las emisiones de gases de efecto invernadero”, explica Mikhadiuk. “El programa nucleoelectrico se está ejecutando conforme a las normas del OIEA”. Belarús recibió una misión INIR en 2012.

### INIR: Asistencia del OIEA

Según Mikhail Chudakov, Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Energía Nuclear del OIEA, las misiones INIR son el servicio más importante que un Estado Miembro puede solicitar en materia de desarrollo de la infraestructura nuclear. “Aliento encarecidamente a todo Estado Miembro que esté pensando seriamente en implantar la energía nucleoelectrica a que estudie la posibilidad de acoger una misión INIR”. Desde 2009 el OIEA ha llevado a cabo 17 misiones de ese tipo en 13 países y hace poco publicó un documento en el que se resumen seis años de experiencia en la realización de misiones INIR.

Los participantes abordaron también los riesgos financieros, que comprenden los relacionados con la reglamentación, y la forma de mitigarlos. En vista del siempre cambiante precio de la energía y de los costos y la complejidad de la energía

nucleoeléctrica, se trata de una esfera que interesa cada vez más a los Estados Miembros y que se abordará también en reuniones futuras del OIEA.

Por otro lado, el desarrollo de recursos humanos sigue siendo un desafío recurrente. Los países no solo han de encontrar y capacitar al personal adecuado, sino también asegurar que tendrán un trabajo una

vez capacitados, por ejemplo en el caso de que un programa se retrase.

En cuanto a los aspectos iniciales que muchos Estados Miembros tienen en cuenta al decidir si emprenden un programa nucleoelectrico, la planificación energética es el primer paso cuando se considera la posibilidad de la energía nucleoelectrica. Tales consideraciones darán lugar a nuevos

análisis mediante estudios e informes detallados de viabilidad previa. El OIEA publicará en breve nuevas orientaciones sobre este proceso y sobre la definición de una postura nacional, así como otras publicaciones pertinentes para los países que estudian la posibilidad de implantar la energía nucleoelectrica.

— Lenka Kollar y Elisabeth Dyck

## Primer taller del OIEA para reguladores dedicado a los requisitos de seguridad y concesión de licencias para reactores modulares de pequeña potencia

Es posible que en años venideros, ya a partir de 2020, una nueva generación de modernos reactores de potencia prefabricados, los llamados reactores modulares pequeños (SMR), empiece a obtener licencias y llegue al mercado. El OIEA está ayudando a los reguladores a preparar este debut. Con la mirada puesta en el posible despliegue de tales reactores por todo el mundo, el OIEA ha iniciado este año una serie de talleres en los que colabora estrechamente con los reguladores para abordar con antelación los enfoques de seguridad y concesión de licencias.

Los requisitos y directrices de seguridad y los procedimientos de concesión de licencias para SMR fueron algunos de los temas con los que tuvieron ocasión de familiarizarse los participantes del Organismo Árabe de Energía Atómica (AAEA) y la Red Árabe de Reguladores Nucleares que asistieron a un taller del OIEA celebrado en Viena en enero de 2016.

“Los reactores modulares pequeños constituyen una propuesta muy atractiva para el mundo árabe, no en vano más de la mitad de los países de nuestra región carecen de los recursos necesarios para construir grandes centrales nucleares tradicionales. Los SMR son más viables y manejables y requieren una inversión menor. Se trata de una opción muy realista que los países árabes deben plantearse”, dice Abdelmajid Mahjoub, Director General del AAEA y Presidente del taller.

El taller, copatrocinado por la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos, congregó a órganos reguladores, empresas explotadoras y otros entes públicos que trabajan o previsiblemente van a trabajar en



La tecnología de los SMR sigue progresando. (Imagen: OIEA)

la implantación de infraestructuras técnicas y de seguridad nacionales para los SMR.

Los asistentes al taller recibieron detallada información sobre la función de los órganos reguladores y los requisitos para la concesión de una licencia, proceso que incluye la aprobación del diseño, del emplazamiento seleccionado y de la explotación del reactor. El OIEA moderó los debates entre reguladores sobre el uso de las normas de seguridad del Organismo pertinentes y sobre las modificaciones que pueda ser preciso introducir en la reglamentación de cada país.

### Pequeños y seguros

Concebidos como un ensamblaje de módulos prefabricados y con una capacidad de producción de menos de 300 MW, los SMR tendrán plazos de construcción inferiores y también, previsiblemente, costos de construcción competitivos. Ya se están construyendo cuatro de estos reactores en tres países. “Aunque los reactores nucleares de potencia de esta nueva generación sean más pequeños, las medidas de seguridad tecnológica y física que se les aplican no difieren de las obligaciones

internacionales a las que están sujetos los reactores actuales,” dice Stewart Magruder, funcionario superior del OIEA encargado de temas de seguridad nuclear.

