

**Protección física de los
materiales y las instalaciones nucleares
(aplicación del documento INFCIRC/225/Rev. 5)**



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

COLECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA

La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* trata de cuestiones de seguridad física nuclear relativas a la prevención y detección de actos delictivos o actos intencionales no autorizados que están relacionados con materiales nucleares, otros materiales radiactivos, instalaciones conexas o actividades conexas, o que vayan dirigidos contra ellos, así como a la respuesta a esos actos. Estas publicaciones son coherentes con los instrumentos internacionales de seguridad física nuclear como la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y su Enmienda, el Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear, las resoluciones 1373 y 1540 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, y el Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas, y los complementan.

CATEGORÍAS DE LA COLECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA

Las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* se clasifican en las subcategorías siguientes:

- Las **Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear**, que especifican el objetivo del régimen de seguridad física nuclear de un Estado y sus elementos esenciales. Estas Nociones Fundamentales sirven de base para las Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear.
- Las **Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear**, que establecen las medidas que los Estados deberían adoptar para alcanzar y mantener un régimen nacional de seguridad física nuclear eficaz y conforme a las Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear.
- Las **Guías de Aplicación**, que proporcionan orientaciones sobre los medios que los Estados pueden utilizar para aplicar las medidas enunciadas en las Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear. Estas guías se centran en cómo cumplir las recomendaciones relativas a esferas generales de la seguridad física nuclear.
- Las **Orientaciones Técnicas**, que ofrecen orientaciones sobre temas técnicos específicos y complementan las que figuran en las Guías de Aplicación. Estas orientaciones se centran en detalles relativos a cómo aplicar las medidas necesarias.

REDACCIÓN Y EXAMEN

En la preparación y examen de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* intervienen la Secretaría del OIEA, expertos de Estados Miembros (que prestan asistencia a la Secretaría en la redacción de las publicaciones) y el Comité de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear (NSGC), que examina y aprueba los proyectos de publicación. Cuando procede, también se celebran reuniones técnicas de composición abierta durante la etapa de redacción a fin de que especialistas de los Estados Miembros y organizaciones internacionales pertinentes tengan la posibilidad de estudiar y debatir el proyecto de texto. Además, a fin de garantizar un alto grado de análisis y consenso internacionales, la Secretaría presenta los proyectos de texto a todos los Estados Miembros para su examen oficial durante un período de 120 días.

Para cada publicación, la Secretaría prepara los siguientes documentos, que el NSGC aprueba en etapas sucesivas del proceso de preparación y examen:

- un esquema y plan de trabajo en el que se describe la nueva publicación prevista o la publicación que se va a revisar y su finalidad, alcance y contenidos previstos;
- un proyecto de publicación que se presentará a los Estados Miembros para que estos formulen observaciones durante los 120 días del período de consultas;
- un proyecto de publicación definitivo que tiene en cuenta las observaciones de los Estados Miembros.

En el proceso de redacción y examen de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* se tiene en cuenta la confidencialidad y se reconoce que la seguridad física nuclear va indisolublemente unida a preocupaciones sobre la seguridad física nacional de carácter general y específico.

Un elemento subyacente es que en el contenido técnico de las publicaciones se deben tener en cuenta las normas de seguridad y las actividades de salvaguardias del OIEA. En particular, los Comités sobre Normas de Seguridad Nuclear pertinentes y el NSGC analizan las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* que se ocupan de ámbitos en los que existen interrelaciones con la seguridad tecnológica, conocidas como documentos de interrelación, en cada una de las etapas antes mencionadas.

PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS
MATERIALES Y LAS INSTALACIONES
NUCLEARES (APLICACIÓN DEL
DOCUMENTO INFCIRC/225/REV. 5)

Los siguientes Estados son Miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica:

| | | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|
| AFGANISTÁN | FINLANDIA | PALAU |
| ALBANIA | FRANCIA | PANAMÁ |
| ALEMANIA | GABÓN | PAPUA NUEVA GUINEA |
| ANGOLA | GEORGIA | PARAGUAY |
| ANTIGUA Y BARBUDA | GHANA | PERÚ |
| ARABIA SAUDITA | GRANADA | POLONIA |
| ARGELIA | GRECIA | PORTUGAL |
| ARGENTINA | GUATEMALA | QATAR |
| ARMENIA | GUYANA | REINO UNIDO DE |
| AUSTRALIA | HAITÍ | GRAN BRETAÑA E |
| AUSTRIA | HONDURAS | IRLANDA DEL NORTE |
| AZERBAIYÁN | HUNGRÍA | REPÚBLICA |
| BAHAMAS | INDIA | CENTROAFRICANA |
| BAHREIN | INDONESIA | REPÚBLICA ÁRABE SIRIA |
| BANGLADESH | IRÁN, REPÚBLICA | REPÚBLICA CHECA |
| BARBADOS | ISLÁMICA DEL | REPÚBLICA DE MOLDOVA |
| BELARÚS | IRAQ | REPÚBLICA DEMOCRÁTICA |
| BÉLGICA | IRLANDA | DEL CONGO |
| BELICE | ISLANDIA | REPÚBLICA DEMOCRÁTICA |
| BENIN | ISLAS MARSHALL | POPULAR LAO |
| BOLIVIA, ESTADO | ISRAEL | REPÚBLICA DOMINICANA |
| PLURINACIONAL DE | ITALIA | REPÚBLICA UNIDA |
| BOSNIA Y HERZEGOVINA | JAMAICA | DE TANZANÍA |
| BOTSWANA | JAPÓN | RUMANIA |
| BRASIL | JORDANIA | RWANDA |
| BRUNEI DARUSSALAM | KAZAJSTÁN | SAN MARINO |
| BULGARIA | KENYA | SAN VICENTE Y |
| BURKINA FASO | KIRGUISTÁN | LAS GRANADINAS |
| BURUNDI | KUWAIT | SANTA LUCÍA |
| CAMBOYA | LESOTHO | SANTA SEDE |
| CAMERÚN | LETONIA | SENEGAL |
| CANADÁ | LÍBANO | SERBIA |
| COLOMBIA | LIBERIA | SEYCHELLES |
| CONGO | LIBIA | SIERRA LEONA |
| COREA, REPÚBLICA DE | LIECHTENSTEIN | SINGAPUR |
| COSTA RICA | LITUANIA | SRI LANKA |
| CÔTE D'IVOIRE | LUXEMBURGO | SUDÁFRICA |
| CROACIA | MACEDONIA DEL NORTE | SUDÁN |
| CUBA | MADAGASCAR | SUECIA |
| CHAD | MALASIA | SUIZA |
| CHILE | MALAWI | TAILANDIA |
| CHINA | MALÍ | TAYIKISTÁN |
| CHIPRE | MALTA | TOGO |
| DINAMARCA | MARRUECOS | TRINIDAD Y TABAGO |
| DJIBOUTI | MAURICIO | TÚNEZ |
| DOMINICA | MAURITANIA | TURKMENISTÁN |
| ECUADOR | MÉXICO | TURQUÍA |
| EGIPTO | MÓNACO | UCRANIA |
| EL SALVADOR | MONGOLIA | UGANDA |
| EMIRATOS ÁRABES UNIDOS | MONTENEGRO | URUGUAY |
| ERITREA | MOZAMBIQUE | UZBEKISTÁN |
| ESLOVAQUIA | MYANMAR | VANUATU |
| ESLOVENIA | NAMIBIA | VENEZUELA, REPÚBLICA |
| ESPAÑA | NEPAL | BOLIVARIANA DE |
| ESTADOS UNIDOS | NICARAGUA | VIET NAM |
| DE AMÉRICA | NÍGER | YEMEN |
| ESTONIA | NIGERIA | ZAMBIA |
| ESWATINI | NORUEGA | ZIMBABWE |
| ETIOPÍA | NUEVA ZELANDIA | |
| FEDERACIÓN DE RUSIA | OMÁN | |
| FIJI | PAÍSES BAJOS | |
| FILIPINAS | PAKISTÁN | |

El Estatuto del Organismo fue aprobado el 23 de octubre de 1956 en la Conferencia sobre el Estatuto del OIEA celebrada en la Sede de las Naciones Unidas (Nueva York); entró en vigor el 29 de julio de 1957. El Organismo tiene la Sede en Viena. Su principal objetivo es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”.

COLECCIÓN DE
SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA N° 27-G

PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS
MATERIALES Y LAS INSTALACIONES
NUCLEARES (APLICACIÓN DEL
DOCUMENTO INFCIRC/225/REV. 5)

GUÍA DE APLICACIÓN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2019

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor, que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización y, por lo general, dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena, Austria
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/books

© OIEA, 2019

Impreso por el OIEA en Austria
Noviembre de 2019
STI/PUB/1760

PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS
MATERIALES Y LAS INSTALACIONES NUCLEARES
(APLICACIÓN DEL DOCUMENTO INFCIRC/225/REV. 5)
OIEA, VIENA, 2019
STI/PUB/1760
ISBN 978-92-0-307218-9
ISSN 2521-1803

PRÓLOGO

El principal objetivo que asigna al OIEA su Estatuto es el de “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”. Nuestra labor supone a un tiempo prevenir la propagación de las armas nucleares y asegurar que la tecnología nuclear esté disponible con fines pacíficos en ámbitos como la salud o la agricultura. Es esencial que todos los materiales nucleares y otros materiales radiactivos, así como las instalaciones que los albergan, sean gestionados en condiciones de seguridad y estén debidamente protegidos contra todo acto delictivo o acto no autorizado intencional.

Aunque la seguridad física nuclear es una responsabilidad que incumbe a cada Estado, la cooperación internacional es básica para ayudar a los Estados a implantar y mantener regímenes eficaces de seguridad física nuclear. La función central que desempeña el OIEA para facilitar esta cooperación y prestar asistencia a los Estados goza de gran predicamento, fiel exponente de la amplitud de su composición, su mandato, sus singulares conocimientos técnicos y su dilatado historial de prestación de asistencia técnica a los Estados y asesoramiento especializado y práctico.

Desde 2006, el OIEA viene publicando obras de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* para ayudar a los Estados a instituir regímenes nacionales eficaces de seguridad física nuclear. Estas publicaciones son un complemento de los instrumentos jurídicos internacionales existentes en la materia, como la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y su Enmienda, el Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear, las resoluciones 1373 y 1540 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas o el Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas.

En la elaboración de estas orientaciones participan activamente expertos de los Estados Miembros del OIEA, lo que garantiza que den cuenta de un sentir consensuado sobre las buenas prácticas en materia de seguridad física nuclear. El Comité de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear del OIEA, establecido en marzo de 2012 e integrado por representantes de los Estados Miembros, examina y aprueba los borradores de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* a medida que se van elaborando.

El OIEA seguirá trabajando con sus Estados Miembros para que los beneficios derivados del uso pacífico de la tecnología nuclear se hagan realidad y deparen mayores cotas de salud, bienestar y prosperidad a las poblaciones del mundo entero.

NOTA EDITORIAL

Las orientaciones publicadas en la Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA no son vinculantes para los Estados; no obstante, los Estados pueden servirse de ellas como ayuda para cumplir sus obligaciones en virtud de los instrumentos jurídicos internacionales así como para cumplir sus responsabilidades en materia de seguridad física nuclear en el Estado. Las orientaciones en las que se usan formas verbales condicionales tienen por fin presentar buenas prácticas internacionales e indicar un consenso internacional en el sentido de que es necesario que los Estados adopten las medidas recomendadas o medidas alternativas equivalentes.

Los términos relacionados con la seguridad física han de entenderse según las definiciones contenidas en la publicación en que aparecen, o en las orientaciones más generales que la publicación concreta complementa. En los demás casos, las palabras se emplean con el significado que se les da habitualmente.

Los apéndices se consideran parte integrante de la publicación. El material que figura en un apéndice tiene la misma jerarquía que el texto principal. Los anexos se usan para dar ejemplos prácticos o facilitar información o explicaciones adicionales. Los anexos no son parte integrante del texto principal.

Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni el OIEA ni sus Estados Miembros asumen responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse de su uso.

El uso de determinadas denominaciones de países o territorios no implica juicio alguno por parte de la entidad editora, el OIEA, sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones o la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos específicos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

| | | |
|----|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | Antecedentes (1.1–1.3) | 1 |
| | Objetivo (1.4)..... | 1 |
| | Ámbito de aplicación (1.5–1.7)..... | 2 |
| | Estructura (1.8–1.9)..... | 3 |
| 2. | OBJETIVOS DEL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN FÍSICA DE UN ESTADO (2.1–2.5) | 4 |
| 3. | ELEMENTOS DEL RÉGIMEN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DE UN ESTADO QUE PERMITEN LA PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS MATERIALES Y LAS INSTALACIONES NUCLEARES (3.1–3.4) | 6 |
| | Responsabilidad del Estado (3.5–3.7)..... | 7 |
| | Asignación de las responsabilidades de protección física (3.8–3.11) . | 8 |
| | Marco legislativo y de reglamentación (3.12–3.49) | 10 |
| | Cooperación y asistencia internacionales (3.50–3.54) | 22 |
| | Identificación y evaluación de amenazas (3.55–3.63)..... | 23 |
| | Sistemas de protección física basados en el riesgo (3.64–3.103) | 26 |
| | Mantenimiento del régimen de protección física (3.104–3.119)..... | 45 |
| | Planificación, preparación y respuesta para sucesos relacionados con la seguridad física nuclear (3.120–3.126) | 50 |
| 4. | ELABORACIÓN, APLICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA INTEGRADO PARA LAS INSTALACIONES NUCLEARES (4.1–4.3) | 52 |
| | Responsabilidades generales del explotador (4.4–4.13) | 53 |
| | Organización a cargo de la seguridad física (4.14) | 56 |
| | Proceso de desarrollo y aplicación de un sistema de protección física (4.15–4.22) | 57 |
| | Determinación de los requisitos que debe cumplir un sistema de protección física (fase 1) (4.23–4.32)..... | 60 |
| | Diseño y evaluación del sistema de protección física (4.33–4.59) . . . | 64 |
| | Funciones principales de un sistema de protección física (4.60–4.70) | 73 |
| | Localización y recuperación de materiales nucleares desaparecidos o robados (4.71–4.75)..... | 76 |

| | |
|--|-----|
| Mitigación o reducción al mínimo de las consecuencias radiológicas de un sabotaje (4.76–4.82) | 78 |
| Medidas de protección física (4.83–4.123) | 80 |
| Contabilidad y control de los materiales nucleares para la seguridad física nuclear (4.124–4.132). | 94 |
| Seguridad física de la información de carácter estratégico (4.133–4.139) | 97 |
| Protección de los sistemas informáticos (4.140–4.146) | 98 |
| Interfaz de la seguridad tecnológica y la seguridad física (4.147–4.153) | 100 |
| Plan de seguridad física (4.154–4.161) | 103 |
| | |
| APÉNDICE I: PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA | 107 |
| APÉNDICE II: MODELO PARA UN PLAN DE CONTINGENCIA | 120 |
| APÉNDICE III: ADICIÓN O AGREGACIÓN DE MATERIALES NUCLEARES. | 122 |
| APÉNDICE IV: REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES | 127 |
| | |
| REFERENCIAS | 131 |

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* ofrece orientaciones que ayudan a los Estados a establecer y mantener un régimen de seguridad física nuclear, y a revisarlo y reforzarlo, cuando es necesario. La colección también proporciona a los Estados orientaciones que les ayudan a cumplir sus obligaciones y compromisos dimanantes de los instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes a los que se han adherido.

