

# Control Remoto

Por Malgorzata K. Sneve

La costa noroeste de Rusia está salpicada de centenares de grandes fuentes radiactivas antiguas. Conocidas como GTR, la mayoría proporciona energía a faros remotos. Actualmente se están desmontando estos generadores con todas las medidas de seguridad. Noruega ayuda a Rusia en la tarea.

Varios centenares de generadores termoeléctricos de radioisótopos (GTR) se extienden a lo largo de la costa Ártica de la Federación de Rusia para proporcionar energía a faros remotos y balizas de navegación. Similares GTR se empleaban también como fuentes de energía en otros lugares muy alejados de la Federación de Rusia y de la ex Unión Soviética. Todos los GTR rusos han sobrepasado el tiempo de duración normal y es necesario retirarlos del servicio. Los incidentes radiactivos relacionados con estas fuentes, como los ocurridos en Georgia, subrayan la urgencia de esta tarea.

Normalmente los GTR contienen una o más fuentes de calor por radionucleidos (FCR), cada una con una actividad de miles de TBq de estroncio-90, lo que significa que son fuentes de categoría 1, como queda definido en el Código de Conducta internacional sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas del OIEA. De hecho figuran entre las mayores fuentes radiactivas jamás empleadas de forma individual.

Según el Organismo Federal de Energía Atómica de la Federación de Rusia (Rosatom), existen 651 GTR en diversos lugares de su territorio, que deben ser retirados o sustituidos por fuentes alternativas de energía. En 1993, había cerca de 200 GTR en faros de las regiones de Murmansk y Arkhangelsk, al noroeste de Rusia, relativamente cerca de la frontera noruega.

Debido a la situación tan remota de estos faros, es difícil garantizar el mantenimiento y la seguridad de los GTR. La mayoría de los GTR rusos carecen de protección contra intrusos, y se han dado algunos casos de manipulación sin autorización. Aunque no hay pruebas de ningún intento

de utilización de estas fuentes radiactivas con intenciones malvadas, ha habido incidentes de robo de los materiales de blindaje, probablemente debido a su valor como chatarra, en los que se han dejado abandonadas las fuentes de calor radiactivas (FCR).

Naturalmente, la posible apropiación indebida de estas fuentes radiactivas y otras cuestiones más amplias sobre su mantenimiento continuado y el uso de los GTR en condiciones seguras ha suscitado gran inquietud, por lo que ha pasado a ser motivo de preocupación, tanto a escala nacional como internacional. El Gobierno noruego ha tenido una participación destacada en las actividades internacionales, cooperando plenamente con las autoridades rusas en la retirada segura de los GTR y el abastecimiento de fuentes alternativas de energía.

Noruega lleva más de diez años apoyando activamente la mejora de la seguridad nuclear tecnológica y física en el noroeste de Rusia. En este período, el Gobierno noruego ha gastado aproximadamente 150 millones de dólares estadounidenses en una serie de proyectos industriales, entre otros, mejoras concretas en el tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos, la seguridad física y el apoyo a las infraestructuras. El organismo responsable, la Autoridad Noruega de Protección contra la Radiación (ANPR), desempeña un papel activo asesorando al Gobierno en lo referente a las prioridades y garantías de calidad de todas estas actividades.

Además, el Plan de Acción hace mucho hincapié en la adecuada supervisión reglamentaria. Así, el programa de la ANPR cuenta con diversos proyectos de apoyo a la reglamentación, que tienen por objeto ayudar a las autoridades rusas en la tarea de garantizar que ese trabajo se lleva a cabo

adecuadamente en el marco de la ley rusa y teniendo en cuenta las normas y recomendaciones internacionales de organismos como el OIEA. La cooperación en materia de reglamentación entre la ANPR y los diversos órganos reguladores rusos es crucial para el mantenimiento de un proceso de regulación efectivo y eficiente.

## La retirada de servicio de los GTR: apoyo a la industria

Desde 1997, el Gobierno noruego viene llevando a cabo un proyecto industrial para respaldar la retirada de los GTR en el noroeste de Rusia. Desde que se inició dicho proyecto se han retirado más de 60 GTR de los faros de la Península de Kola, que están siendo reemplazados por paneles solares y acumuladores de cadmio-níquel.

