

¿Cómo están las fuentes radiactivas protegidas contra el robo?

A. Ortiz y A. Pérez Báez

Las recientes recomendaciones internacionales, directivas europeas y normativas nacionales exigen la adopción de medidas de protección física en instalaciones con fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad (FEAAS) para prevenir y minimizar posibles actos malintencionados como son el sabotaje radiológico y la retirada no autorizada de material radiactivo. El artículo resume parte del proyecto aprobado por la Dirección Técnica del CSN para elaborar los criterios y medidas de seguridad que hospitales, industrias y comercializadoras con fuentes de elevada actividad han de implantar en sus sistemas de protección física.

Recent international recommendations, European directives and national regulations require that physical protection measures be implemented in installations with high level encapsulated radioactive sources (FEAAS) to prevent or minimize potential ill-intentioned acts such as radiological sabotage and the unauthorized removal of radioactive material. The article summarizes part of the project approved by the CSN Technical Management to define the criteria and security measures that hospitals, industries and merchandisers with high level sources must implement in their physical protection systems.



ANTONIO ORTIZ OLMO es Ingeniero Superior Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid. Pertenece al área de Seguridad Física de la Subdirección General de Emergencias del CSN desde el año 2004.



ANTONIO PÉREZ BÁEZ es Licenciado en Filología Inglesa por la Universidad Complutense de Madrid y Especialista Universitario en Dirección de Seguridad Privada por la Universidad Pontificia de Comillas. Es funcionario del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica del CSN. Desde 2004 trabaja en área de Seguridad Física de la Subdirección de Emergencias del CSN.

1. EL SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

El modelo nacional en materia de protección física exige que las instalaciones y prácticas médicas, industriales y de investigación en las que se usan fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad (en adelante FEAAS) han de disponer de un *Sistema de Protección Física* cuya responsabilidad es del Titular de la licencia, y cuyas funciones son las de detección, retardo y reacción ante una amenaza hasta disponer de la respuesta de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

Dicho *Sistema de Protección Física* establece las medidas, medios, servicios y procedimientos de protección física graduados en función del nivel de seguridad asociado (A, B o C, se explica en el apartado 3) y que se relaciona con el daño potencial que dicha fuente pueda causar si fuera usada en un acto malévolo como son el sabotaje radiológico –acto malintencionado contra la instalación que contiene la fuente y que puede provocar una liberación de material radiactivo– y la retirada no autorizada de material radiactivo.

El nivel de seguridad exigido parte de la clasificación –o categorización– de las FEAAS (se explica en el apartado 4) y tiene en cuenta las *situaciones de protección* que son aquellas en las que la instalación está operando en su horario laboral ordinario, o la actividad queda parada y la instalación se encuentra cerrada, y en situaciones especiales bien

por sustitución de la fuente radiactiva o reparaciones importantes o porque el Ministerio del Interior advierte de un incremento en el nivel de la amenaza y recomendando aumentar la seguridad.

Los servicios de inteligencia alertan de la alta probabilidad de que grupos terroristas hagan uso de artefactos de dispersión radiológica (se detalla en el apartado 2).

2. USOS MALINTENCIONADOS DE LAS FUENTES RADIATIVAS

El uso malintencionado de fuentes radiactivas puede materializarse a través de acciones pasivas o activas. La opción pasiva consiste en colocar una fuente radiactiva en un lugar muy concurrido con el objetivo de producir daños por irradiación al mayor número posible de personas. Así, Shamil Basayev, líder rebelde checheno, informó en noviembre de 1995 de la colocación de una fuente de Cs-137 en una papelera del parque Izmailovsky de Moscú. Del incidente no se derivaron consecuencias radiológicas, pero demostró el gran efecto psicológico que este tipo de acciones puede acarrear.