1.2. La protección física de los materiales e instalaciones nucleares es una parte importante del régimen de seguridad física nuclear de los Estados que poseen ese tipo de materiales e instalaciones. En 2012, el OIEA editó la publicación N° 13 de su *Colección de Seguridad Física Nuclear*, titulada *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev. 5)* [1]. Como indica su título, esta publicación de la categoría de las Recomendaciones constituyó también la revisión 5 del documento INFCIRC/225 del OIEA, que contiene las orientaciones ofrecidas a los Estados para el cumplimiento de las obligaciones contraídas en virtud de la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y, desde la entrada en vigor de su enmienda de 2005, de la forma enmendada de dicha Convención.

1.3. La presente Guía de Aplicación es la principal de una serie de orientaciones ofrecidas a los Estados para la aplicación de las recomendaciones [1]. En varias otras guías de aplicación y publicaciones de orientaciones técnicas se tratan temas específicos relacionados con la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares, como las amenazas base de diseño, las medidas contra las amenazas internas, la cultura de la seguridad física nuclear y la determinación de las zonas vitales. En esta Guía de Aplicación se incluyen algunos de estos aspectos importantes, se ofrece una visión general de su función en la protección física y, cuando procede, se remite a la guía temática pertinente para una orientación más específica.

OBJETIVO

1.4. El objetivo de esta publicación es proporcionar orientaciones y sugerencias que ayuden a los Estados y a sus autoridades competentes a establecer y fortalecer

sus regímenes nacionales de protección física, asegurar la sostenibilidad de esos regímenes e implantar los sistemas y medidas correspondientes, incluidos los sistemas de protección física de los explotadores. En algunas partes de esta publicación se evitan deliberadamente las referencias específicas a la distribución de responsabilidades entre el Estado y sus autoridades competentes, en reconocimiento de las diferencias que existen entre los Estados a este respecto. Los propios Estados deberían ser precisos y completamente claros al asignar las responsabilidades de protección física a sus autoridades competentes y documentar esas responsabilidades.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.5. La presente Guía se aplica a la protección física de las instalaciones nucleares y de los materiales nucleares en uso y en almacenamiento contra:

- a) la retirada no autorizada de materiales nucleares con la intención de construir un dispositivo nuclear explosivo;
- b) un sabotaje de materiales o instalaciones nucleares que tenga consecuencias radiológicas.

Esta Guía de Aplicación contiene también algunas sugerencias sobre las medidas conexas que pueden contribuir a una respuesta coordinada para la localización y recuperación de materiales nucleares desaparecidos y para la mitigación o reducción al mínimo de las consecuencias radiológicas del sabotaje de instalaciones nucleares.

1.6. La presente publicación no incluye orientaciones detalladas sobre:

- a) la protección física de los materiales nucleares durante el transporte fuera de la instalación nuclear (esta protección se trata en una orientación específica [2]);
- b) la protección contra la retirada no autorizada de materiales nucleares para su posible dispersión fuera del emplazamiento (esta protección se trata en las orientaciones sobre la seguridad física de los materiales radiactivos [3]).

Esta Guía de Aplicación tampoco ofrece orientaciones detalladas sobre las consideraciones de seguridad física nuclear aplicables en la selección del emplazamiento de una instalación o en el diseño de las instalaciones. La integración de los principios de protección física en la fase más temprana posible

de la vida de una instalación se denomina comúnmente ‘seguridad física desde el diseño’.

1.7. Los Estados pueden decidir exigir la protección de los materiales y las instalaciones nucleares en su territorio también por una serie de otros motivos, como su importancia económica, consideraciones relacionadas con la reputación, o las posibles consecuencias de la pérdida de la generación de energía nucleoelectrónica. La presente publicación no contiene orientaciones sobre estas otras preocupaciones.

ESTRUCTURA

1.8. La estructura de esta Guía de Aplicación se ajusta, en general, a la estructura de las Recomendaciones en que se basa [1], pero no de manera exacta:

- a) La protección de los materiales nucleares durante el transporte fuera del emplazamiento no está incluida en esta guía.
- b) Esta guía describe en una sola sección un enfoque integrado, basado en el riesgo, de la protección contra la retirada no autorizada de materiales nucleares y la protección contra el sabotaje. En las Recomendaciones [1], estos temas se tratan en dos secciones separadas.

1.9. La estructura de la presente publicación es la siguiente. Después de esta introducción, la sección 2 describe los objetivos de la protección física y el enfoque general de la gestión de los riesgos relacionados con la retirada no autorizada de materiales nucleares y el sabotaje de instalaciones nucleares. La sección 3 contiene orientaciones para el Estado y sus autoridades competentes sobre los elementos de protección física del régimen de seguridad física nuclear; estas orientaciones se basan en los principios fundamentales establecidos en las Recomendaciones [1]. La sección 4 ofrece orientaciones sobre el sistema de protección física del explotador y describe un enfoque integrado y sistemático. En el apéndice I se presenta un esquema anotado del contenido típico del plan de seguridad física de un explotador. El apéndice II contiene un esquema similar relativo al plan de contingencia. En el apéndice III se describe cómo agregar los materiales nucleares para determinar su categoría y el nivel apropiado de protección contra una retirada no autorizada. El apéndice IV contiene un cuadro con remisiones cruzadas entre los párrafos de las Recomendaciones [1] y los párrafos correspondientes de la presente Guía de Aplicación.

2. OBJETIVOS DEL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN FÍSICA DE UN ESTADO

2.1. Los cuatro objetivos del régimen de protección física de un Estado¹ enunciados en la referencia [1] se enumeran también en la Enmienda de la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y en los Objetivos y principios fundamentales en materia de protección física, refrendados por la Junta de Gobernadores y la Conferencia General del OIEA en septiembre de 2001:

“2.1. El objetivo general del régimen de seguridad física nuclear de un Estado es proteger a las personas, los bienes, la sociedad y el medio ambiente contra los *actos dolosos* relacionados con *materiales nucleares* y otros materiales radiactivos. Los objetivos del *régimen de protección física* de un Estado, que es un componente esencial de su régimen de seguridad física nuclear, deberían ser:

- **Proteger contra la *retirada no autorizada*.** Proteger contra el robo u otra apropiación ilícita de *materiales nucleares*.
- **Localizar y recuperar *materiales nucleares desaparecidos*.** Garantizar la aplicación de medidas rápidas y amplias para localizar y, cuando proceda, recuperar *materiales nucleares* desaparecidos o robados.
- **Proteger contra el *sabotaje*.** Proteger los *materiales nucleares* e *instalaciones nucleares* contra el *sabotaje*.
- **Mitigar o reducir al mínimo los efectos del *sabotaje*.** Mitigar o reducir al mínimo las consecuencias radiológicas del *sabotaje*.

¹ El término ‘protección física’ se empleó por mucho tiempo para describir lo que ahora se denomina ‘seguridad física nuclear de los materiales y las instalaciones nucleares’, y en la referencia [1] (que es también la revisión 5 del documento INFCIRC/225) se utiliza invariablemente ese término (junto con la expresión ‘régimen de protección física’, para referirse a los aspectos de un régimen de seguridad física nuclear que se relacionan con la retirada no autorizada de materiales nucleares o el sabotaje de materiales e instalaciones nucleares). A fin de facilitar el uso de la presente guía como orientación para la puesta en práctica de la publicación correspondiente al documento INFCIRC/225/Rev. 5, se utiliza también aquí el término ‘protección física’ para referirse a aquellos aspectos de la seguridad física nuclear que se relacionan con las medidas destinadas a impedir una retirada no autorizada de materiales nucleares o el sabotaje de esos materiales o de instalaciones nucleares. Así, por ejemplo, el ‘régimen de protección física’ de un Estado comprende aquellas partes de su régimen de seguridad física nuclear que se relacionan con esas medidas.

2.2. El régimen de protección física de un Estado debería tratar de alcanzar estos objetivos mediante:

- la prevención de los *actos dolosos* por medio de la disuasión y la protección de la información de carácter estratégico;
- la gestión de los *actos dolosos* frustrados o consumados mediante un sistema integrado de *detección*, dilación y respuesta, y
- la mitigación de las consecuencias de los *actos dolosos*.

2.3. Estos objetivos deberían ser abordados de manera integrada y coordinada teniendo en cuenta los diferentes riesgos abarcados por la seguridad física nuclear.” [1]

2.2. Desde la perspectiva de la seguridad física nuclear, los dos principales riesgos relacionados con la utilización de los materiales y las instalaciones nucleares son el de una retirada no autorizada de materiales nucleares para su posible uso en un dispositivo nuclear explosivo, y el de un sabotaje de los materiales y/o las instalaciones que tenga consecuencias radiológicas inaceptables. La gestión de estos riesgos es la base fundamental de la seguridad física nuclear en lo que respecta a los materiales y las instalaciones nucleares. Si un Estado ha decidido aceptar la existencia de materiales e instalaciones nucleares dentro de sus fronteras, habrá aceptado también la responsabilidad de proteger esos materiales contra una retirada no autorizada, y de proteger las instalaciones y los materiales contra un sabotaje que conduzca a la emisión de radionucleidos.

2.3. En la referencia [1] se recomienda que los Estados adopten un enfoque de gestión del riesgo para alcanzar los objetivos arriba mencionados en relación con la protección contra una retirada no autorizada y contra un sabotaje. Ese enfoque debería abordar los tres aspectos que caracterizan el riesgo: la amenaza, las consecuencias posibles y la vulnerabilidad. La referencia [1] contiene recomendaciones relacionadas con:

- a) la evaluación de la amenaza y la amenaza base de diseño;
- b) las consecuencias posibles de una retirada no autorizada de materiales nucleares (determinadas con ayuda de un cuadro de categorización de los materiales) y de un sabotaje (determinadas mediante el enfoque de las consecuencias radiológicas graduadas), facilitando así el uso de un enfoque graduado y la aplicación de medidas de protección física proporcionadas al riesgo;
- c) las medidas para subsanar, mediante un sistema de protección física eficaz, las vulnerabilidades de los blancos de una instalación nuclear que de lo

contrario podrían ser aprovechadas por un adversario para llevar a cabo un acto doloso.

2.4. Aplicando las recomendaciones de la referencia [1], los Estados deberían ser capaces de gestionar adecuadamente el riesgo relacionado con los actos dolosos contra materiales o instalaciones nucleares. Sin embargo, para gestionar debidamente ese riesgo, los Estados deben establecer sus propios objetivos de seguridad física nuclear detallados, teniendo en cuenta el enfoque graduado.

2.5. Para reducir el riesgo, el explotador de una instalación nuclear puede sustituir los materiales nucleares más atractivos para los adversarios por otros menos atractivos, diseñar la instalación de modo que utilice materiales nucleares y/o tenga otras características que reduzcan las consecuencias radiológicas en caso de sabotaje, construir sistemas de protección física más robustos, o adoptar una combinación de estas medidas. Además, las autoridades encargadas de la información de inteligencia y de la seguridad física nuclear pueden colaborar estrechamente para detectar e interrumpir a los adversarios que estén planificando actos dolosos antes de que puedan ejecutarlos en una instalación nuclear. La aplicación de todos los principios fundamentales del régimen de seguridad física nuclear del Estado y la implantación de las medidas de protección física adecuadas en las instalaciones nucleares ayudan a cumplir el objetivo general de proteger las instalaciones nucleares contra los actos dolosos.

3. ELEMENTOS DEL RÉGIMEN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DE UN ESTADO QUE PERMITEN LA PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS MATERIALES Y LAS INSTALACIONES NUCLEARES

3.1. La referencia [1] define el régimen de protección física como sigue:

“Régimen de un Estado que abarca:

- el marco legislativo y reglamentario que rige la protección física de los *materiales nucleares* y las *instalaciones nucleares*;
- las instituciones y organizaciones del Estado encargadas de garantizar la aplicación del marco legislativo y reglamentario;
- los *sistemas de protección física* de la instalación y el transporte.”

3.2. El régimen de seguridad física nuclear de un Estado debería prever también la adecuada gestión de las interfaces de la protección física con la contabilidad y el control de los materiales nucleares, y de la protección física con la seguridad tecnológica. El Estado tiene la responsabilidad de velar por que los requisitos de contabilidad y control de materiales nucleares, seguridad tecnológica y seguridad física nuclear no se obstaculicen entre sí sino que se apoyen mutuamente en la mayor medida posible.

3.3. En la presente sección:

- a) se indican los principios fundamentales y otros elementos esenciales del régimen de seguridad física nuclear del Estado que se relacionan con la protección física de las instalaciones nucleares y de los materiales nucleares en uso y en almacenamiento, tal como se presentan en las referencias [1, 4];
- b) se ofrece orientación para la aplicación por el Estado de cada uno de los principios en lo que respecta a la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares.

3.4. A fin de cumplir los objetivos de su régimen de seguridad física nuclear para los materiales y las instalaciones nucleares, el Estado debería elaborar los requisitos referentes al establecimiento, la implantación, el mantenimiento y la sostenibilidad de su régimen de protección física. En la referencia [1], las responsabilidades del Estado a este respecto se examinan en tres secciones aparte (3, 4 y 5), pero en la presente publicación las orientaciones para su cumplimiento se han consolidado en una sola sección.