En el marco de este proyecto, se realizaron inspecciones y preparativos antes de que los GTR fueran trasladados por helicóptero, barco y carretera a un punto de almacenamiento temporal en ATP "Atomflot", cerca de Murmansk. A continuación, los GTR fueron transportados por carretera y ferrocarril al lugar de desmontaje, situado en la región de Moscú, donde se retiraron las fuentes de calor (FCR). Las FCR fueron trasladadas entonces por carretera y ferrocarril a FSUE PA "Mayak", donde permanecen almacenadas en espera de su eliminación definitiva.

Pese a las poderosas razones de seguridad y protección medioambiental y radiológica que aconsejan la retirada de los GTR (entre ellas, las amenazas que constituyen para el medioambiente local, la necesidad de protección del público y el posible mal uso de las fuentes de material radiactivo), el proceso de retirada no está exento de riesgos. La retirada en sí puede ocasionar impactos radiológicos y medioambientales además de otros riesgos. Por otra parte, las obligaciones relativas al funcionamiento y la reglamentación de los GTR se han modificado en estos últimos años, pasando su control de manos militares a manos civiles. Era necesario, por tanto, revisar la situación para sopesar los riesgos existentes.

La ANPR, en cooperación con organizaciones rusas, llevó a cabo un estudio para evaluar las consecuencias medioambientales, sanitarias y relacionadas con la seguridad tecnológica de la retirada de los GTR en el noroeste de Rusia. La conclusión fue que el proyecto de retirada debía continuar, puesto que, si se dejaban los GTR in situ, sin control suficiente, cualquiera podría acceder indebidamente al material radiactivo.

También se destacaba la necesidad de que cada una de las autoridades y organizaciones relevantes estableciera sus respectivas responsabilidades a lo largo de todo el proceso de inspección, recogida y desmontaje de los GTR, así como del almacenamiento y la eliminación de los residuos radiactivos generados. Además, las directrices de protección contra la radiación debían ser revisadas y modificadas en caso necesario con los debidos procedimientos y listas de verificación para garantizar

# ¿Qué es un GTR?

Un Generador Termoeléctrico de Radioisótopos (GTR) es un simple generador eléctrico que se alimenta por desintegración radiactiva. En un GTR el calor se libera al desintegrarse un material radiactivo y se convierte en electricidad por medio de una serie de termopares. Los GTR se pueden considerar como una especie de batería y se han empleado como fuentes energéticas en satélites, sondas espaciales e instalaciones remotas sin personal, como los faros. En general, los GTR son las fuentes más adecuadas para sitios sin personal ni mantenimiento, que necesitan apenas unos centenares de vatios, o menos, de energía durante períodos demasiado largos para que resulte económico alimentarlos por medio de células de combustible, baterías o generadores, y son también adecuados allí donde no son viables las células solares.



El proceso de generación de calor de los GTR es diferente al de las centrales nucleares. Éstas generan energía por una reacción en cadena, en la que la fisión nuclear de un átomo libera neutrones que provocan la fisión de otros átomos, lo que permite la reacción rápida de gran número de átomos, produciéndose así grandes cantidades de calor para la generación de electricidad.

Las reacciones en cadena no se producen dentro de los GTR, por lo que es imposible una "fusión nuclear". De hecho, los GTR están diseñados de manera que no se pueda producir la fisión; suelen usarse en su lugar formas de desintegración radiactiva que no pueden provocar otras desintegraciones radiactivas. Así, en un GTR el combustible se consume mucho más lentamente y se produce menos energía.

Pese a ello, los GTR siguen siendo una fuente potencial de contaminación radiactiva: si el contenedor que guarda el combustible tiene fugas, el material radiactivo contaminará el entorno. Para reducir al mínimo el riesgo de fuga del material radiactivo, el combustible se almacena en unidades modulares individuales con su propio blindaje.

# Misión de recuperación en Georgia

**Dos artefactos radiactivos abandonados y potencialmente peligrosos** fueron felizmente recuperados en los tres primeros días de una campaña realizada en el verano de 2006 para rastrear las fuentes radiactivas perdidas en Georgia. Estas fuentes abandonadas se conocen con el nombre de fuentes huérfanas.