Con la opción activa se persigue dispersar material radiactivo produciendo la contaminación de una superficie lo más amplia posible. Esto puede llevarse a cabo mediante un dispositivo de dispersión radiológica, artefacto que consigue el esparcimiento del material radiactivo gracias a su combinación con

un explosivo convencional. Su fabricación es mucho más sencilla que un artefacto nuclear improvisado ya que no se requieren tecnologías sofisticadas, si bien, a la hora de preparar el dispositivo con una fuente de alta actividad, sería necesario extraer la fuente del blindaje –que supondría un incremento muy considerable del peso, como puede verse en la tabla 1– y por tanto verse expuesto a dosis posiblemente letales. Por tanto, la alternativa que se presenta más asequible sería el uso de fuentes de radiación gamma o beta de actividad máxima de unos pocos cientos de curios.

Una segunda posibilidad de dispersión del material radiactivo sería mediante su propagación por vía aérea o su disolución en la red de abastecimiento de agua para consumo humano. Su utilización no persigue un alto número de víctimas mortales, sino el caos que se

Tabla I. Blindajes necesarios y peso asociado para la manipulación de FEAAS.

Cálculo de dosis a 50 cm. de la fuente desnuda durante 30'.	
Cs-137, 1000 Ci de actividad	6.500 mSv (mortandad en el 90% de los casos después de 14 días)
Co-60, 1000 Ci de actividad	26.000 mSv** (mortandad en el 100% de los casos después de 7 días)
Espesor y peso de un cubo de plomo de 20 cm. de lado para reducir la dosis a 50 mSv en 30'.	
Cs-137, 1000 Ci de actividad	Espesor: 4,9 cm.; Peso: 135 kg.
Co-60, 1000 Ci de actividad	Espesor: 10,8 cm.; Peso: 295 kg

produciría después de su explosión, los efectos psicológicos asociados y los costes económicos que acarrearía la recuperación de la zona afectada.

Recientes estudios teóricos de posibles escenarios confirman estos análisis. Por ejemplo, Steve Koonin físico nuclear del Instituto de Tecnología de California establece que tres curios de un determinado isótopo esparcido adecuadamente en una milla cuadrada de una gran ciudad supondría la no habitabilidad de la zona por superación de los límites de dosis establecidos, si bien la probabilidad de aumento del número de cáncer sería de cuatro de cada 100.000 personas expuestas.

Este concepto de disrupción masiva, se vió reflejado en el accidente de Goiânia, en Brasil, en 1987, donde una fuente de aproximadamente 1300 curios, pero del tamaño de una canica, procedente de un hospital abandonado, fue manipulada por unos chatarreros. El número de víctimas en el primer mes ascendió a cuatro personas; sin embargo, resultaron contaminadas casi 300 personas, de las cuales 14 sufrieron fuerte depresión de médula ósea y 8 síndrome agudo de radiación. El impacto económico del suceso se ha estimado en 35 millones de dólares.

3. ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES Y OBJETIVOS GENERALES DE SEGURIDAD PARA FEAAS

Con el objetivo de facilitar el diseño, implantación y operación de un adecuado Sistema de Protección Física se establecen 3 niveles A, B y C de seguridad o de protección física de una práctica

con FEAAS: el nivel de seguridad A requiere el grado más alto de seguridad, mientras que los otros niveles son progresivamente más bajos.

Cada nivel de seguridad tiene su correspondiente objetivo final y define las características del diseño, implantación y operación del Sistema de Protección Física para alcanzar su nivel de seguridad.

Los siguientes niveles de seguridad deberán alcanzar al menos los siguientes objetivos generales:

- **Nivel de seguridad A:** impedir la retirada no autorizada de una fuente radiactiva. El Sistema de Protección Física deberá detectar a tiempo al adversario e interrumpir su acción.
- **Nivel de seguridad B:** reducir la probabilidad de una retirada no autorizada de una fuente radiactiva. El Sistema de Protección Física deberá detectar la retirada no autorizada de la fuente radiactiva y exige la recuperación de ésta, que puede ser a posteriori.
- **Nivel de seguridad C:** dificultar la retirada no autorizada de una fuente radiactiva.

Como hemos señalado antes, los actos malévolos en el contexto de protección física de una práctica con FEAAS se derivan de la retirada no autorizada de una fuente o del sabotaje radiológico.

Aunque los objetivos de los anteriores niveles de seguridad definen el Sistema de Protección Física contra la retirada no autorizada, el logro de aquellos reducirá la probabilidad de que ocurra un acto de sabotaje.