RESPONSABILIDAD DEL ESTADO

“El establecimiento, la aplicación y el mantenimiento de un *régimen de protección física* en el territorio de un Estado es responsabilidad exclusiva de ese Estado. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL A: Responsabilidad del Estado)

3.1. Se prevé la aplicación del *régimen de protección física* del Estado a todos los *materiales nucleares* en uso, almacenados y durante el *transporte*, y a todas las *instalaciones nucleares*. El Estado debería garantizar la protección de los *materiales nucleares* y las *instalaciones nucleares* contra la *retirada no autorizada* y contra el *sabotaje*.” [1]

3.5. El Estado cumple esta responsabilidad estableciendo un marco legislativo y de reglamentación, delegando la responsabilidad de la reglamentación en una o varias autoridades competentes y asignando la responsabilidad principal de la aplicación de los sistemas de protección física a los explotadores de las instalaciones nucleares.

3.6. Un régimen de seguridad física nuclear completo para los materiales nucleares no se limita a su uso y almacenamiento (por ejemplo, en las instalaciones nucleares), sino que abarca asimismo la protección física durante el transporte. El Estado debería velar por que se establezca, aplique y mantenga también un sistema completo de protección física durante el transporte. Este sistema debería aplicarse a los desplazamientos de materiales nucleares de las categorías I y II dentro de los emplazamientos, entre una zona protegida y otra. El explotador de una instalación nuclear, al igual que el remitente o destinatario de un transporte de materiales nucleares, podrá tener también ciertas responsabilidades en relación con la protección física de los materiales nucleares que entren o salgan de la instalación. La referencia [2] contiene más orientaciones a este respecto.

3.7. El párrafo 3.2 de la referencia [1] dice lo siguiente:

“El *régimen de protección física* del Estado debería revisarse y actualizarse periódicamente a fin de tener en cuenta los cambios en la *amenaza* y los progresos alcanzados en los enfoques, los sistemas y la tecnología de protección física, y también la introducción de nuevos tipos de *materiales nucleares e instalaciones nucleares*.”

Un ejemplo de un motivo para revisar y actualizar el régimen de protección física sería la decisión de construir una central nuclear en un Estado cuya única instalación nuclear hasta ese momento sea un reactor de investigación que contenga materiales nucleares de la categoría III solamente. El nivel más alto de protección física necesario para una central nuclear exigiría una revisión del régimen. Otro ejemplo sería un cambio en la amenaza, como se describe en los párrafos 3.55 a 3.63.

ASIGNACIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES DE PROTECCIÓN FÍSICA

“3.8. El Estado debería definir y asignar claramente responsabilidades de protección física en todos los niveles de las entidades gubernamentales de que se trate, comprendidas las fuerzas de respuesta, así como para

los *explotadores* y, si procede, los transportistas. Deberían adoptarse disposiciones para integrar y coordinar de manera apropiada las responsabilidades dentro del *régimen de protección física* del Estado. Se debería proceder al establecimiento y registro de claras líneas de responsabilidad entre las entidades competentes, especialmente cuando la entidad responsable de la respuesta armada es distinta del *explotador*.” [1]

3.8. El Estado debería asignar responsabilidades de protección física a las autoridades competentes y otras entidades gubernamentales pertinentes en relación, como mínimo, con lo siguiente:

- a) la elaboración y el mantenimiento de la amenaza base de diseño y/o la evaluación de la amenaza;
- b) la concesión de las licencias/autorización de las instalaciones nucleares y los materiales nucleares en uso y en almacenamiento;
- c) la inspección y evaluación de los sistemas de protección física;
- d) la respuesta a los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, incluidas las fuerzas de respuesta y las organizaciones de respuesta en caso de emergencia;
- e) la gestión de la interfaz con la contabilidad y el control de los materiales nucleares;
- f) la gestión de la interfaz con la seguridad tecnológica nuclear;
- g) la gestión de la seguridad física de la información y de los sistemas informáticos que revista interés para la protección física de las instalaciones nucleares y de los materiales nucleares en uso y en almacenamiento;
- h) la determinación de la probidad del personal;
- i) las medidas coercitivas en relación con el incumplimiento de los requisitos de la licencia y de los reglamentos de protección física.

3.9. El Estado podrá estudiar la posibilidad de establecer arreglos adecuados para coordinar las medidas destinadas a cumplir estas responsabilidades, por ejemplo un comité de las entidades gubernamentales con responsabilidades de protección física que se reúna periódicamente para promover la comunicación, la cooperación y la coordinación.

3.10. Como parte de las responsabilidades de protección física del Estado, deberían establecerse claras líneas de responsabilidad para las autoridades competentes que deban aportar las fuerzas de respuesta cuando se produzcan sucesos relacionados con la seguridad física nuclear en las instalaciones nucleares. Debería promoverse la coordinación entre los guardias, las fuerzas de respuesta y las autoridades competentes pertinentes y, en particular, se deberían

realizar ejercicios periódicos de coordinación entre los guardias y las fuerzas de respuesta.

3.11. Cada Estado definirá sus propios objetivos de respuesta y podrá tener distintos enfoques o estrategias respecto del uso de las fuerzas de respuesta. Estas definiciones, enfoques y estrategias dependerán del tipo de materiales e instalaciones nucleares que se deban proteger y de las intenciones que puedan tener los adversarios (p. ej., un robo o un sabotaje). Las estrategias de respuesta para las instalaciones nucleares con blancos importantes que puedan ser objeto de robo y/o sabotaje son las siguientes:

- a) la denegación del acceso, cuyo objetivo es que las fuerzas de respuesta impidan el acceso de los adversarios a la zona del blanco;
- b) la interrupción de la tarea, cuyo objetivo es que las fuerzas de respuesta detengan a los adversarios (incluidos los agentes internos que puedan estar involucrados) antes de que puedan consumir su tarea;
- c) la contención, cuyo objetivo es que las fuerzas de respuesta impidan que los adversarios que se hayan apoderado de los materiales superen un punto específico, como el confín de la zona de acceso limitado, impidiendo así que los materiales sean sustraídos al control reglamentario.

MARCO LEGISLATIVO Y DE REGLAMENTACIÓN

“El Estado tiene la responsabilidad de establecer y mantener un marco legislativo y de reglamentación que regule la protección física. Dicho marco debe prever el establecimiento de requisitos de protección física aplicables e incluir un sistema de evaluación y concesión de licencias, u otros procedimientos para conceder autorización. Este marco debe incluir un sistema de inspección de *instalaciones nucleares* y del transporte para verificar el cumplimiento de los requisitos y condiciones aplicables de la licencia u otro documento de autorización, y crear los medios para hacer cumplir los requisitos y condiciones aplicables, incluidas sanciones eficaces. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL C: Marco legislativo y de reglamentación)

3.9. El Estado debería adoptar medidas apropiadas en el marco de su legislación nacional para establecer y garantizar la adecuada aplicación del *régimen de protección física* del Estado.” [1]

Enfoques de reglamentación

3.12. Los Estados deberían elaborar y aplicar los reglamentos que exijan sus respectivos marcos legislativos. La naturaleza exacta y el contenido de los reglamentos dependerán de las decisiones que adopte el Estado con respecto al modo de ejercer la función reglamentaria, incluido el número de autoridades competentes que intervendrán en la supervisión del régimen de protección física.

3.13. El Estado es responsable de realizar las evaluaciones de la amenaza, y una autoridad competente designada podrá encargarse de elaborar una amenaza base de diseño, en consulta con las otras autoridades competentes que proceda. En cualquier caso, la autoridad competente utilizará su información sobre la amenaza como base para elaborar los requisitos generales y los objetivos de desempeño, así como los criterios para la evaluación del cumplimiento o la eficacia. Aplicando el enfoque graduado, la autoridad competente definirá los objetivos y/o los requisitos de protección física para proteger cada categoría de materiales nucleares y evitar cada nivel de consecuencias radiológicas posibles (a partir del umbral de las consecuencias radiológicas inaceptables) en las instalaciones nucleares.

3.14. El Estado debería velar por que su régimen de seguridad física nuclear se base en todo momento en la evaluación corriente de la amenaza, porque la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares tiene que ser eficaz contra esa amenaza. Hay tres maneras distintas de establecer los requisitos reglamentarios para hacer frente a la amenaza: el enfoque basado en el desempeño, el enfoque prescriptivo y el enfoque mixto, que combina elementos de los otros dos. Cada uno de estos enfoques, o una combinación particular de ellos, puede ser útil en distintas situaciones, pero las recomendaciones de la referencia [1] sobre las evaluaciones y las pruebas de funcionamiento se refieren, en su mayor parte, al enfoque basado en el desempeño, utilizado ya sea por sí solo o en combinación con el enfoque prescriptivo.

3.15. El enfoque basado en el desempeño es un modo más cuantitativo de establecer una protección física efectiva y de verificar su eficacia, y puede ser particularmente útil cuando se trate de proteger los materiales nucleares de más alto riesgo contra la retirada no autorizada, o los materiales e instalaciones nucleares contra el sabotaje. Esto no significa necesariamente que el enfoque prescriptivo por sí solo no sea adecuado en estos casos; sin embargo, en general, los requisitos prescriptivos son más fáciles de aplicar en la verificación del cumplimiento de las distintas medidas de protección física que en una demostración de la eficacia sistemática mediante pruebas de funcionamiento.

Sea cual sea el enfoque que se utilice, la autoridad competente deberá establecer los requisitos u objetivos que habrán de cumplirse y verificar la eficacia de las medidas resultantes.

3.16. Los requisitos reglamentarios que establezca la autoridad competente deberían centrarse en hacer frente a la amenaza identificada en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño. Esta última sirve de base para desarrollar el sistema de protección física. El sistema de protección física de una instalación nuclear debería ser diseñado por el explotador de conformidad con los requisitos reglamentarios aplicables y aprobado por la autoridad competente.

3.17. En la referencia [1] se recomiendan las pruebas de funcionamiento de las distintas medidas de protección física y del sistema de protección física para las instalaciones nucleares que contienen materiales nucleares de las categorías I o II, y para aquellas, incluidas las centrales nucleares, cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo.

Enfoque basado en el desempeño

3.18. En el enfoque basado en el desempeño, el Estado define los objetivos de protección física sobre la base de una evaluación de la amenaza y, cuando es el caso, de una amenaza base de diseño, teniendo en cuenta el enfoque graduado. El Estado exige que el explotador diseñe y aplique un sistema de protección física que cumpla esos objetivos y alcance un nivel especificado de eficacia en la protección contra actos dolosos y en las respuestas ante una contingencia.

3.19. El enfoque basado en el desempeño brinda al explotador la flexibilidad de proponer una combinación de medidas de protección física específica para su instalación. Por ejemplo, el explotador podría desarrollar un sistema de protección física que prevea solo una breve demora del adversario pero que compense este hecho con una respuesta rápida y eficaz. La idoneidad de estas medidas se pone a prueba utilizando la evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño para comprobar que el conjunto de medidas basadas en el desempeño cumple los objetivos establecidos para el sistema de protección física.

3.20. Una ventaja del enfoque basado en el desempeño es que tiene en cuenta que es posible establecer un sistema de protección física eficaz con numerosas combinaciones distintas de medidas de protección física, y que cada instalación es diferente y tiene sus propias circunstancias operacionales. El uso de este enfoque debería permitir seleccionar las opciones adecuadas para crear un

sistema de protección física que cumpla los objetivos y requisitos establecidos y tenga también en cuenta las condiciones específicas del emplazamiento.

3.21. El enfoque basado en el desempeño requiere que la autoridad competente y el explotador tengan suficiente competencia técnica en materia de seguridad física para poder, respectivamente, establecer los requisitos y aplicar sistemas sobre la base de evaluaciones de la protección física. En este enfoque es necesario también que el Estado proporcione una parte de la información de carácter estratégico de la evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño al explotador, por lo que este debería ser capaz de proteger adecuadamente esa información.

Enfoque prescriptivo

3.22. En el enfoque prescriptivo, el Estado establece las medidas de protección física concretas que considera necesarias para cumplir los objetivos de protección física que ha definido para cada categoría de materiales nucleares y cada nivel de consecuencias radiológicas posibles. El resultado es un conjunto de medidas ‘de base’ que el explotador debe aplicar.

3.23. Las ventajas del enfoque prescriptivo radican en que es sencillo de aplicar por el Estado y por el explotador, suprime la necesidad de que el Estado transmita información de carácter estratégico de la evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño a los explotadores, y facilita la inspección y la evaluación. El uso de este enfoque puede ser particularmente adecuado en los casos en que tanto el nivel de la amenaza como las posibles consecuencias sean bajos. Un ejemplo de una situación de este tipo son los materiales nucleares de la categoría III almacenados o utilizados en un entorno de amenaza relativamente baja. El enfoque prescriptivo puede ser más apropiado también en los casos en que la realización de una evaluación de la amenaza detallada o el establecimiento de una amenaza base de diseño no sean viables.

3.24. Es posible que el enfoque prescriptivo carezca de flexibilidad suficiente para tener en cuenta las circunstancias específicas. Además, con este enfoque el explotador no tiene la responsabilidad de cerciorarse de que las medidas de seguridad física aplicadas sean suficientes: la responsabilidad primordial de proteger contra los riesgos compete al Estado, ya que este prescribe exactamente qué medidas de protección física se requieren para hacer frente a la amenaza. El explotador solo tiene la responsabilidad de garantizar la eficacia de las distintas medidas de protección física en el uso y el mantenimiento del sistema de protección física.

Enfoque mixto

3.25. El enfoque mixto comprende elementos del enfoque prescriptivo y del enfoque basado en el desempeño. Hay muchas formas de aplicar el enfoque mixto; dos de ellas son las siguientes:

- a) El Estado puede exigir la aplicación de un enfoque basado en el desempeño para los materiales nucleares que puedan dar lugar a las consecuencias más graves en caso de uso doloso, y permitir la aplicación de un enfoque prescriptivo para los materiales nucleares cuyas consecuencias posibles en caso de uso doloso sean menos importantes.
- b) El Estado puede exigir el cumplimiento de un conjunto de requisitos prescriptivos para hacer frente a algunos aspectos definidos de la seguridad física (por ejemplo, la protección de la información de carácter estratégico o la determinación de la probidad), como complemento de las medidas establecidas para hacer frente a todos los demás aspectos en el marco de un enfoque basado en el desempeño.