El Ministerio de Medioambiente de Georgia y un equipo del OIEA, rastreando por la aislada región alpina de Racha, encontraron una potente fuente en un montón de basura en el suelo de una fábrica abandonada. El equipo encontró también una segunda fuente más pequeña dentro de una casa, en un bote con tuercas y tornillos encima de un banco de trabajo. Sólo un ligero tabique de madera separaba la fuente del dormitorio de la familia.

En la aldea de Iri, donde apareció la primera fuente, los niveles de radiación ambiental en el centro de la aldea eran 12 veces superiores al normal.

“Hubieran podido producirse lesiones graves, incluso la muerte, si alguien la hubiera agarrado y la hubiera llevado por algún tiempo en el bolsillo”, afirmó Carolyn Mac Kenzie, especialista del OIEA en fuentes de radiación, presente en la puesta en marcha de la misión.

Los habitantes de la aldea estaban asustados por los descubrimientos. “Nadie tenía ni idea, por supuesto, de que eso estaba ahí”, dijo Salome Gagnigze, una muchacha de 14 años que permanecía de pie junto a la fábrica abandonada de Iri cuando los inspectores georgianos equipados con detectores registraban el conjunto de edificios en ruinas.

Entre las ruinas hay un refugio de animales, pero los agricultores lo siguen usando como almacén. A pocos metros

de donde se encontró la fuente se apilan las habas en montones esmeradamente hechos.

En la segunda aldea, Likhaura, los residentes pidieron a los investigadores tras el descubrimiento que revisaran sus casas por si había otras fuentes.

El isótopo radiactivo era en ambas fuentes el cesio 137, un potente emisor gamma, uno de los isótopos radiactivos de uso industrial más comunes en instrumentos para verificar defectos en los materiales y para efectuar mediciones industriales. Gracias a nuevos y potentes instrumentos que el equipo cargaba a sus espaldas se descubrieron y localizaron ambas fuentes.

Como no existe documentación, los jefes de los equipos de búsqueda afirmaron no tener un conocimiento claro del origen de esas fuentes. La primera podía haber pasado inadvertida cuando se abandonó la fábrica; la segunda podría haber sido recogida y llevada a la casa en la que apareció. Las dos habrían estado en un principio en contenedores blindados.

Hasta 300 fuentes radiactivas se han recuperado en Georgia desde mediados del decenio de 1990, y ha habido al menos una muerte y numerosos daños a la población como consecuencia.

Entre las fuentes huérfanas más potentes encontradas ha habido fuentes de estroncio-90 desblindadas que alimentaban generadores termoelectrónicos de radioisótopos (GTR). Sigue sin conocerse el paradero de algunos GTR, situados en un principio en zonas remotas como generadores eléctricos independientes.

Un legado de la aguda crisis económica que sufrió Georgia tras el desmoronamiento de la Unión Soviética

su cumplimiento. Se reconocía la necesidad de apoyo reglamentario para contribuir a lograr este objetivo.

## Apoyo reglamentario

La ANPR ha prestado ayuda a los responsables de la reglamentación de la Federación de Rusia. El objetivo general es asistir a los organismos rusos en la elaboración de directrices y requisitos para la planificación, autorización y aplicación de proyectos industriales.

El principal colaborador de la ANPR en el Proyecto de Apoyo Reglamentario (PAR) de GTR es el Órgano Regulador Nuclear, Industrial y Medioambiental de la Federación de Rusia (Rostekhnadzor). No obstante, es importante que todas las organizaciones pertinentes colaboren, por ejemplo, las organizaciones encargadas

del transporte, los operadores y reguladores de la Federación de Rusia y las organizaciones occidentales. Éste es el enfoque “2 más 2”. Los operadores rusos y los occidentales cooperan en el proyecto industrial, y los reguladores rusos y occidentales cooperan también en la autorización/aprobación de este proyecto industrial.

Para proporcionar los conocimientos internacionales más adecuados a los reguladores rusos, la ANPR cuenta con la colaboración de reguladores y organizaciones de apoyo técnico de otros países, como Francia, Suecia y Reino Unido.

## Evaluación de los riesgos

Como primer paso del PAR, se efectuó una evaluación inicial del riesgo para definir las fases de la retirada de los



fue la pérdida de control de las fuentes radiactivas utilizadas en la industria. La recogida y venta de chatarra de las fábricas abandonadas ha sido también un medio de subsistencia, habiéndose encontrado algunas fuentes huérfanas en cargamentos de chatarra. También se han descubierto muchas fuentes huérfanas en antiguas bases militares.