Para conseguir los citados objetivos

de seguridad es necesario alcanzar un grado adecuado de aptitud o suficiencia para cada una de las funciones de seguridad que componen el Sistema de Protección Física: detección, retardo, respuesta y gestión de la seguridad a través del logro de un conjunto de objetivos específicos. Por último, para facilitar el adecuado diseño del Sistema de Protección Física, se describen las medidas básicas de seguridad que alcanzan dichos objetivos específicos.

4. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SEGURIDAD APLICABLE A UNA O VARIAS FUENTES: CATEGORIZACIÓN DE FUENTES RADIATIVAS

Para asignar un adecuado nivel de seguridad a una fuente procedemos a categorizarla en función de la actividad y de los efectos deterministas en la salud del individuo si fuera usada en un acto malintencionado.

El sistema de clasificación que se recoge en el Código de Conducta del Organismo Internacional de la Energía Atómica está basado en el concepto de "fuente peligrosa", es decir, en la capacidad de causar efectos inmediatos y graves en la salud de las personas. Se establecen 3 categorías, siendo las fuentes de categoría I las más peligrosas debido a que la exposición a ellas sin blindaje durante pocos minutos pueden causar daños fatales. En el otro extremo, las fuentes de categoría III son las menos peligrosas, pero pueden provocar dosis por encima de los límites establecidos si no existe un adecuado control. (ver tabla II).

De forma práctica la categorización de una fuente radiactiva se lleva a cabo dividiendo su actividad (A) expresada en unidades (curios o bequerelios) entre el valor D expresado en iguales unidades y que es la actividad del radionúclido específico que estamos categorizando, el cuál si no esta bajo control, podría causar graves efectos deterministas en un abanico de escenarios que van desde la exposición externa por carecer de blindaje hasta la exposición interna por la dispersión del material radiactivo en el medioambiente (por ejemplo por fuego o explosión).

La actividad del material radiactivo (A) varía en distintos ordenes de magnitud dependiendo del uso o aplicación de la fuente, sin embargo el valor D esta normalizado y es específico para cada radionúclido, proporcionando referencias a la hora de comparar el riesgo asociado.

Cuando simultáneamente concurren varias fuentes radiactivas en un mismo lugar se sumará la actividad de las fuentes de un determinado radionúclido y se

Tabla II. Categorías.

Categoría	Ejemplos de instalaciones o prácticas
I	Generadores termoeléctricos radiactivos, irradiadores industriales y hematológicos, teleterapia, teleterapia con multihaz.
II	Gammagrafía industrial, braquiterapia de media y alta dosis, calibración de instrumentación.
III	Equipos fijos o móviles para la medida de niveles, espesores y densidades, equipos de calibración, fuentes para arranque de reactores, marcapasos.

dividirá entre su valor D para obtener el resultado del cociente A/D. Si las fuentes radiactivas son de distintos radionúclidos, se sumará el resultado de los cocientes A/D para determinar la categoría.

5. OBJETIVOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA EL DISEÑO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA PARA FEAAS DE NIVEL DE SEGURIDAD A

Dentro de este grupo se encuentran instalaciones conocidas como unidades de teleterapia con fuentes radiactivas de cobalto (Co-60) ubicadas en bunkers o salas especialmente blindadas destinadas a tratar pacientes con tumores cancerígenos. También se encuadrarán irradiadores con FEAAS para esterilización de material quirúrgico o irradiación de otros productos. La actividad de estas FEAAS es del orden de miles de curios y por lo tanto al dividirlo por el factor D quedan clasificadas dentro de la categoría I.

Para alcanzar el nivel de seguridad A, cuyo objetivo final es impedir la retirada no autorizada de la fuente radiactiva, es necesario tener cubiertas las funciones o principios del sistema de protección física, para garantizar que se detectará a tiempo al adversario y que el retardo es suficiente hasta que las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad interrumpan su acción.

Se detallan a continuación, de forma somera, los objetivos específicos y las medidas que el Titular ha de implantar para diseñar y operar adecuadamente dicho Sistema de Protección Física cumpliendo con los principios o funciones en los que se fundamenta.