3.26. La principal ventaja del enfoque mixto es su flexibilidad. Sus limitaciones son parecidas a las del enfoque prescriptivo y el enfoque basado en el desempeño, y dependerán de la combinación concreta que escoja el Estado. Sin embargo, un enfoque mixto bien ejecutado puede ofrecer un equilibrio adecuado y reducir los efectos de las limitaciones de cada uno de los otros dos enfoques.

Evaluación del sistema de protección física, incluidas las pruebas de funcionamiento: requisitos del Estado

3.27. Las recomendaciones formuladas en la referencia [1] destacan la importancia de evaluar los sistemas de protección física, incluida la realización de pruebas de funcionamiento. Por ejemplo:

- a) El marco legislativo y de reglamentación debería **“prever el establecimiento de requisitos de protección física aplicables e incluir un sistema de evaluación”** (ref. [1], Principio fundamental C).
- b) El marco legislativo y de reglamentación debería **“asegurar que las evaluaciones incluyan ejercicios para poner a prueba el *sistema de protección física*, comprendidas la capacitación y la disposición del *personal de guarda y/o de las fuerzas de respuesta*”** (párr. 3.13 de la ref. [1]).

- c) La autoridad competente debería “velar por la realización de evaluaciones basadas en *pruebas de funcionamiento* por parte de los *explotadores* en las *instalaciones nucleares*” (párr. 3.21 de la ref. [1]).
- d) Los programas de sostenibilidad “deberían abarcar: ... las *pruebas de funcionamiento* y la monitorización operacional” (párr. 3.57 de la ref. [1]).

3.28. Todos los explotadores de instalaciones nucleares deberían realizar evaluaciones, con inclusión de pruebas de funcionamiento, del sistema de protección física de sus instalaciones; estas evaluaciones deberían tener en cuenta los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares, seguridad física de la información y seguridad física informática.

3.29. La evaluación del sistema de protección física consiste generalmente en la realización de pruebas y análisis. Las pruebas pueden efectuarse a nivel de los componentes, de los subsistemas o del sistema, e incluir el equipo informático y los demás equipos, los programas informáticos, las personas y los procedimientos. Los análisis pueden comprender métodos cualitativos y/o cuantitativos, y el uso de la modelización y la simulación. Los métodos de modelización y simulación pueden utilizar modelos matemáticos manuales o informáticos, simulaciones informáticas de combates, ejercicios teóricos, ejercicios parciales o completos de las fuerzas de respuesta, y simulacros de ataque por personal designado. Las evaluaciones de los sistemas de protección física deberían incluir siempre algunos ejercicios.

3.30. Los diferentes métodos requerirán distintas cantidades de datos (con diferentes requisitos de calidad), darán distintos tipos de información, tendrán diferentes limitaciones y necesitarán distintos niveles de recursos. Aplicando el enfoque graduado, la autoridad competente debería establecer un conjunto mínimo de medidas de evaluación del sistema de protección física, incluidas las pruebas de funcionamiento obligatorias. Estos requisitos reglamentarios pueden referirse a las funciones y responsabilidades, a los métodos necesarios y/o permitidos, a la documentación exigida, y a la frecuencia de la evaluación y las pruebas. Por ejemplo, algunas pruebas y ejercicios pueden tener que realizarse como mínimo una vez al año; los ejercicios más completos (como los simulacros de ataque por personal designado) podrán ser menos frecuentes, pero deberían ejecutarse por lo menos cada dos o tres años.

3.31. La autoridad competente debería examinar las evaluaciones del sistema de protección física, incluidas las pruebas de funcionamiento, por ejemplo verificando que los datos y los métodos utilizados para la evaluación y las pruebas

sean correctos y que los resultados de la evaluación y las pruebas caractericen correctamente el sistema de protección física.

3.32. La autoridad competente podrá considerar la posibilidad de recurrir a una entidad independiente, con la debida competencia técnica, para la realización de las pruebas de funcionamiento. Por ejemplo, podrían efectuarse pruebas que midan la dilación aportada por distintos tipos de barrera en situaciones en que el adversario tenga la capacidad y los medios definidos en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño.

Concesión de licencias y otros procedimientos para otorgar autorización

“3.12. El Estado debería conceder licencias para actividades u otorgar autorización solo cuando esas actividades se ajusten a los reglamentos de protección física. El Estado debería prever la realización de un examen detallado, por la *autoridad competente* estatal, de las *medidas de protección física* que se propongan para evaluarlas con miras a la aprobación de dichas actividades antes de conceder la licencia u otorgar la autorización, y cada vez que ocurra un cambio importante, para garantizar el cumplimiento continuo de los reglamentos de protección física.” [1]

3.33. La responsabilidad primordial de aplicar medidas para la protección física de los materiales nucleares recae en cada explotador; el control del Estado sobre la protección física se ejerce principalmente a través de las licencias (u autorizaciones) concedidas por el Gobierno o el órgano regulador. La licencia debe ser un documento oficial que autorice la explotación de una instalación o la realización de una actividad (como el transporte de materiales nucleares hacia o desde una instalación nuclear). Una tarea fundamental del Estado es definir los requisitos para la concesión de licencias en relación con los sistemas de protección física, y examinar, con miras a su posible aprobación, las solicitudes de licencias nuevas y de renovación o modificación de licencias ya existentes. El explotador presenta su plan de seguridad física como parte del proceso de solicitud de la licencia para la explotación de la instalación nuclear, y el cumplimiento del plan de seguridad física aprobado debería ser una de las condiciones de la licencia.

3.34. La concesión de la licencia es un proceso continuo que abarca todas las etapas de la vida de una instalación nuclear. La licencia puede ser modificada, suspendida o revocada —en función de las circunstancias y del desempeño del explotador— pero siempre solo por el Estado o bajo su control.

3.35. El Estado debería autorizar únicamente las instalaciones y actividades que cumplan sus requisitos de protección física. Se sugiere que toda licencia expedida comprenda:

- a) la designación de la instalación o las actividades específicas autorizadas;
- b) todos los requisitos, condiciones, plazos y otras limitaciones específicas que se apliquen;
- c) una declaración explícita de las responsabilidades del titular de la licencia.

3.36. Antes de que se expida una licencia y se introduzcan materiales nucleares en una instalación, el Estado debería cerciorarse de que la autoridad competente haya recibido, evaluado y aprobado el plan de seguridad física del solicitante o explotador para la instalación o actividad de que se trate. La evaluación debería respaldarse con un examen del sistema de protección física propuesto para la instalación. Si se descubre alguna deficiencia, el Estado podrá aplazar la concesión de la licencia hasta que se hayan subsanado los problemas y una nueva verificación indique que el sistema de protección física es aceptable. El Estado también puede aprobar la licencia imponiendo la condición de que las deficiencias se subsanen dentro un plazo dado.

3.37. En la referencia [5] figuran más orientaciones sobre el proceso de concesión de licencias.

Aplicación coercitiva de la reglamentación

3.38. La aplicación coercitiva de la reglamentación sobre la protección física y de las condiciones de la licencia mediante un marco jurídico y de reglamentación eficaz es un componente necesario del régimen de protección física del Estado. Para la protección de los materiales y las instalaciones nucleares, el Estado debería asignar a una autoridad competente adecuada la facultad de iniciar actuaciones jurídicas o imponer sanciones de conformidad con la ley. Tales sanciones pueden incluir la suspensión o la revocación de la licencia y otras penas contra personas u organizaciones.

Autoridad competente

“El Estado debe establecer o designar una *autoridad competente* encargada de la aplicación del marco legislativo y de reglamentación, dotada de autoridad, competencia y recursos humanos y financieros suficientes para cumplir las responsabilidades que se le hayan asignado. El Estado debe adoptar medidas para garantizar una independencia

efectiva entre las funciones de la *autoridad competente* del Estado y las de cualquier otra entidad encargada de la promoción o utilización de la energía nuclear. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL D: *Autoridad competente*)”[1]

3.39. Por independencia efectiva se entiende la capacidad de la autoridad competente responsable de la seguridad física nuclear de hacer cumplir los requisitos y reglamentos necesarios para la seguridad física nuclear sin injerencia alguna de parte de los encargados de la promoción o el uso de la energía nuclear o de otras aplicaciones nucleares. Las actividades, la financiación y la dotación de personal de la autoridad competente deberían ser independientes de los órganos que tengan que ver con esa promoción o uso. Para desempeñar sus funciones y cumplir sus responsabilidades de manera acorde con la naturaleza y el número de instalaciones y actividades nucleares que deban reglamentarse, la autoridad competente necesitará tener acceso a suficientes recursos financieros y emplear a suficiente personal competente y cualificado. Se sugiere que la autoridad competente elabore planes de recursos humanos que indiquen los niveles de personal y de capacitación necesarios para desempeñar adecuadamente sus funciones.

Función de la autoridad competente en relación con los planes de seguridad física

“3.27. ... La *autoridad competente* debería examinar y aprobar el plan de seguridad física, cuya ejecución debería formar parte de las condiciones de la licencia.” [1]

3.40. La autoridad competente debería comunicar eficazmente a los explotadores y los solicitantes de licencias los requisitos que deberán satisfacer para diseñar y aplicar un sistema de protección física que sea aceptable en virtud del marco legislativo y de reglamentación del Estado para la protección física. Un elemento importante es la elaboración y el cumplimiento por el explotador de un plan de seguridad física que sea adecuado a la categoría de los materiales nucleares que se deban proteger y a los niveles de las consecuencias radiológicas que pueda tener un sabotaje. Se sugiere que la autoridad competente emita instrucciones que indiquen a los explotadores los requisitos que habrán de aplicar a su plan de seguridad física para cerciorarse de que abarque todos los elementos de la protección física exigida por el Estado.

3.41. El plan de seguridad física es la principal documentación que describe el sistema de protección física con el que se cumplirán los requisitos establecidos

por la autoridad competente. El Estado debería indicar qué información del plan de seguridad física deberá protegerse como información de carácter estratégico, y cómo hacerlo. En el apéndice I se presenta un esquema anotado de un posible plan de seguridad física completo.

Función de la autoridad competente en el establecimiento de un programa de inspección

“3.20. La *autoridad competente* del Estado debería ser responsable de verificar el cumplimiento continuo de los reglamentos de protección física y de las condiciones de las licencias mediante inspecciones periódicas, así como de garantizar la adopción de medidas correctoras, en caso necesario.” [1]

3.42. El objetivo de un programa de inspección es verificar que las medidas de protección física efectivamente adoptadas estén en conformidad con los requisitos reglamentarios y con las condiciones aplicables de la licencia. Este proceso debería incluir la verificación de que el plan de seguridad física aprobado se aplica realmente. En caso de incumplimiento de los requisitos reglamentarios o de las condiciones de la licencia, debería considerarse la posibilidad de adoptar medidas reglamentarias y/o de aplicación coercitiva, junto con medidas o sanciones pertinentes y proporcionadas.

3.43. La autoridad competente debe velar por que sus inspectores posean las cualificaciones, la formación y la experiencia necesarias para cumplir sus funciones. La autoridad competente podrá especificar los requisitos de formación y cualificación que deberán satisfacer los inspectores.

3.44. El programa de inspección debería incluir inspecciones anunciadas y no anunciadas, para dar garantías de que el explotador mantiene los arreglos previstos en el plan de seguridad física aprobado en todo momento, y no solo cuando esté programada una inspección. Las inspecciones pueden efectuarse en cualquier momento, en las horas normales de trabajo o fuera de ellas, y pueden abarcar todas las actividades operacionales ordinarias y especiales que se estén realizando en la instalación nuclear en ese momento (p. ej., la parada del reactor para el mantenimiento o la recarga de combustible). Se sugiere que el programa de inspección comprenda el examen y la verificación de todas las medidas de protección física, incluidas las disposiciones de carácter técnico, administrativo y de procedimiento. Las inspecciones deberían realizarse de modo que no obstaculicen o afecten indebidamente las operaciones de la instalación. Si en la inspección se descubren deficiencias en el sistema de protección física,

la autoridad competente debería cerciorarse de que el explotador adopte medidas compensatorias que proporcionen una protección adecuada hasta que se hayan subsanado las deficiencias y se haya establecido un sistema suficientemente eficaz.

3.45. Cuando los inspectores hayan detectado un incumplimiento u otros problemas que susciten preocupación, los procedimientos de inspección posteriores deberían incluir la verificación de que el explotador ha adoptado todas las medidas correctivas necesarias. Se sugiere que las actuaciones requeridas se clasifiquen y apliquen en función de la categoría de los materiales nucleares presentes y de las consecuencias que pudiera tener un sabotaje. Los inspectores deberán vigilar los progresos realizados y verificar las medidas de seguimiento para comprobar que la acción correctiva se haya aplicado con un nivel de calidad aceptable y que se haya logrado una protección efectiva. La autoridad competente debería aprobar las medidas correctivas, que se incorporarán en un plan de seguridad física actualizado. En algunos casos, la reanudación de las condiciones de funcionamiento normales tras la aplicación de las medidas correctivas puede requerir solo el envío de una notificación a la autoridad competente, en lugar de su aprobación explícita.

3.46. El número de inspecciones planificado para una instalación dada puede ser determinado por la autoridad competente sobre la base de la categoría de los materiales que se hayan de proteger, el nivel de las consecuencias radiológicas posibles de un sabotaje, la evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño, y cualquier otro factor pertinente. El historial de cumplimiento del explotador también podrá tenerse en cuenta al determinar la frecuencia de las inspecciones. De vez en cuando puede ser necesaria asimismo una inspección reactiva, por ejemplo cuando haya ocurrido un suceso relacionado con la seguridad física nuclear en una instalación nuclear o cuando haya habido un cambio en la amenaza.