Las normas mundiales de seguridad tecnológica y física aplicables a los reactores nucleares de potencia ya existentes y a los que están ahora en construcción se aplican también mayoritariamente a los SMR. “Tenemos que establecer un conjunto claro y pragmático de requisitos en materia de seguridad y concesión de licencias,” afirma Greg Rzentkowski, Director de la División de Seguridad de las Instalaciones Nucleares del OIEA. “La certidumbre normativa es un factor esencial para que el despliegue de los SMR tenga éxito.”

En los próximos años el OIEA coordinará las labores complementarias que se lleven a cabo en este ámbito, que probablemente incluirán la definición de un objetivo general de seguridad y la elaboración de un documento de orientación sobre el establecimiento de requisitos en la materia acordes con las características y el tamaño de cada instalación, explica el Sr. Rzentkowski.

### Desarrollo, evaluación y despliegue

Estos módulos prefabricados de reactor nuclear pueden ser enviados a puntos de destino específicos, siguiendo un proceso muy parecido al de transportar un componente manufacturado de un

polígono industrial a otro. La explotación de los SMR con fines comerciales puede deparar inmensos beneficios a los países y usuarios finales, por ejemplo haciendo llegar la electricidad a regiones aisladas que la necesitan imperiosamente, y potenciando con ello la dinámica del suministro energético mundial.

El desarrollo de este tipo de reactores dio sus primeros pasos hace casi dos décadas, y a día de hoy ya hay varios países que de forma independiente empiezan a desplegar prototipos. El OIEA ha observado un sustancial incremento de la participación de los Estados Miembros en el desarrollo de la tecnología de los SMR, hecho indicativo de las inmensas posibilidades que parecen ofrecer estos reactores para ampliar las redes nacionales de electricidad y lograr un suministro energético más seguro.

El OIEA también está preparando una hoja de ruta tecnológica para el despliegue de los SMR y tiene en marcha un estudio sobre indicadores referidos al despliegue de estos reactores en países en desarrollo con el fin de ayudar a los Estados Miembros a producirlos, evaluarlos o desplegarlos.

### ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?

Actualmente hay alrededor de 50 SMR concebidos para diferentes fines y aplicaciones que están en fase de diseño, y cuatro que ya están en fase de construcción:

el prototipo industrial CAREM-25 en la Argentina; los reactores flotantes KLT-40S y RITM-200 en la Federación de Rusia; y una central de demostración HTR-PM (siglas en inglés de ‘reactor modular de lecho de bolas de alta temperatura’) en China. El año pasado, la autoridad saudita de la energía atómica suscribió un acuerdo con la República de Corea para la construcción en la Arabia Saudita de un SMR denominado SMART (siglas en inglés de ‘reactor modular avanzado integrado’). Incluso los productores de combustibles fósiles tradicionales se interesan ahora en las posibilidades que ofrecen los SMR para alimentar las redes de energía nacionales y regionales con un suministro más diversificado.

“La tecnología de los SMR figura entre las tecnologías de reactores más avanzadas para satisfacer la futura demanda de energía, y los Estados Miembros deben conocer perfectamente las normas y reglamentaciones de seguridad aplicables a este nuevo tipo de reactores para que su despliegue discurra satisfactoriamente,” dice Hadid Subki, ingeniero nuclear de la Sección de Desarrollo de la Tecnología Nucleoeléctrica del OIEA.

El próximo taller del OIEA sobre requisitos de seguridad y concesión de licencias para SMR irá dirigido a los miembros del Foro de Órganos Reguladores Nucleares en África y tendrá lugar en junio de 2016.

— *Aabha Dixit y Miklos Gaspar*

---

## Gran paso adelante del OIEA en la disposición final de fuentes radiactivas

Los resultados positivos de las pruebas realizadas con una prometedora tecnología de traslado y almacenamiento de fuentes radiactivas selladas de actividad baja allanan el camino a un nuevo método de disposición final de pequeños volúmenes de desechos radiactivos que podría utilizarse en todo el mundo. El método, que consiste en colocar y aislar las fuentes selladas en un estrecho orificio a unos cuantos metros de profundidad, permitiría a los países hacerse cargo de sus propias fuentes radiactivas en desuso de manera segura. La tecnología se probó por primera vez en Croacia a finales del año pasado, sin emplear para ello material radiactivo real.

Casi todos los países utilizan fuentes radiactivas en la atención sanitaria, la industria y otros sectores. Sin embargo, muchos de ellos no tienen el equipo o el personal necesario para ocuparse de ellas cuando dejan de ser utilizables. En circunstancias normales, un país en desarrollo en el que se utilicen fuentes radiactivas selladas puede generar cientos de fuentes en desuso con bajos niveles de radiactividad durante varios años, según estimaciones del OIEA.