5.1. Función de Detección

Uno de los objetivos específicos, dentro de ésta función es la detección inmediata de cualquier intento no autorizado de retirada de la fuente radiactiva. Las medidas de seguridad se basan en la disposición de sistemas tecnológicos de detección de intrusión como sensores electrónicos, vigilancia por cámaras de TV, inventarios de contabilidad, y cuenta con personal de seguridad que opera tales equipos y vigila la información procedente de ellos. Las alarmas que generan dichos sistemas exigen una correcta evaluación a través de un centro de control de alarmas propio o contratado para discriminar si se trata de falsas alarmas o no.

Por ejemplo, en el interior una sala de telecobaltoterapia se puede colocar un detector de presencia y una cámara de TV que estarán en funcionamiento cuando la unidad esté parada, normalmente por la noche, para generar alarma si alguien no autorizado entra, y en cualquier caso disponer de un sensor

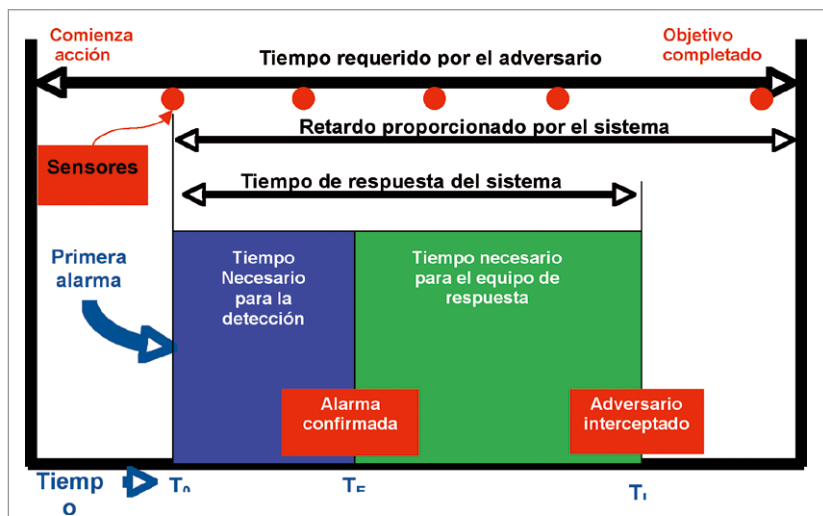


Figura 1.

que genere una alarma si alguien intenta abrir el contenedor de la fuente o manipular el detector de intrusión.

5.2. Función de Retardo

El objetivo de seguridad específico es el de proporcionar suficiente retardo al adversario desde que inicia su acción y se genera la alarma para que las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad acudan e interrumpan el intento de retirada de la fuente.

Para alcanzarlo se exigen ciertas medidas de seguridad como dispositivos o estructuras que supongan, al menos, dos barreras físicas (por ejemplo las paredes o muros de la dependencia y los contenedores que alojan las fuentes anclados al suelo o armarios con cierre de seguridad) los cuales en conjunto exigen elevados tiempos al adversario mientras llega el personal de respuesta.

5.3. Función de Respuesta

La neutralización de la amenaza por parte de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad exige una inmediata notificación y estrecha colaboración por parte del servicio de seguridad, previamente establecida en protocolos y procedimientos, a través de medios de comunicación fiables, rápidos y diversos que periódicamente se verifican.

El servicio de seguridad privado debe estar autorizado por el Ministerio del Interior de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 23/1992 de seguridad privada, y realiza las funciones de vigilancia, detección y control de accesos, así como responder a tiempo ante amenazas de bajo nivel, y en cualquier caso disuadir y retardar la retirada de la fuente radiactiva hasta que las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad acudan.

5.4. Función de Gestión de la seguridad física

La protección física no se reduce a cámaras, cerraduras y vigilantes, sino que detrás existe una estructurada organización de seguridad exclusivamente dedicada a ello, dependiente directamente del Titular, con un listado amplio de funciones de las que cabe destacar:

- Redactar el Plan de Seguridad Física documento que describe el Sistema de Protección Física, y actualizarlo periódicamente, siempre tras cualquier cambio relevante en el dicho

- Elaborar procedimientos de operación y mantenimiento de los sistemas de seguridad, procedimientos administrativos y de gestión, procedimientos de contingencia ante incidentes, procedimientos de notificación de amenazas o incidentes de seguridad, etc.