Notificación oportuna de los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear

“3.22. El *régimen de protección física* del Estado debería incluir requisitos para la notificación oportuna de *sucesos relacionados con la seguridad física nuclear* e información que permita a la *autoridad competente* del Estado estar al tanto de cualquier cambio en las *instalaciones nucleares* o en relación con el *transporte de materiales nucleares* que pueda afectar a las *medidas de protección física*.” [1]

3.47. El Estado debería determinar los tipos de sucesos que el explotador habrá de notificar a la autoridad competente y los plazos aceptables para hacerlo. La autoridad competente debería recibir información oportuna sobre cualquier suceso importante que se relacione con acciones no autorizadas que afecten a la protección física de los materiales o las instalaciones nucleares, por ejemplo:

- a) una intrusión o tentativa de intrusión en la instalación o en una zona designada;
- b) una retirada no autorizada, una pérdida o un movimiento no autorizado de materiales nucleares, o una tentativa de cualquiera de estos actos, ya sea por adversarios externos o por agentes internos;
- c) un acto o una tentativa de acto de sabotaje;
- d) el descubrimiento de artículos prohibidos;
- e) una situación que se aparte del plan de seguridad física aprobado (p. ej., la pérdida del suministro de electricidad del equipo de protección física o un daño a las vallas causado por las condiciones meteorológicas);
- f) los sucesos relacionados con personas que deban notificarse de conformidad con la política de probidad del Estado;
- g) la pérdida o la revelación no autorizada de información de carácter estratégico;
- h) la vulneración o la tentativa de vulneración de los sistemas informáticos utilizados para la protección física, la seguridad nuclear tecnológica o los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares (en la ref. [6] figuran más orientaciones a este respecto).

3.48. La autoridad competente puede tener que informar a otras entidades gubernamentales y participar ella misma en una respuesta coordinada al suceso relacionado con la seguridad física nuclear. El explotador o la autoridad competente pueden tener que investigar el incidente para evitar que se repita y extraer enseñanzas de la experiencia. En algunos casos puede ser necesaria también una acción coercitiva.

Responsabilidad de los titulares de las licencias

“Las responsabilidades por la aplicación de los distintos elementos de protección física en un Estado deben determinarse claramente. El Estado debe asegurar que la responsabilidad principal por la aplicación de la protección física de los *materiales nucleares*, o de las *instalaciones nucleares*, radique en los titulares de las respectivas licencias u otros documentos de autorización (por ejemplo, en los *explotadores* o

remitentes). (PRINCIPIO FUNDAMENTAL E: Responsabilidad de los titulares de las licencias)” [1]

3.49. Este tema se trata en los párrafos 4.4 a 4.13, relativos a las responsabilidades generales del explotador.

COOPERACIÓN Y ASISTENCIA INTERNACIONALES

3.50. Cada Estado debería examinar si puede cooperar con otros Estados, y en cuáles circunstancias y en qué medida, y cuál sería el grado adecuado de intercambio de información y conocimientos en el marco del régimen nacional de seguridad física nuclear. En esta decisión se debería tener en cuenta la necesidad de proteger la información de seguridad física nuclear de carácter estratégico y de cumplir con las obligaciones o los acuerdos internacionales vigentes con respecto al intercambio de información.

3.51. La referencia [1] contiene dos recomendaciones y una sugerencia sobre la cooperación y la asistencia internacionales en lo que respecta específicamente a la protección física de las instalaciones nucleares, como se describe en los tres párrafos siguientes.

3.52. El párrafo 3.33 de la referencia [1] reza como sigue:

“En caso de *retirada no autorizada* o *sabotaje*, o de amenaza verosímil de uno de esos actos, el Estado debería facilitar información adecuada lo antes posible a otros Estados que considere interesados, e informar, cuando proceda, al Organismo Internacional de Energía Atómica y a otras organizaciones internacionales competentes.”

La comunicación de información al OIEA es voluntaria. En el caso de la retirada no autorizada de materiales nucleares, el Estado afectado puede sacar particular provecho de la asistencia de los Estados vecinos en la localización y recuperación de los materiales nucleares desaparecidos, si se han introducido en esos Estados o han pasado por ellos. La detección de los materiales dependerá del sistema o los sistemas de detección de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario que existan en el Estado en que los materiales se encuentren o por el que hayan pasado. En la referencia [7] figuran más orientaciones sobre este tema.

3.53. A tenor del párrafo 3.32 de la referencia [1], “[l]os Estados deberían informar al Organismo Internacional de Energía Atómica, y a otros Estados según proceda, de los correspondientes puntos de contacto para cuestiones relacionadas con la protección física de los *materiales nucleares* y las *instalaciones nucleares*”. Los puntos de contacto para la protección física establecidos por los Estados son especialmente importantes en el caso de las retiradas no autorizadas o los sabotajes, para facilitar la comunicación rápida y exacta de la información esencial a los Estados vecinos y a otras partes interesadas, ya sea directamente o por conducto del OIEA². Estos puntos de contacto pueden ser útiles también para comunicar otra información importante relacionada con la protección física, como la información sobre nuevas amenazas de interés común.

3.54. En el párrafo 3.31 de la referencia [1], “[s]e alienta a los Estados a que cooperen y celebren consultas, e intercambien información sobre técnicas y prácticas de protección física, ya sea directamente o a través del Organismo Internacional de Energía Atómica y otras organizaciones internacionales competentes”. Los Estados con instalaciones nucleares en explotación tienen experiencia en la protección física y han acumulado buenas prácticas y lecciones aprendidas. El intercambio de este tipo de información entre los Estados puede beneficiar a la comunidad mundial al contribuir a elevar el nivel general de protección física de los materiales nucleares. Aunque algunos tipos de información estratégica específicos de una instalación no se podrán compartir, es mucha la información útil que puede intercambiarse en talleres, programas de capacitación y conferencias. El OIEA es un vehículo útil para el intercambio de esa información sin que deba mediar una atribución.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE AMENAZAS

“La protección física que se aplica en el Estado debe basarse en la evaluación más reciente de la amenaza que haya efectuado el propio Estado. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL G: Amenaza)”

² En el caso de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear que dé lugar a una emergencia nuclear o radiológica, el suministro de información sobre el suceso y la prestación de asistencia deberían gestionarse mediante los arreglos operacionales establecidos por el OIEA en el marco de la Convención sobre Pronta Notificación y la Convención sobre Asistencia y con arreglo a las normas de seguridad del OIEA sobre la preparación y respuesta para casos de emergencia.

3.34. Las autoridades estatales competentes, utilizando diversas fuentes de información creíble, deberían definir la *amenaza* y las capacidades conexas en forma de una *evaluación de amenazas* y, si procede, una *amenaza base de diseño*. La *amenaza base de diseño* se elabora a partir de una evaluación por el Estado de la amenaza de *retirada no autorizada* y *sabotaje*.” [1]

3.55. La evaluación de la amenaza consiste en una determinación de las amenazas existentes en que se describen las motivaciones, las intenciones y la capacidad de los adversarios que pudieran cometer actos dolosos. La evaluación de la amenaza incluye un examen de las amenazas de terrorismo y de otros actos delictivos o actos intencionales no autorizados que entrañen o tengan por blanco materiales e instalaciones nucleares, en particular la retirada no autorizada de materiales nucleares y el sabotaje de materiales o instalaciones nucleares. En esta evaluación se tienen en cuenta tanto las amenazas externas como las internas, pudiendo utilizarse fuentes de información nacionales, transnacionales o mundiales, según el caso.

3.56. Los Estados tendrán diferentes niveles de capacidad de detectar y evaluar las amenazas. Algunos disponen de amplios y sofisticados medios de seguridad física e inteligencia que les ayudarán a entender la naturaleza y la magnitud de las amenazas, incluidas las que puedan estar dirigidas contra materiales e instalaciones nucleares. En otros casos, deberá entenderse y evaluarse la información general sobre la amenaza nacional (p. ej., las zonas de disturbios civiles, las actividades delictivas, la presencia de terroristas) y las amenazas internacionales para determinar la amenaza potencial existente en un Estado.

3.57. La responsabilidad general de la elaboración de la evaluación de la amenaza debería asignarse a una autoridad competente, que deberá cooperar con todos los demás organismos del Estado que tengan responsabilidades relacionadas con la detección de las amenazas y la respuesta correspondiente (como los servicios de inteligencia, la policía, los militares, las autoridades de aduanas y de fronteras, y los organismos locales encargados de hacer cumplir la ley). Dado que esta labor requerirá el uso de información de carácter estratégico, deberían aplicarse medidas apropiadas de seguridad física de la información a la propia evaluación de la amenaza y a la amenaza base de diseño que pueda dimanar de ella.

3.58. En la referencia [8] figuran más orientaciones sobre la evaluación de la amenaza y la definición de una amenaza base de diseño a partir de ella. Esas orientaciones comprenden consideraciones relacionadas con la decisión de utilizar una amenaza base de diseño o una declaración de la amenaza alternativa.

(La “declaración de la amenaza alternativa” mencionada en la referencia [8] representa una forma menos rigurosa de definir la amenaza para el diseño de sistemas de protección física.)

3.59. La autoridad competente puede utilizar la amenaza base de diseño de diferentes maneras. En el marco del enfoque basado en el desempeño, la amenaza base de diseño puede ser empleada por el explotador para el diseño del sistema de protección física, y por la autoridad competente para la evaluación de este sistema. En el enfoque prescriptivo, la evaluación de la amenaza puede ser suficiente para que la autoridad competente defina las medidas de protección física que deberá aplicar el explotador, salvo cuando estén presentes materiales nucleares de la categoría I o cuando un sabotaje de la instalación nuclear pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo. En estos casos, los requisitos de protección física del Estado deberían fundamentarse en una amenaza base de diseño elaborada específicamente para la retirada no autorizada de materiales nucleares de la categoría I y el sabotaje de materiales e instalaciones nucleares.

3.60. El párrafo 3.36 de la referencia [1] dice lo siguiente:

“Al estudiar la amenaza, debería prestarse debida atención a los *agentes internos*, que podrían aprovechar sus derechos de acceso, además de su autoridad y conocimientos, para sortear los elementos específicos de protección física u otras disposiciones, como los procedimientos de seguridad. El *sistema de protección física* debería estar apoyado por medidas de contabilidad y control de los materiales nucleares destinadas a disuadir y detectar el robo prolongado de *materiales nucleares* por un *agente interno*.”

El OIEA ha publicado orientaciones específicas [9] para ayudar a los Estados a hacer frente a las amenazas internas.

3.61. En la evaluación de la amenaza y en la amenaza base de diseño debería prestarse atención a la posibilidad de ataques contra los sistemas informáticos, incluidos los de instrumentación y control y otros sistemas necesarios para la seguridad tecnológica nuclear, el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y el sistema de protección física. Estos sistemas comprenden bases de datos, controles del acceso y sistemas de gestión de alarmas. Al examinar las amenazas para esos sistemas, deberían considerarse no solo los ataques destinados simplemente a inactivarlos o destruirlos, sino también los ataques menos directos, como la manipulación y falsificación de datos. También debería prestarse atención a la capacidad y los medios de que pueda disponer el

adversario, teniendo en cuenta tanto las amenazas internas como las externas. En la referencia [6] se ofrecen más orientaciones sobre este tipo de amenaza.

3.62. La evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño deberían incluir la consideración de posibles ataques a distancia (párr. 3.40 de la ref. [1]) contra una instalación nuclear. En estos ataques, el adversario no necesita tener acceso al blanco ni sortear el sistema de protección física. Dos ejemplos de escenarios de ataque a distancia podrían ser el uso de lanzamisiles portátiles o el impacto de una aeronave con fines dolosos. El Estado debería determinar qué tipos de ataque a distancia habrá de tomar en consideración el explotador.

3.63. El Estado debería examinar continuamente la amenaza y determinar las implicaciones de cualquier cambio que se produzca en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño. Por ejemplo, el Estado podría decidir anualmente si el examen de la amenaza hace necesaria una actualización de la evaluación vigente. Los sucesos de seguridad física nuclear que ocurran en el propio Estado o en otras partes pueden inducir al Estado a actualizar la evaluación de la amenaza antes del examen periódico programado. El Estado debería examinar sus requisitos de protección física a la luz de cualquier cambio que se produzca en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño. El explotador deberá luego examinar su sistema de protección física (incluidos los posibles blancos de un sabotaje), y toda modificación que resulte necesario introducir en el diseño del sistema de protección física debería someterse a la aprobación de la autoridad competente antes de su aplicación.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN FÍSICA BASADOS EN EL RIESGO

“3.41. El Estado debería velar por que el *régimen de protección física* del Estado pueda situar y mantener el riesgo de *retirada no autorizada* y *sabotaje* en niveles aceptables a través de la gestión de riesgo. Para ello es necesario evaluar la *amenaza* y las posibles consecuencias de los *actos dolosos*, y a continuación elaborar un marco legislativo, regulador y programático que asegure la aplicación de *medidas de protección física* eficaces y apropiadas.” [1]

3.64. En la seguridad física nuclear, la evaluación del riesgo comprende la consideración de las amenazas, la probabilidad de que los adversarios que representen esas amenazas logren llevar a cabo actos dolosos y las consecuencias que podrían tener tales actos.

3.65. El Estado debería aplicar el enfoque de la gestión del riesgo a fin de verificar que sus requisitos de protección física y las medidas que adopte el explotador para cumplirlos mantengan el riesgo relacionado con una retirada no autorizada o con un sabotaje en un nivel que a juicio del Estado sea aceptable. La gestión del riesgo supone evaluar periódicamente las amenazas y las posibles consecuencias de los actos dolosos, y velar por que se establezcan sistemas de protección física adecuados que permitan impedir la comisión de un acto doloso, o reducir suficientemente la probabilidad de que tenga éxito.

3.66. La gestión del riesgo tiene en cuenta una evaluación del riesgo, que puede ser cuantitativa o cualitativa. En una evaluación cuantitativa, el riesgo relacionado con un suceso particular se determina como una función de expresiones cuantitativas de la probabilidad de que el suceso ocurra y de las consecuencias previstas si llega a ocurrir. Sin embargo, cuantificar la probabilidad de que se intente cometer un acto doloso, o de que esa tentativa tenga éxito, es muy difícil. A los efectos de la planificación de las medidas de protección física, puede ser suficiente suponer que la tentativa de acto doloso ocurrirá con certeza. En este caso, el riesgo se denomina riesgo condicional, y la condición es que se intente cometer el acto doloso. Los riesgos condicionales pueden ser útiles para fijar un límite superior en la evaluación cuantitativa del riesgo y para comparar los riesgos en los casos en que la probabilidad de una tentativa no sea un factor diferencial (p. ej., para comparar distintas opciones de protección física contra un mismo riesgo).