Otro motivo más para las operaciones de recuperación es el temor de que algunas fuentes radiactivas puedan emplearse para fabricar dispositivos de dispersión radiológica (DDR) si caen en manos de terroristas.

El OIEA lleva trabajando con Georgia desde 1997 para mejorar los niveles de seguridad tecnológica de la radiación y depositar las fuentes huérfanas en lugar seguro. La última misión de búsqueda y recuperación, financiada por Estados Unidos a través del Programa de Cooperación Técnica del OIEA, rastreó la región montañosa de Racha, a unos 300 km al noroeste de la capital, Tbilisi, centrándose en los antiguos polos industriales de los valles del río Rioni. Ésta es la última zona de Georgia que faltaba por rastrear en busca de fuentes huérfanas.

Pero el problema de las fuentes radiactivas sin localizar no se limita a Georgia, según la Sra. Mac Kenzie. “Aunque ha habido avances significativos en la mejora de la seguridad, con frecuencia hay informes de incidentes en los que las fuentes desaparecen y ocurren accidentes. Es un problema mundial, señal de que hay que seguir mejorando el control y la gestión de las fuentes radiactivas. Por otra parte, éstas son un instrumento irremplazable que aporta un beneficio enorme a la sociedad en la práctica de la medicina, la industria y la investigación.”

La asistencia técnica prestada por el OIEA a Georgia forma parte de su esfuerzo global para mejorar la seguridad de las fuentes radiactivas y del material nuclear. Georgia está a punto de poner en servicio una instalación nueva y segura en la que podrán almacenarse las fuentes radiactivas.

—Peter Rickwood, Informe del personal del OIEA.



Lerry Meski, especialista en radiación del Ministerio de Medio Ambiente de Georgia, inspecciona una fábrica abandonada en la que apareció una poderosa fuente radiactiva durante una misión apoyada por el OIEA. (Foto: P. Pavlicek/OIEA)

GTR y determinar las prioridades de la acción reguladora, atendiendo a las principales amenazas radiológicas de cada fase. Se identificaron varias fases, desde la inspección de los GTR por los operadores en el punto de origen, pasando por la carga de los mismos en el barco, el almacenamiento temporal y el transporte por ferrocarril y carretera, hasta su procesamiento final en FSUE PA “Mayak”.

Los riesgos inherentes a cada fase se deben abordar en cada GTR por separado, mediante la preparación de un plan de retirada, un análisis de la seguridad tecnológica y una evaluación de las repercusiones medioambientales, que deben elaborarse para cada GTR antes de empezar el trabajo de retirada.

Aunque haya rasgos comunes en los planes y las evaluaciones de los diferentes GTR, los primeros deben adaptarse a las características específicas de cada GTR (emplaza-

miento, historia, estado actual, etc.) y a las características concretas de su proceso de retirada.

La forma física de la FCR tiene por finalidad reducir al máximo la probabilidad de que puedan producirse una dispersión importante o fugas, incluso en condiciones extremas como un choque violento, un incendio intenso, una inmersión prolongada en agua (es decir, en el mar) o una explosión (presumiblemente deliberada).

La amenaza radiológica básica es la exposición directa a la radiación de la fuente en caso de que se quite el blindaje o éste deje de ser efectivo. El operador encargado debe adoptar medidas para reducir los riesgos. Esas medidas han de ser planificadas sistemáticamente para todas y cada una de las fases del proceso y figurar en el plan de retirada y en las evaluaciones de seguridad tecnológica y medio ambiente.

# Accidentes con GTR

## 1999 Leningrado

Se encontró un GTR destrozado por los saqueadores de metales. El núcleo de una fuente de calor radiactiva (FCR) apareció, emitiendo radiactividad, en una parada de autobús de la ciudad de Kingisepp. Fue recuperado.

## 2001 Bahía de Kandalashka, región de Murmansk

Tres fuentes de radioisótopos fueron robadas de los faros de la zona. Las tres FCR fueron encontradas y enviadas a Moscú.