“Las fuentes de baja actividad plantean un mayor desafío porque hay muchas en todo el mundo y tienen formas y variantes

distintas”, aclara Andrew Tompkins, ingeniero nuclear del OIEA.

La mayoría de los países en desarrollo almacenan temporalmente las fuentes radiactivas selladas, mientras que algunos países desarrollados tienen instalaciones de disposición final cerca de la superficie. En ambos casos se plantean riesgos para la seguridad si no tienen una protección adecuada. El nuevo método de disposición final es una solución a largo plazo a este problema y, en última instancia, contribuirá a la protección de las personas y el medio ambiente.



**Ingenieros del OIEA y una empresa croata de protección radiológica prueban un nuevo sistema de disposición final segura de fuentes de baja actividad en pozos barrenados.** (Fotografía: L. Gil, OIEA)

Las pruebas realizadas con el equipo por ingenieros del OIEA y una empresa croata de protección radiológica confirman la viabilidad de un sistema que permite trasladar e introducir de forma segura las fuentes de actividad baja en pozos barrenados para su disposición final.

La tecnología examinada, desarrollada para fuentes en desuso con bajos niveles de radiactividad, se vale de una resistente plataforma metálica y un contenedor móvil, conocido como cofre de traslado, para llevar las fuentes al pozo barrenado de forma segura. “Es sencillo, asequible y puede desplegarse a escala mundial”, afirma János Balla, ingeniero de tecnología de los desechos del OIEA.

“Nos dimos cuenta de que los países con pocos desechos, infraestructuras modestas y recursos humanos y financieros limitados necesitaban una solución segura, fácil y práctica”, agrega Balla.

### Evitar el robo y el terrorismo

El aumento de la seguridad física nuclear ha sido un factor importante en el desarrollo de este nuevo método. “Dado que las fuentes en desuso siguen siendo radiactivas, queremos reducir la probabilidad de que sean interceptadas y utilizadas en

actividades terroristas”, indica Gert Liebenberg, funcionario de seguridad física nuclear del OIEA. “Una vez en el pozo barrenado, no es fácil que alguien acceda a ellas”.

La idea original de los pozos barrenados fue de la South African Nuclear Energy Corporation (Necsa), y, a continuación, el OIEA la adaptó para que incluyera la disposición final de fuentes con niveles de radiactividad más elevados. Actualmente se están llevando a cabo preparativos técnicos y evaluaciones de seguridad de los pozos barrenados en varios países, como Malasia y Filipinas, de modo que el método pueda ponerse en práctica en los próximos años.

El OIEA está preparado para capacitar a expertos de países interesados en utilizar el método de la disposición final en pozos barrenados y proporcionarles la asistencia necesaria, ya sea equipo o especificaciones técnicas, para que construyan sus propios cofres de traslado. La mayoría de países, incluidos los menos desarrollados, disponen de la tecnología de perforación del pozo, similar a la empleada para extraer agua.

### Tratamiento de las fuentes

Las fuentes radiactivas se utilizan mucho en la medicina y la industria, por ejemplo

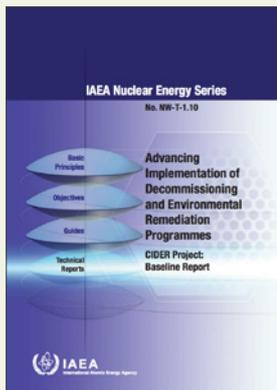
en los aparatos de radioterapia para tratar el cáncer o en los instrumentos industriales de esterilización de suministros médicos desechables. Las fuentes selladas más comunes tienen bajos niveles de radiactividad o períodos de semidesintegración breves, es decir, seguirán siendo radiactivas durante un plazo de entre unos pocos meses a unos pocos cientos de años.

Antes de la disposición final, todas las fuentes son tratadas y embaladas de nuevo en un proceso conocido como acondicionamiento. Cuando se preparan siguiendo este método de disposición final, cientos de fuentes, que es la cantidad que suele generar un país en desarrollo al año, ocupan menos de un metro cúbico, el tamaño de un armario pequeño.

Una vez que se dispone del pozo barrenado, las fuentes acondicionadas se introducen en un contenedor especial, o bulto de disposición final, que se sella a continuación. Después, el contenedor sellado se introduce en el cofre para ser trasladado, por último, hasta el pozo barrenado.