3.67. A falta de métodos cuantitativos que permitan determinar el riesgo para la seguridad física nuclear, pueden emplearse métodos de gestión del riesgo cualitativos para respaldar las decisiones sobre la protección física. La gestión del riesgo cualitativa supone examinar la probabilidad de una tentativa, y de su éxito, sin tratar de cuantificar estas variables como probabilidades matemáticas; en lugar de ello, en la gestión del riesgo cualitativa se toman en consideración la vulnerabilidad de los blancos a la amenaza y las consecuencias que podría tener una tentativa lograda. Este enfoque puede utilizarse para determinar las combinaciones de factores que suponen un riesgo alto (p. ej., una alta probabilidad de que se cumpla la amenaza, un adversario con medios de alto nivel, y un acto con consecuencias graves), en que deberían concentrarse los esfuerzos para reducir el riesgo de la manera más eficaz. Del mismo modo, las combinaciones de factores que supongan un riesgo bajo indicarán las situaciones en que las medidas de seguridad física no necesiten ser tan estrictas.

3.68. El Estado determina los criterios de lo que se considerará un funcionamiento aceptable del sistema de protección física contra una retirada no autorizada,

generalmente en relación con la amenaza base de diseño, porque el Estado debe aceptar el riesgo residual de un fallo del sistema de protección física. El Estado debería determinar también los umbrales de las consecuencias radiológicas inaceptables y las consecuencias radiológicas de alto riesgo, que servirán de base para establecer los requisitos de funcionamiento del sistema de protección física contra el sabotaje. Si las consecuencias radiológicas posibles son menos graves que las consecuencias radiológicas definidas como inaceptables por el Estado, deberían adoptarse igualmente disposiciones para proteger el equipo y los dispositivos relacionados con la seguridad tecnológica con medidas de control del acceso y de seguridad física (en los párrs. 3.93 a 3.95 figuran más detalles a este respecto). Las prácticas de gestión del riesgo ofrecen un medio de fundamentar la aplicación adecuada de medidas de protección física utilizando un enfoque graduado, como se describe con más detalle en los párrafos 3.70 a 3.101.

3.69. La evaluación del riesgo puede revelar riesgos que deban ser estudiados más a fondo a fin de determinar si se requieren medidas adicionales para reducirlos. El riesgo puede gestionarse, entre otras cosas, mejorando la disuasión (p. ej., aumentando la visibilidad de medidas de protección física robustas), fortaleciendo las medidas de protección física (p. ej., aumentando la defensa en profundidad) y reduciendo las posibles consecuencias (p. ej., modificando la cantidad, el tipo, el grado de dilución o la forma química o física de los materiales nucleares). Las implicaciones de esos cambios para la seguridad tecnológica también deberían tomarse en consideración.

Enfoque graduado

“Los requisitos en materia de protección física deben basarse en un enfoque graduado, que tenga en cuenta la evaluación corriente de la amenaza, el incentivo relativo de los *materiales nucleares*, la naturaleza de estos y las posibles consecuencias relacionadas con la *retirada no autorizada de materiales nucleares* y con el *sabotaje de materiales nucleares o instalaciones nucleares*. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL H: *Enfoque graduado*)” [1]

3.70. La elaboración de los requisitos y reglamentos de protección física de un Estado debería articularse en torno a un enfoque graduado, que permitirá establecer niveles de protección más altos contra los sucesos que puedan tener consecuencias más graves.

3.71. En la tarea de graduar la protección contra la retirada no autorizada de materiales nucleares para su uso en un dispositivo nuclear explosivo, las categorías

de los materiales nucleares, tal como se definen en el cuadro 1 (adaptado a partir de la ref. [1]), reflejan la dificultad relativa del uso de cada categoría de materiales para producir un dispositivo nuclear explosivo. Los materiales nucleares de la categoría I deberían someterse a los niveles de protección física más estrictos; los materiales nucleares de la categoría III solo necesitan una protección que sea acorde con la práctica de gestión prudente (párr. 4.12 de la ref. [1] y nota c del cuadro 1).

3.72. Para la protección contra el sabotaje, el Estado debe tomar en consideración las consecuencias radiológicas posibles de un acto de ese tipo y aplicar un enfoque graduado. El Estado debería estudiar cómo proteger las instalaciones nucleares teniendo en cuenta la posibilidad de que un sabotaje tenga consecuencias radiológicas inaceptables, y velar por que se exijan medidas de protección de los blancos de las instalaciones que, en caso de sabotaje, producirían esas consecuencias.

3.73. El Estado debería tomar en consideración el uso de un enfoque graduado también al definir los requisitos relativos a otras medidas de protección física, como el mantenimiento de la confidencialidad de la información de carácter estratégico y la verificación de la probidad de las personas.

Graduación de los niveles de protección física sobre la base de las consecuencias de una retirada no autorizada

Categorización de los materiales nucleares para las retiradas no autorizadas

“4.5. El factor fundamental en la determinación de las *medidas de protección física* contra la *retirada no autorizada* es el propio *material nuclear*. En el cuadro 1 se clasifican por categorías los diferentes tipos de *materiales nucleares* en función del elemento, el isótopo, la cantidad y la irradiación. Esta categorización es la base del *enfoque graduado* para la protección contra la *retirada no autorizada* de *materiales nucleares* que podrían utilizarse en un dispositivo nuclear explosivo, la cual depende a su vez del tipo de material nuclear (por ejemplo, plutonio y uranio), la composición isotópica (es decir, el contenido de isótopos fisibles), la forma física y química, el grado de dilución, el nivel de radiación y la cantidad.” [1]

3.74. En el cuadro 1, adaptado a partir de la referencia [1], se especifican los tipos de materiales nucleares (p. ej., el plutonio o el uranio), los niveles de irradiación, las composiciones isotópicas (es decir, el contenido de isótopos fisibles) y las

CUADRO 1. CATEGORIZACIÓN DE LOS MATERIALES NUCLEARES (adaptado a partir del cuadro 1 de la ref. [1])

| Material | Forma | Categoría I | Categoría II | Categoría III ^c |
|--|---|-------------|--|--|
| 1. Plutonio ^d | No irradiado ^b | 2 kg o más | Menos de 2 kg pero más de 500 g | 500 g o menos, pero más de 15 g |
| 2. Uranio 235 (²³⁵ U) | No irradiado ^b — Uranio con un enriquecimiento en ²³⁵ U del 20 % o más — Uranio con un enriquecimiento en ²³⁵ U del 10 % o más, pero inferior al 20 % — Uranio con una proporción de ²³⁵ U superior a la del uranio natural, pero inferior al 10 % | 5 kg o más | Menos de 5 kg pero más de 1 kg 10 kg o más | 1 kg o menos, pero más de 15 g Menos de 10 kg pero más de 1 kg 10 kg o más |
| 3. Uranio 233 (²³³ U) | No irradiado ^b | 2 kg o más | Menos de 2 kg pero más de 500 g | 500 g o menos, pero más de 15 g |
| 4. Combustible irradiado (La categorización del combustible irradiado en este cuadro se basa en consideraciones aplicables al transporte internacional. El Estado podrá asignar una categoría diferente para su uso, almacenamiento y transporte a nivel nacional, teniendo en cuenta todos los factores pertinentes.) | | | Uranio empobrecido o natural, torio o combustible poco enriquecido (con un contenido fisible inferior al 10 %) ^{d, e} | |

CUADRO 1. CATEGORIZACIÓN DE LOS MATERIALES NUCLEARES (adaptado a partir del cuadro 1 de la ref. [1])
(continuación)

| Material | Forma | Categoría I | Categoría II | Categoría III ^c |
|---|--|-------------|--------------|----------------------------|
| Nota: Este cuadro no debe utilizarse ni interpretarse sin tener en cuenta el texto de la referencia [1]. | | | | |
| ^a | Todo el plutonio, excepto aquel en que la concentración isotópica de ²³⁸ Pu exceda del 80 %. | | | |
| ^b | Material no irradiado en un reactor o material irradiado en un reactor pero con un nivel de radiación igual o inferior a 1 Gy/h (100 rad/h) a 1 m de distancia sin mediar blindaje. | | | |
| ^c | Las cantidades clasificadas por debajo de la categoría III y el uranio natural, el uranio empobrecido o el torio deberían protegerse como mínimo conforme a las prácticas de gestión prudente. | | | |
| ^d | Aunque se recomienda este nivel de protección, queda al arbitrio de los Estados asignar una categoría diferente de protección física, previa evaluación de las circunstancias que concurren en cada caso. | | | |
| ^e | En el caso de otros combustibles que en razón de su contenido original de material fisible se hayan clasificado en la categoría I o II antes de su irradiación, se podrá reducir el nivel de protección física en una categoría mientras el nivel de radiación de ese combustible exceda de 1 Gy/h (100 rad/h) a 1 m de distancia sin mediar blindaje. | | | |

cantidades que representan los umbrales de las tres categorías (I a III), así como, implícitamente, de una cuarta categoría, ‘por debajo de la categoría III’.

3.75. En la categorización del cuadro 1 se utilizan cuatro atributos de los materiales nucleares citados en el párrafo 4.5 de la referencia [1], a saber, el tipo de materiales nucleares, la composición isotópica, la cantidad y el nivel de irradiación. El cuadro 1 no describe cómo utilizar los otros atributos mencionados en ese párrafo, como la forma química y física y el grado de dilución, para graduar la protección contra una retirada no autorizada. Sin embargo, la referencia [1] indica que un Estado puede tener en cuenta todos esos atributos.

Categorización del combustible irradiado

3.76. En la fila 4 del cuadro 1, el combustible irradiado queda definido implícitamente como material irradiado en un reactor cuyo nivel de radiación excede de 1 Gy/h (100 rad/h) a 1 m de distancia sin que medie blindaje. Esta fila indica que el combustible irradiado que antes de la irradiación se componía de uranio empobrecido o natural, torio o uranio con un enriquecimiento en ^{235}U inferior al 10 % corresponde a la categoría II, a pesar de que ninguno de esos combustibles pertenecía a una categoría superior a la III antes de la irradiación. El motivo de este cambio de categoría es que, durante la irradiación en un reactor, se produce plutonio (en su mayor parte ^{239}Pu) en los combustibles basados en el uranio, y también ^{233}U en el combustible de torio. El porcentaje de plutonio o ^{233}U producido a raíz de la irradiación es relativamente pequeño (típicamente del orden del 1 % del peso total del combustible en el caso del plutonio). Sin embargo, como este combustible irradiado se suele almacenar en grandes cantidades, contendrá una cantidad de materiales nucleares (más de 2 kg de plutonio o ^{233}U) suficiente para que deba clasificarse en la categoría I. Como se señala en la nota e del cuadro 1, ese combustible irradiado puede rebajarse en una categoría (a la categoría II) debido a que los altos niveles de radiación que emite reducen su atractivo.

3.77. En la fila 4 del cuadro 1 se declara también que, previa evaluación de las circunstancias que concurren en cada caso, los Estados podrán asignar un nivel diferente de protección física a los combustibles irradiados antes mencionados, cuando se trate de su uso, almacenamiento y transporte a nivel nacional. Un ejemplo de estas circunstancias sería un lugar (como una instalación de examen postirradiación) en que solo se mantenga un pequeño número de barras de combustible irradiado. Debido a la baja cantidad de materiales, las barras de combustible irradiado pueden contener menos de 2 kg de plutonio o ^{233}U , en cuyo caso sería adecuado protegerlas como materiales nucleares de la categoría III.

(Los registros de la contabilidad y el control de los materiales nucleares permitirán confirmar que realmente estén presentes solo esas cantidades más bajas, ya que contendrán una estimación de la cantidad de plutonio o ^{233}U del combustible irradiado, así como las cantidades de otros materiales nucleares presentes en ese combustible.)

3.78. La nota *e* del cuadro 1 indica que otros combustibles que pertenecían a las categorías I o II antes de la irradiación podrán reducirse en una categoría una vez que se hayan convertido en combustible irradiado. Esta nota se aplica en las siguientes circunstancias y por los siguientes motivos:

- a) Los combustibles comunes a base de plutonio —el combustible de óxidos mixtos y el combustible para reactores rápidos— contienen por lo general alrededor del 7 % y el 30 % de plutonio, respectivamente. Aunque la irradiación en un reactor reducirá en cierta medida el contenido de plutonio, no disminuirá sustancialmente el contenido total de plutonio, en peso, del combustible irradiado. Puesto que este combustible se almacena habitualmente en grandes cantidades, la masa de plutonio presente en el combustible irradiado de un lugar de almacenamiento típico será suficiente para que ese combustible quede clasificado en la categoría I. Este combustible podrá rebajarse en un nivel, a la categoría II, de conformidad con la nota *e* del cuadro 1, debido a que los altos niveles de radiación reducirán su atractivo para los adversarios.
- b) La irradiación en un reactor de los combustibles de uranio muy enriquecido (es decir, los que tiene un enriquecimiento en ^{235}U igual o superior al 20 %) rebajará el contenido de ^{235}U en algunos puntos porcentuales. Sin embargo, esta disminución no reducirá normalmente el nivel de enriquecimiento a menos del 20 %. Así pues, el combustible irradiado seguirá conteniendo principalmente uranio enriquecido hasta un 20 % o más. Por consiguiente, en el caso del combustible irradiado de uranio muy enriquecido mantenido en un emplazamiento, si antes de la irradiación el contenido total de ^{235}U era de 5 kg o más, el combustible podrá rebajarse de la categoría I a la categoría II, y si antes de la irradiación el contenido de ^{235}U era de más de 1 kg pero menos de 5 kg, el combustible podrá reducirse de la categoría II a la III, conforme a lo indicado en la nota *e* del cuadro 1. Esta reducción de categoría refleja el menor atractivo de esos materiales debido a sus niveles de radiación.
- c) Del mismo modo, la irradiación en un reactor de los combustibles que inicialmente contenían uranio enriquecido en ^{235}U hasta un nivel de por lo menos el 10 % pero inferior al 20 % (p. ej., el combustible de los reactores de investigación, que suele tener un enriquecimiento en ^{235}U de

alrededor del 19,5 % antes de la irradiación) no reducirá normalmente el nivel de enriquecimiento en ^{235}U por debajo del 10 %. La irradiación de un combustible enriquecido hasta esos niveles no produce una cantidad de plutonio que supere el umbral de la categoría III, debido a las cantidades relativamente pequeñas de combustible que se utilizan en los reactores de investigación. Por lo tanto, la categorización de este combustible, una vez irradiado, dependerá principalmente de la cantidad y el nivel de enriquecimiento. Si la cantidad total de este combustible que se mantiene en un emplazamiento contenía 10 kg o más de ^{235}U antes de la irradiación, se podrá asignar al combustible irradiado la categoría III, en lugar de la II.