## 2001 Georgia

En diciembre de 2001, tres leñadores encontraron dos objetos de cerámica que emitían calor cerca de su campamento, en el remoto valle del río Inguri, en Georgia. Dos de los leñadores se cargaron los contenedores a la espalda y sufrieron náuseas, vómitos y mareos a las pocas horas de la exposición. El tercero transportó la fuente atada a un cable. En un hospital de Tbilisi (Georgia), se les diagnosticó una enfermedad y quemaduras graves por radiación, y al menos dos de los tres estuvieron en estado grave. Un equipo de Georgia recuperó las fuentes a principios de 2002 con la ayuda del OIEA. Se trataba de las fuentes de cerámica sin blindaje de dos GTR de la era soviética, cada uno de los cuales contenía alrededor de 30 000 Ci de estroncio-90. Dos de las víctimas fueron tratadas en hospitales de París y Moscú, y tardaron muchos meses en curarse de sus graves quemaduras por radiación.

## 2002 Georgia Occidental

Tres pastores de la región de Tsalendzhikha fueron expuestos a altas dosis de radiación al haber tropezado con unos GTR en un bosque cercano. Poco después del accidente, el OIEA confirmó que ocho generadores de este tipo habían sido entregados a Georgia durante la era soviética.

## 2003 Cabo Pihlissar, cerca de Kurgolovo, en la región de Leningrado

Un GTR, destrozado por buscadores de metal, fue hallado a 200 metros del faro, sumergido en aguas poco profundas del Mar Báltico. Fue retirado por un equipo de expertos.

## 2003 Isla Golets en el Mar Blanco

El personal de servicio de la Flota Norte descubrió el robo de metal de un faro alimentado con un GTR en la pequeña isla de Golets. La puerta interior del faro había sido forzada. El faro contenía un GTR especialmente potente con seis fuentes de calor radiactivas, que los ladrones no se habían llevado.

*Ref: Fundación Bellona. Estos informes de accidentes proceden de una lista más larga de accidentes con GTR en la antigua URSS, Rusia y la Comunidad de Estados Independientes.*

## Definir tareas y corregir deficiencias

Rostechnadzor ha reconocido la necesidad de mejorar el marco normativo para la retirada y eliminación seguras de los GTR de la Federación de Rusia, teniendo en cuenta la magnitud del problema y los grandes riesgos que conlleva, así como la falta de experiencia en este ámbito.

La finalidad del PAR es mejorar el marco normativo existente en la Federación de Rusia para la retirada y eliminación seguras de los GTR. Las áreas prioritarias son las siguientes:

- ◆ requisitos reglamentarios basados en la evaluación inicial de riesgo;
- ◆ requisitos en cuanto a datos, evaluación de la seguridad tecnológica y garantía de calidad;
- ◆ vigilancia de la seguridad radiológica, tecnológica y física, comprendida la protección física; y
- ◆ requisitos para la preparación y respuesta en caso de emergencia, basados en las evaluaciones de las repercusiones medioambientales realizadas para cada fase de la retirada de GTR.

Otras áreas de interés son la preparación de un manual de inspección, la formación y titulación del personal, la supervisión del cumplimiento y la información al público.

La primera tarea consiste en definir las funciones y responsabilidades de las diferentes organizaciones involucradas — sobre todo de operadores y reguladores — con respecto a la seguridad tecnológica y física de los GTR. La finalidad es asegurarse de que haya una clara asignación de responsabilidades, una sólida coordinación del control normativo y cumplimiento de los requisitos, una transferencia efectiva de la responsabilidad en cada fase del proceso general de gestión y transparencia dentro del sistema normativo ruso. En estas áreas existen ciertas lagunas.

En toda esta labor es preciso abordar las funciones y responsabilidades relativas a los GTR *in situ*, pero también las relativas a las otras fases de la retirada, como son el transporte de los GTR y las FCR íntegros, el desmontaje de los primeros y el almacenamiento y la ulterior eliminación de las segundas.

Por otra parte, Rostechnadzor está encargado de la regulación, el control y la supervisión de todos los GTR de la Federación de Rusia, pero el Ministerio de Defensa es responsable de la seguridad radiactiva y nuclear en las unidades militares. Así pues, el Ministerio de Defensa tiene su propio órgano militar de reglamentación nuclear, y con frecuencia Rostechnadzor no tiene acceso a los sitios militares en los que hay GTR.