— Laura Gil

## Nuevas publicaciones

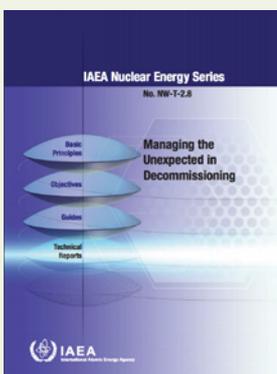


### Advancing Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes

#### CIDER PROJECT: Baseline Report

En esta publicación se examinan los obstáculos que impiden la ejecución de los proyectos de clausura y restauración ambiental y se ofrecen opciones para superarlos. A pesar de los notables progresos realizados en los últimos años, aún queda mucho por hacer con respecto al legado del desarrollo inicial de la energía nuclear, comprendido el desmantelamiento de centrales nucleares e instalaciones obsoletas de investigación y del ciclo del combustible y la restauración de emplazamientos afectados por antiguas actividades de extracción y tratamiento de uranio. Aunque varios países hacen frente a esas cuestiones relacionadas con el legado, y han acumulado recursos y conocimientos técnicos adecuados, muchos programas nacionales siguen encontrando importantes desafíos.

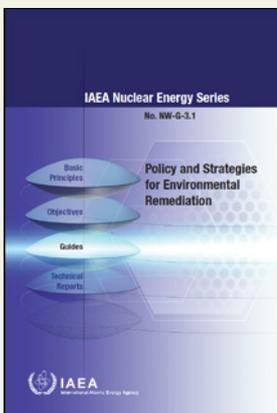
Colección de Energía Nuclear del OIEA N° NW-T-1.10; ISBN: 978-92-0-101316-3; 37,00 euros; 2016  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10993/CIDER](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10993/CIDER)



### Managing the Unexpected in Decommissioning

En esta publicación se estudian las consecuencias de sucesos imprevistos que pueden darse durante la clausura y formas de mitigarlos. Se ofrecen orientaciones prácticas sobre cómo planificar y gestionar este tipo de proyectos, teniendo en cuenta los sucesos imprevistos. En ella se clasifican y presentan algunos ejemplos en los que, debido a imprevistos, ha sido necesario suspender o replantear las actividades de clausura. La publicación contiene una evaluación de las experiencias en el pasado al abordar desafíos en materia de clausura. Los integrantes de futuros equipos de clausura podrán extraer enseñanzas al respecto, lo que les ayudará a reducir gastos adicionales, retrasos y exposiciones radiológicas innecesarias.

Colección de Energía Nuclear del OIEA N° NW-T-2.8; ISBN: 978-92-0-103615-5; 35,00 euros; 2016  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10786/Unexpected](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10786/Unexpected)

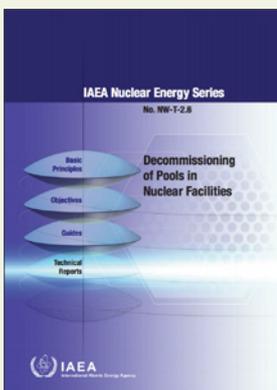


### Policy and Strategies for Environmental Remediation

Publicación en que se definen los objetivos, plazos y esfuerzos necesarios para llevar a cabo la restauración ambiental. En ella se aclaran las diferencias entre políticas y estrategias, y se ofrece asesoramiento a los Estados Miembros sobre la formulación y redacción de este tipo de documentos. Se tratan aspectos como la consignación de gastos y los distintos intereses de las partes interesadas en la restauración ambiental.

Junto con otras publicaciones del OIEA sobre seguridad relativas a la restauración ambiental que ya han visto la luz, este libro ayudará a las autoridades nacionales a reconocer la necesidad de que la restauración ambiental se incluya como elemento necesario en la planificación y ejecución de las iniciativas en la esfera de la energía nuclear.

Colección de Energía Nuclear del OIEA N° NW-G-3.1; ISBN: 978-92-0-103314-7; 20,00 euros; 2015  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10622/Policy](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10622/Policy)



### Decommissioning of Pools in Nuclear Facilities

Publicación en que se explican los aspectos técnicos y de planificación de la clausura de piscinas de instalaciones nucleares. En ella se examinan y se reúnen las experiencias disponibles a nivel mundial relacionadas con la clausura de piscinas, como la planificación del proyecto, la salud y la seguridad y la gestión de los residuos resultantes.

Varias instalaciones nucleares utilizan piscinas para enfriar el combustible gastado o proteger el núcleo de un reactor de investigación o las fuentes irradiadoras. Con una vida útil que puede prolongarse varios decenios, es posible que las piscinas queden contaminadas como resultado de la deposición de sustancias radiactivas. Aunque de forma esporádica se han descrito casos de clausura de piscinas en la literatura técnica, en ningún informe se había expuesto con tanto detalle el tratamiento de la descontaminación y las estrategias y tecnologías de desmantelamiento para piscinas contaminadas como en esta publicación.

Colección de Energía Nuclear del OIEA N° NW-T-2.6; ISBN: 978-92-0-103115-0; 55,00 euros; 2015  
[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10669/Pools](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10669/Pools)