3.79. La opción de los Estados de asignar al combustible irradiado una categoría de protección física diferente de la indicada en el cuadro 1 (nota *d*) no se aplica por fuerza a todo el combustible irradiado que inicialmente haya contenido cantidades correspondientes a las categorías I o II de plutonio o de uranio enriquecido hasta el 10 % o más. Los niveles de radiación de todos los tipos de combustible irradiado disminuirán con el tiempo, lo que generará a un cierto punto la necesidad de reconsiderar la clasificación de los materiales cuya categoría se haya rebajado en un nivel en razón de lo señalado en la nota *e* y la fila 4 del cuadro 1.

3.80. Como ya se ha dicho, a tenor de la nota *e* del cuadro 1 los Estados tienen la opción de reducir en una categoría las medidas de protección física de los materiales nucleares contra una retirada no autorizada, cuando esos materiales produzcan una tasa de dosis de radiación externa superior a 1 Gy/h a 1 metro de distancia de cualquiera de sus superficies accesibles sin que medie blindaje. Este criterio es la tasa de dosis a la que una persona que intentara manipular el material comenzaría a sufrir graves efectos de salud deterministas por exposición a la radiación en un plazo inferior a 1 h. En los escenarios de robo sencillos, se solía suponer que una tasa de dosis de radiación de ese nivel sería un elemento disuasorio eficaz contra el robo de materiales radiactivos. Sin embargo, algunos adversarios contemporáneos han demostrado que están dispuestos a arriesgar la vida para cumplir sus misiones, por lo que podrían no ser disuadidos por los efectos de la exposición a la radiación durante la manipulación de los combustibles irradiados. Así pues, los Estados deberían examinar cuidadosamente si la disposición señalada en la nota *e* es una modificación aceptable al determinar sus requisitos de protección física.

Consideraciones relativas a la graduación de los requisitos de protección sobre la base de la forma o el grado de dilución de los materiales

3.81. Muchos Estados han utilizado en el pasado un método trifactorial para categorizar los materiales nucleares no irradiados a los efectos de aplicar una protección física apropiada contra la retirada no autorizada. Con arreglo a este método, para cualquier material nuclear, el elemento fisible (plutonio o uranio), la composición isotópica y la cantidad son los tres factores que se toman en consideración al determinar el nivel de protección física requerido para impedir una retirada no autorizada. Este método es sencillo de aplicar, pero en algunas situaciones puede dar lugar a requisitos de protección excesivos para los materiales en cuestión. Por lo tanto, se sugiere que los Estados tengan en cuenta otros atributos de los materiales que puedan representar impedimentos adicionales para el adversario en los posibles escenarios de robo; esos impedimentos podrían ser el grado de dilución o la amplia separación de los materiales nucleares entre sí.

3.82. En las recomendaciones de la referencia [1] se reconoce la necesidad de tener en cuenta otros factores:

- a) Para los materiales nucleares en general, la categorización de la referencia [1]:

“es la base del *enfoque graduado* para la protección contra la *retirada no autorizada* de *materiales nucleares* que podrían utilizarse en un dispositivo nuclear explosivo, la cual depende a su vez del tipo de material nuclear (por ejemplo, plutonio y uranio), la composición isotópica (es decir, el contenido de isótopos fisibles), la forma física y química, el grado de dilución, el nivel de radiación y la cantidad” (párr. 4.5 de la ref. [1]).

- b) Para los desechos, “[1]os *materiales nucleares* que se encuentren en una forma que ya no sea útil para ninguna actividad nuclear, que reduzca al mínimo la dispersión ambiental y que sea prácticamente irrecuperable, pueden protegerse contra la *retirada no autorizada* conforme a las prácticas de gestión prudente” (párr. 4.7 de la ref. [1]).
- c) Para el combustible irradiado, la nota *e* del cuadro 1 permite la reducción de la categoría sobre la base del nivel de radiación.

3.83. El hecho de que los materiales nucleares estén en forma diluida obligará al adversario a adquirir cantidades mucho mayores para obtener una masa importante de materiales nucleares. Además, en esos casos el adversario puede tener también más dificultades para recuperar los materiales nucleares, si debe aplicar más fases de procesamiento para convertir esos materiales en una forma

que se pueda utilizar para construir un dispositivo nuclear explosivo. En vista de estos retos adicionales para el adversario, un Estado puede desear tomar en consideración el nivel de dilución al categorizar los materiales nucleares. Otros parámetros posibles para la categorización podrían ser la concentración de los materiales nucleares y la homogeneidad de esa concentración dentro del material. Esto podría alentar el procesamiento y almacenamiento de los materiales nucleares en formas que resulten menos atractivas para un adversario.

3.84. Si se considera que un material tiene factores intrínsecos que reducen su atractivo para los adversarios, u otras características que puedan tenerse en cuenta al determinar la protección apropiada, debería realizarse una evaluación de los efectos probables de esos factores, con la debida documentación de sus resultados, antes de utilizar esos factores para modificar las medidas de protección física establecidas con el método de categorización trifactorial.

Consideraciones adicionales basadas en la suma de los materiales nucleares

“4.8. Al fijar los niveles de protección física en una instalación, que puede estar integrada por varios edificios, el *explotador* puede determinar, de común acuerdo con la *autoridad competente* del Estado, una parte de la *instalación nuclear* que contenga *materiales nucleares* de una categoría distinta y deba recibir, en consecuencia, un nivel de protección diferente al del resto de la *instalación nuclear*. A su vez, puede que sea necesario sumar la cantidad total de *materiales nucleares* contenidos en cierto número de edificios para determinar qué disposiciones en materia de protección son adecuadas para ese grupo de edificios.” [1]

3.85. Al asignar los niveles de protección física a una instalación nuclear, un grupo de edificios o un grupo de salas para proteger los materiales nucleares contra una retirada no autorizada, puede ser necesario tener en cuenta la agregación (suma) de todos los materiales nucleares presentes en la instalación, el grupo de edificios o el grupo de salas. El método utilizado para la agregación de los materiales nucleares es un elemento importante al decidir y, si es necesario, aumentar los niveles de protección física exigidos.

3.86. En el párrafo 4.8 de la referencia [1] se examina la posibilidad de que el adversario retire cantidades de materiales nucleares de distintos lugares o edificios en un mismo ataque.

3.87. En algunas instalaciones puede haber materiales nucleares del mismo tipo (p. ej., uranio enriquecido en ^{235}U hasta más del 20 %) en varios edificios

distintos, para fines diferentes o en diferentes etapas de un proceso. Por ejemplo, puede haber 4 kg de esos materiales en un edificio y otros 4 kg en otro edificio de la misma zona protegida. Considerada individualmente, cada cantidad de esos materiales correspondería a la categoría II. Sin embargo, si es posible que un adversario se apodere de los 8 kg en un mismo ataque, los materiales deberían clasificarse en la categoría I y la robustez del sistema de protección física debería corresponder a esa categoría.

3.88. También puede ocurrir que haya diferentes tipos de materiales nucleares (p. ej., plutonio, ^{233}U , uranio con diferentes grados de enriquecimiento en ^{235}U) en una misma instalación nuclear. Al determinar la categorización de los materiales nucleares de un lugar concreto de la instalación y decidir en consecuencia las medidas de protección física que habrán de aplicarse, debería tomarse en consideración la cantidad total de materiales nucleares presentes en la instalación. Hay varias fórmulas que pueden aplicarse para calcular la categoría de la cantidad agregada de materiales nucleares diferentes, y el Estado debería decidir qué método emplear. Un enfoque para agregar diferentes tipos de materiales nucleares utiliza un conjunto de fórmulas derivadas del cuadro 1: este enfoque se describe en el apéndice III.

3.89. El fortalecimiento de la protección para el caso de la retirada no autorizada desde diferentes lugares de una instalación nuclear puede no ser necesario si la autoridad competente aprueba una determinación del explotador de que la retirada no autorizada de cantidades separadas de materiales desde distintos lugares por un mismo adversario no es probable debido a que:

- a) los distintos lugares están protegidos por diferentes sistemas de protección física, y los guardias o las fuerzas de respuesta, o ambos juntos, tienen la capacidad de responder eficazmente a los ataques de los adversarios en todos esos lugares;
- b) los diferentes lugares son administrados y controlados por diferentes grupos de empleados, lo que limita la amenaza representada por un agente interno a solo uno de esos lugares.

3.90. El explotador podría considerar asimismo cuántos materiales nucleares podrá adquirir un adversario en un tiempo dado para fundamentar su decisión sobre el nivel de protección física que deba asignarse a una cantidad agregada. En ese caso, el explotador debería: a) proponer medidas de protección física apropiadas para reducir la capacidad del adversario de apoderarse de materiales nucleares de lugares diferentes, o b) aplicar medidas de protección física

adecuadas si la suma de los materiales nucleares da lugar a su clasificación en una categoría superior.

Graduación de los niveles de protección física sobre la base de las consecuencias de un sabotaje

“3.44. ... Para la protección contra el *sabotaje* y a fin de determinar los niveles adecuados de protección física, el Estado debería establecer umbrales de *consecuencias radiológicas inaceptables* teniendo en cuenta la seguridad nuclear y la protección radiológica existentes.” [1]

3.91. A diferencia de la categorización descrita en el cuadro 1 para la retirada no autorizada de materiales nucleares, en el caso de los blancos de un sabotaje no existe un sistema de clasificación sencillo: la categoría asignada a los materiales nucleares sobre la base del riesgo de una retirada no autorizada no es un indicador útil de las consecuencias que podría tener un sabotaje de esos materiales o de la instalación en que se encuentren. Por ejemplo, el combustible de uranio muy enriquecido sin irradiar (categoría I) suscita gran preocupación en lo que respecta a un posible robo, pero muy poca en relación con un sabotaje, porque los niveles de radiación de los materiales y las consecuencias radiológicas que podría tener su emisión son bajos. En cambio, el combustible de uranio muy enriquecido que ha sido irradiado en un reactor se considera menos expuesto a un robo, porque los altos niveles de radiación generados por los productos de fisión y de activación hacen que esa sea una empresa difícil y peligrosa, pero es más atractivo como blanco de un sabotaje, debido a las consecuencias radiológicas que podría tener la emisión de esos productos de fisión y de activación.

3.92. El Estado deberá establecer la base de reglamentación para la protección física contra el sabotaje, que debería incluir su definición del umbral de las consecuencias radiológicas inaceptables. Esta base será utilizada luego por el explotador para elaborar las medidas de protección física contra el sabotaje. Como se señala en los párrafos 3.93 a 3.95, los Estados deberían definir también el umbral de las consecuencias radiológicas de alto riesgo, por encima del cual se recomienda que las zonas vitales estén identificadas y protegidas a un nivel superior, conforme a lo indicado en los párrafos 5.20 a 5.42 de la referencia [1].

Consecuencias radiológicas inaceptables y consecuencias radiológicas de alto riesgo

3.93. Las consecuencias que puede tener un sabotaje se examinan en relación con un nivel, definido por el Estado, a partir del cual las consecuencias radiológicas

serían inaceptables. La definición de las consecuencias radiológicas inaceptables puede ser cuantitativa o cualitativa; su establecimiento compete al Estado y puede incluir criterios relativos a la emisión de radionucleidos (p. ej., la emisión total de actividad o la emisión de determinados radionucleidos que supere un nivel dado), criterios de dosis (p. ej., una emisión suficiente para que la dosis de radiación recibida por una persona en un lugar definido supere un límite especificado) y límites de diseño (p. ej., el hecho de que un sabotaje pueda causar un daño importante al núcleo del reactor). Las mismas consecuencias radiológicas inaceptables deberían aplicarse a las consecuencias radiológicas posibles del sabotaje de todos los materiales radiactivos de una instalación nuclear. La definición de las consecuencias radiológicas inaceptables por el Estado permitirá, a su vez, identificar los blancos que podrían causar esas consecuencias en caso de sabotaje y que, por lo tanto, deban protegerse. La definición de las consecuencias radiológicas que se consideran inaceptables (y de las consecuencias radiológicas de alto riesgo; véase más adelante) incluirá consideraciones de seguridad tecnológica y debería determinarse en estrecha consulta con las autoridades encargadas de ese ámbito. Por ejemplo, las definiciones de las consecuencias radiológicas inaceptables y de alto riesgo pueden estar vinculadas a los criterios utilizados para la preparación y respuesta en caso de emergencia [10, 11].

3.94. El umbral de las consecuencias radiológicas inaceptables puede fijarse en un nivel correspondiente a una emisión relativamente baja de radionucleidos en una zona localizada de una instalación nuclear. Los blancos que puedan causar solo este tipo de consecuencias menores requerirán un nivel correspondientemente bajo de protección. En el otro extremo, los blancos cuyo sabotaje pueda causar una emisión radiológica sustancial que afecte de manera importante a la población y el medio ambiente fuera de los límites de la instalación nuclear (consecuencias de alto riesgo) requerirán el nivel más alto de protección. En la referencia [1], las consecuencias radiológicas de los sucesos de esta gravedad se califican como “graves” o “de riesgo”.

3.95. Por consiguiente, el Estado debería definir también el umbral de las consecuencias radiológicas de alto riesgo. Si se determina que las consecuencias radiológicas que puede tener un sabotaje están dentro del rango de alto riesgo, deberían identificarse las zonas vitales y protegerse como se recomienda en los párrafos 5.20 a 5.42 de la referencia [1], utilizando el proceso de diseño descrito en los párrafos 5.9 a 5.19 de esa misma publicación. Si las consecuencias radiológicas superan el umbral de las consecuencias inaceptables pero no el de las consecuencias de alto riesgo, el Estado podrá establecer requisitos de protección graduados en función de las consecuencias radiológicas posibles, y la protección deberá establecerse utilizando el proceso de diseño descrito en los

párrafos 5.9 a 5.19 de la referencia [1]. Si las consecuencias radiológicas posibles son inferiores al umbral de las consecuencias inaceptables, el explotador podrá proteger igualmente el equipo y los dispositivos relacionados con la seguridad tecnológica controlando el acceso a ellos y manteniéndolos en condiciones seguras, como se recomienda en el párrafo 5.7 de la referencia [1]. La relación entre las consecuencias radiológicas inaceptables y de alto riesgo y los niveles de protección se ilustra en la figura 1.