- Controlar y mantener registros de las personas que acceden a las áreas donde se ubican las FEAAS.

- Gestionar la contratación de los servicios relacionados con los sistemas de seguridad, como es su mantenimiento preventivo y correctivo.

- Confeccionar y ejecutar el plan de formación anual dirigido al personal de la organización de seguridad y al servicio de seguridad contratado.

- Planificar y realizar ejercicios y simulacros para poner en marcha los procedimientos de contingencia ante amenaza.

- Establecer protocolos o acuerdos con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, así como procedimientos de notificación de amenazas o incidentes de seguridad.

- Verificar periódicamente los sistemas de detección, vigilancia, control de accesos, medios de comunicación, etc.

- Proteger la información confidencial.

- Implantar entre todos los trabajadores la Cultura de Seguridad.

6. SITUACIÓN ACTUAL EN ESPAÑA DE LA PROTECCIÓN FÍSICA DE FEAAS

Hace dos años se publicó el Real Decreto 229/2006 sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y de fuentes huérfanas, que transpone la Directiva 2003/122/EURATOM. El objetivo de aquél es lograr un estricto control de las FEAAS durante todo su periodo de vida desde su fabricación hasta su correcta gestión al final de su vida útil -*from the cradle to the grave*.

Para ello requiere al Titular de la licencia una serie de actuaciones como:

- Llevar un inventario de cada una de las FEAAS, en la que consten tanto los datos identificativos y característicos, como los movimientos de los que ha sido objeto,
- Verificar periódicamente la presencia y buen estado de las FEAAS, conservando registro documental de estas verificaciones,
- Realizar pruebas periódicas que garanticen su hermeticidad,
- Notificar inmediatamente, en el plazo no superior a una hora, toda pérdida, robo o uso no autorizado,

— Formar a los trabajadores sobre las consecuencias de la pérdida de control y el modo de actuar en cada caso, etc.

Esta reglamentación también expresa que el CSN podrá dictar instrucciones, circulares y guías de carácter técnico para facilitar la aplicación de lo establecido.

Por otra parte, el reciente Real Decreto 35/2008 señala la obligación por parte de las instalaciones radiactivas de primera categoría de elaborar el Plan de Protección Física entre la documentación exigida, donde se describan las medidas organizativas, los medios, sistemas y componentes, cuyo objetivo es alcanzar el nivel de seguridad física acorde con el riesgo asociado, recalcando la exigencia de tratar dicha documentación como confidencial.

El Organismo Internacional de la Energía Atómica está a punto de editar una nueva y completa revisión del documento técnico *Tecdoc-1355 Seguridad física de fuentes radiactivas*, en el que establece tres métodos de regulación: uno basado en la eficiencia del sistema de protección física dejando al Titular que lo diseñe e implemente a su antojo, otro prescriptivo, es decir,

la autoridad competente establece las medidas de seguridad a implementar, y el último que sería una combinación de ambos.

El CSN lleva trabando en la protección física de las FEAAS desde la aparición del Real Decreto 226/2006. En la actualidad está ejecutando un ambicioso *Proyecto de establecimiento de criterios de seguridad para FEAAS* que aprobó la Dirección Técnica de Protección Radiológica en febrero de 2007 y que contempla la organización cursos de formación dirigidos fundamentalmente a su personal de inspección y evaluación -se han impartido tres, el último en colaboración con el OIEA-, realización de vistas técnicas a los hospitales, irradiadores y otras instalaciones con FEAAS, reuniones con los titulares y otras entidades relacionadas, para obtener el producto final que es el de establecer los criterios, objetivos y medidas de seguridad que garanticen la adecuada protección física de las instalaciones españolas contra la retirada no autorizada de fuentes radiactivas encapsulada de alta actividad. ■

34 REUNIÓN ANUAL DE LA SNE

MURCIA



29-31 OCTUBRE 2008

34 Reunión Anual
Sociedad Nuclear Española