Como el Código de Conducta exige que exista un registro nacional de las fuentes de la categoría 1 y 2, las organizaciones operadoras están desarrollando — a través de un proyecto industrial paralelo — una base de datos con información exhaustiva sobre cada GTR, es decir, su localización, descripción, características principales (comprendido el tamaño de la fuente radiactiva) y los peligros inherentes potenciales. La base de datos proporcionará también una evaluación de la vulnerabilidad específica para cada GTR. Analizando la información procedente de esta base de datos, Rostechnadzor estima si los tipos de datos que contiene son suficientes para todos los emplazamientos y todos los GTR, e identifica así las deficiencias de información que hay que subsanar gracias al proyecto industrial.

Otra tarea importante es identificar las normativas de la Federación de Rusia relacionadas con el control de los GTR y considerar — teniendo en cuenta las normas y recomendaciones internacionales y las mejores prácticas de otros países — si las normativas existentes necesitan algún refuerzo o modificación y/o si es preciso desarrollar otras nuevas. De nuevo esta revisión tiene que considerar las medidas de seguridad tecnológica y física en las distintas fases del ciclo de vida de los GTR: uso, recuperación, transporte, retirada, almacenamiento y eliminación. Si en este proceso se pone de manifiesto que faltan normas o que éstas requieren cambios (que correspondan a las competencias de Rostechnadzor), se procederá entonces a su elaboración o modificación.

## Aplicación y ejecución

Una vez actualizado el marco normativo básico, se prevé una mayor ayuda en relación con algunos aspectos concretos de la función de Rostechnadzor en este marco.

De este modo, se puede prestar ayuda a Rostechnadzor en el desarrollo de una capacidad de evaluación, independiente de los operadores, suficiente para cumplir sus dos funciones principales de evaluación de las diversas actividades que afectan a los GTR, a saber:

- desarrollo de unas pautas normativas para los operadores sobre cómo realizar evaluaciones que cumplan los requisitos normativos de cada fase del ciclo de vida de los GTR; y
- revisión y valoración crítica de las evaluaciones de seguridad tecnológica y física y repercusiones medioambientales presentadas por los operadores para justificar las solicitudes de permisos y autorizaciones para las diferentes fases, como base para la correspondiente toma de decisiones.

La ayuda también va dirigida a la adaptación de los procedimientos de inspección o a la elaboración de otros nuevos para su aplicación en las diferentes etapas del ciclo de vida de un GTR, de acuerdo con los requisitos normativos actualizados. Además se está preparando un manual especializado en la seguridad tecnológica y física de los GTR, que facilitará un sistema para el seguimiento y registro de los resultados de la inspección y el control de los riesgos. El análisis retrospectivo del registro aseguraría el cumplimiento de las normas y contribuiría a identificar enseguida cualquier irregularidad o problema potencial.

**Pese a las poderosas razones de seguridad y protección medioambiental y radiológica que aconsejan la retirada de los GTR, el proceso no está exento de riesgos.**

Por último, se presta ayuda para la elaboración de orientaciones reguladoras sobre los requisitos necesarios para la planificación de emergencia en caso de accidentes o acciones no autorizadas que afecten a los GTR en cualquier etapa de su ciclo de vida, y para mejorar las capacidades de Rostechnadzor y de las organizaciones de apoyo técnico, para que cumplan sus funciones en el caso de que se produzca una emergencia.

El Gobierno de Noruega sigue apoyando la retirada segura de los GTR del noroeste de Rusia, lo que implica una estrecha cooperación con las autoridades rusas y otros países que apoyan el programa global de retirada de los GTR. Hasta ahora, con el apoyo noruego se ha retirado aproximadamente un tercio de los GTR de la región sin que se produjeran incidentes.

Una enseñanza ha quedado clara: el apoyo a la reglamentación es un elemento de vital importancia para llevar a cabo proyectos industriales de este tipo de manera que la totalidad del proceso resulte seguro y eficiente para todos los participantes.

---

*Malgorzata Sneve es Asesora Superior de la Autoridad Noruega de Protección de la Radiación, Østerås, Noruega. Correo-e: Malgorzata.K.Sneve@nrpa.no*