Rangos de las consecuencias radiológicas posibles de un sabotaje

3.96. La evaluación del atractivo de los blancos de sabotaje para los posibles adversarios se basa en los umbrales establecidos por el Estado para las consecuencias radiológicas inaceptables y las consecuencias radiológicas de alto riesgo, y es independiente de la categoría asignada a los materiales nucleares sobre la base de la amenaza de una retirada no autorizada. Las consecuencias radiológicas que puedan derivarse de un sabotaje dependerán del inventario de materiales radiactivos presente y de la facilidad con que puedan dispersarse (lo que a su vez dependerá del mecanismo de dispersión previsto como resultado del sabotaje y de la forma del material). Las consecuencias radiológicas posibles de un sabotaje pueden graduarse de modo que reflejen diversos rangos de gravedad, cada uno de los cuales requerirá su propio nivel graduado de protección.

3.97. La probabilidad de que un acto de sabotaje cause consecuencias radiológicas inaceptables en una instalación nuclear depende de las características de la



FIG. 1. Relación entre las consecuencias radiológicas inaceptables y las consecuencias radiológicas de alto riesgo y los niveles graduados de protección. NSS13 — Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA, N° 13.

instalación (p. ej., el tipo de instalación y su utilización, diseño, construcción, explotación y disposición física) y del acto de sabotaje mismo. Los factores que deberían tenerse en cuenta al determinar si pueden o no producirse consecuencias radiológicas inaceptables en una instalación comprenden las características que se describen a continuación (según corresponda):

- a) La cantidad, el tipo, la forma física y el estado de los materiales radiactivos presentes en la instalación nuclear (p. ej., si están en forma sólida o líquida, en uso o en almacenamiento).
- b) El riesgo intrínseco (p. ej., de criticidad) relacionado con los procesos físicos y químicos que normalmente tienen lugar en la instalación nuclear.
- c) Las características de los procesos o los elementos tecnológicos que pueden desestabilizarse durante un ataque.
- d) La potencia térmica de la instalación y su historial de irradiación de combustible nuclear (en el caso de un reactor nuclear).
- e) La configuración de la instalación nuclear para diferentes tipos de actividad.
- f) La distribución espacial de los materiales radiactivos en la instalación nuclear. Por ejemplo, en las instalaciones de reactores de investigación, la mayor parte del inventario radiactivo se encuentra normalmente en el núcleo del reactor y en la piscina de almacenamiento de combustible; en las instalaciones de procesamiento y almacenamiento, el inventario radiactivo puede estar distribuido en todo el emplazamiento.
- g) Las características de la instalación nuclear que guarden relación con las consecuencias de la dispersión de radionucleidos a la atmósfera y la hidrosfera (p. ej., el tamaño, diseño y construcción de la instalación, o las características demográficas y de las tierras y aguas de la región).
- h) El potencial de contaminación radiológica fuera del emplazamiento, en relación con el de contaminación dentro del emplazamiento (que en parte dependerá de la ubicación de los materiales radiactivos con respecto a los límites del emplazamiento).

3.98. Una forma de aplicar un enfoque graduado a la protección contra el sabotaje consiste en que el Estado defina los niveles de exposición a la radiación en los límites de la instalación nuclear que representarán los umbrales para las consecuencias radiológicas inaceptables y las consecuencias radiológicas de alto riesgo, junto con los niveles correspondientes de desempeño que deberán alcanzarse en la protección física de los materiales radiactivos que, en caso de sabotaje, puedan dar lugar a consecuencias radiológicas de esa naturaleza. El explotador deberá entonces realizar una evaluación de todos los posibles blancos de sabotaje a fin de determinar, para cada uno de ellos, si la dispersión de su inventario de materiales radiactivos causaría consecuencias radiológicas que

superaran los umbrales definidos. El resultado de esta evaluación se utilizará para determinar los niveles de protección requeridos en diferentes zonas de la instalación, teniendo en cuenta la capacidad y los medios de los adversarios.

3.99. En el cuadro 2 se presenta otra forma de establecer niveles graduados de protección física para los diferentes rangos de consecuencias radiológicas posibles. Este enfoque menos complejo ofrece un punto de partida para elaborar un sistema de protección física contra el sabotaje sobre la base de los niveles de consecuencias correspondientes a las categorías de preparación para casos de emergencia asignadas a las instalaciones y actividades, que se describen en las normas de seguridad del OIEA sobre la preparación para una emergencia nuclear o radiológica [10 a 12]. El cuadro se basa en el supuesto de que el inventario de materiales radiactivos que pueden ser emitidos durante un acto de sabotaje crece con el aumento de la potencia térmica del reactor. Este método es más adecuado en el caso del enfoque prescriptivo de la reglamentación.

3.100. En el cuadro 2 se proponen tres umbrales para las consecuencias radiológicas posibles de un sabotaje, como una forma de clasificar las instalaciones. Con ayuda de este cuadro, el Estado podría determinar que las consecuencias radiológicas posibles del sabotaje de una central nuclear serían consecuencias de nivel A, es decir, de alto riesgo, y que es necesario identificar las zonas vitales [13]. Los niveles de consecuencias B y C representarían consecuencias radiológicas inaceptables que serían importantes, pero no tan graves como las consecuencias de alto riesgo, y los sistemas de protección física para estos niveles de consecuencias posibles podrían incluir una zona protegida. En la referencia [14] figura más información sobre la forma de definir las consecuencias radiológicas posibles del sabotaje de una central nuclear. Los métodos descritos en esa publicación pueden aplicarse a otros tipos de instalación nuclear.

3.101. En la referencia [8] se sugiere que un Estado elabore y aplique una amenaza base de diseño cuando necesite una mayor garantía de que la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares será suficiente para evitar consecuencias radiológicas inaceptables. En el ejemplo anterior, debería utilizarse una amenaza base de diseño al desarrollar la protección para los blancos con consecuencias de nivel A, es decir, para los que puedan dar lugar a consecuencias radiológicas de alto riesgo, como se recomienda en el párrafo 3.37 de la referencia [1]. La amenaza base de diseño podría utilizarse también para los blancos con consecuencias de nivel B y C, a discreción de los Estados.

Defensa en profundidad³

“Los requisitos del Estado en materia de protección física deben reflejar un concepto de barreras múltiples y métodos de protección (estructurales o de índole técnica, humana u organizativa) que el adversario debe superar o evitar para alcanzar sus objetivos. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL I: *Defensa en profundidad*)

3.45 Los requisitos estatales de protección física deberían basarse en el concepto de *defensa en profundidad*. El concepto de protección física requiere una combinación planificada de elementos físicos (dispositivos de seguridad física), procedimientos (incluida la organización y las funciones del *personal de guarda*) y diseño de la instalación (incluida su distribución).” [1]

3.102. El Estado debería exigir que se aplique el criterio de la defensa en profundidad al diseñar las funciones de detección, dilación y respuesta del sistema de protección física. Cada función del sistema debería tener, por diseño, capacidades que sean independientes entre sí, a fin de que el fallo de una de ellas no signifique la pérdida de la función. Por ejemplo, la detección puede basarse en la observación por el personal y/o en el uso de mediciones electrónicas. La dilación puede obtenerse mediante múltiples barreras físicas diversas e independientes que deban superarse para acceder al blanco (como vallas, barricadas y edificios acorazados). La respuesta puede correr a cargo de los guardias del emplazamiento y de la policía local, así como de fuerzas de respuesta internas y externas.

3.103. La combinación del enfoque graduado con la aplicación de la defensa en profundidad requeriría el uso de un mayor número de niveles y de componentes más eficaces en las medidas de protección física (detección, dilación y respuesta) para los blancos de un robo de las categorías más altas y los blancos de un sabotaje con consecuencias posibles más graves.

³ La expresión ‘defensa en profundidad’ se utiliza en la presente publicación, tal como se define para los contextos de la seguridad física nuclear en la referencia [1], para indicar la combinación de múltiples niveles de sistemas y medidas que deberán rebasarse o eludirse antes de que resulte comprometida la protección física. Esta definición describe un concepto que es parecido, en principio, al de la ‘defensa en profundidad’ en la seguridad tecnológica, pero cabe observar que la definición exacta no es idéntica a la utilizada en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*.

CUADRO 2. EJEMPLO DE UN ENFOQUE GRADUADO DE LOS REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL SABOTAJE

| Nivel de consecuencias A | Nivel de consecuencias B | Nivel de consecuencias C * |
|---|---|--|
| <p>El sabotaje podría tener efectos deterministas graves en la salud fuera del emplazamiento, como en el caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Las instalaciones con inventarios de materiales radiactivos dispersables suficientes para producir efectos deterministas graves fuera del emplazamiento — Los reactores con niveles de potencia superiores a 100 MW(t) (p. ej., una central nuclear, un buque de propulsión nuclear, una instalación de investigación) — Las piscinas de combustible gastado que puedan contener combustible descargado recientemente y un total de más de 0,1 EBrq de ¹³⁷Cs, aproximadamente (equivalente al inventario en el núcleo de un reactor de 3000 MW(t)) | <p>El sabotaje podría dar lugar a dosis para las personas fuera del emplazamiento que justifiquen la adopción de medidas protectoras urgentes en esos lugares, como en el caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Las instalaciones con inventarios de materiales radiactivos dispersables suficientes para causar dosis que justifiquen la adopción de medidas protectoras urgentes fuera del emplazamiento — Los reactores con niveles de potencia de 100 MW(t) o menos, pero de más de 2 MW(t) — Las piscinas de combustible gastado que requieran refrigeración activa — Las instalaciones en que pueda producirse una criticidad no controlada a 0,5 km o menos de los límites del emplazamiento | <p>El sabotaje podría dar lugar a dosis o contaminación que justifiquen la adopción de medidas protectoras urgentes dentro del emplazamiento, como en el caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Las instalaciones con inventarios de materiales radiactivos suficientes para causar dosis que justifiquen la adopción de medidas protectoras urgentes dentro del emplazamiento — Las instalaciones en que, en caso de pérdida del blindaje, puedan producirse casos de dosis externa directa (radiación) superiores a 100 mGy/h a 1 m de distancia — Las instalaciones en que pueda producirse una criticidad no controlada a más de 0,5 km del límite externo del emplazamiento — Los reactores con niveles de potencia iguales o inferiores a 2 MW(t) |

* Para las consecuencias posibles que estén por debajo del nivel C se requerirá, como mínimo, una protección acorde con las prácticas de gestión prudente.

MANTENIMIENTO DEL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN FÍSICA

3.104. El mantenimiento del régimen de seguridad física nuclear es uno de los elementos esenciales descritos en la publicación N° 20 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Objetivo y elementos esenciales del régimen de seguridad física nuclear de un Estado* [4]. La sostenibilidad depende de las características que contribuyen a crear un régimen de seguridad física nuclear duradero y efectivo. En la referencia [1] se describen cuatro elementos que tienen una importancia particular para el mantenimiento de la protección física:

- a) La cultura de la seguridad física nuclear, cuya definición incluye explícitamente la frase “mantener la seguridad física nuclear”.
- b) La garantía de calidad, que permite confiar en que los requisitos de protección física se cumplen en todo momento.
- c) La confidencialidad, que previene la divulgación de información de carácter estratégico que pudiera comprometer la protección física.
- d) El programa de sostenibilidad, que se ocupa específicamente del mantenimiento, los recursos y la infraestructura —financiera, humana y técnica— necesarios para la protección física eficaz.

Cultura de la seguridad física nuclear

“Todas las organizaciones que intervienen en la aplicación de la protección física deben conceder la debida prioridad a la cultura de la seguridad física, a su desarrollo y al mantenimiento necesarios para garantizar su eficaz aplicación en toda la organización. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL F: Cultura de la seguridad física)” [1]

3.105. Las orientaciones sobre la cultura de la seguridad física nuclear están recogidas en la referencia [15], en que este concepto se define como “[e]l conjunto de características, actitudes y comportamientos de personas, organizaciones e instituciones que constituye un medio para apoyar y mejorar la seguridad física nuclear.”

3.106. El desarrollo de una sólida cultura de la seguridad física nuclear requiere la participación de personas de una variada gama de disciplinas y organizaciones, que tienen que trabajar juntas para ser eficaces. Todas las organizaciones deben aplicar la política de seguridad física nuclear del Estado, que se elabora en armonía con el marco legislativo y de reglamentación del Estado. Las organizaciones deben desarrollar estructuras de gestión apropiadas, asignar suficientes recursos y establecer sistemas de gestión adecuados. Los administradores de estas

organizaciones ejercen una influencia crucial en la cultura a través de sus prácticas de dirección y gestión, que incluyen la motivación del personal y la búsqueda de la mejora continua. El resultado de una cultura de la seguridad física nuclear eficaz debería ser que todas las personas apliquen un enfoque estricto y prudente de la protección física, estén vigilantes, tengan una actitud de cuestionamiento y reaccionen de manera rápida y correcta cuando sea necesario.

Garantía de calidad

“Se deben establecer y aplicar una política y programas de garantía de calidad con vistas a crear confianza en que se cumplen los requisitos específicos en relación con todas las actividades de importancia para la protección física. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL J: Garantía de calidad)”

3.52. La política y los programas de garantía de calidad en materia de protección física deberían asegurar que el *sistema de protección física* sea diseñado, puesto en funcionamiento, explotado y mantenido en condiciones que le permitan responder eficazmente a la *evaluación de amenazas* o la *amenaza base de diseño*, y que cumpla los reglamentos del Estado, incluidos los requisitos de carácter preceptivo y/o los basados en el comportamiento.” [1]

3.107. Un programa de garantía de calidad es un mecanismo que permite adquirir datos a través de un proceso o sistema, comparar sistemáticamente esos datos con un patrón y monitorizar el proceso o sistema. El objetivo del programa es reducir los errores y las omisiones. La garantía de calidad es uno de los elementos de un sistema de gestión integrada.

3.108. Para que el sistema de protección física establecido sea eficaz en todo momento, se sugiere que la autoridad competente y los explotadores:

- a) mantengan los aspectos de garantía de calidad de la política y el programa de gestión que se apliquen a la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares contra la retirada no autorizada y el sabotaje;
- b) den a conocer y aclaren sus responsabilidades de garantía de calidad en una declaración de política que demuestre su compromiso con este fin y, de ser necesario, proporcionen al personal directrices que definan los objetivos de la organización en materia de calidad;
- c) diseñen el programa de gestión de manera que el personal directivo superior de la organización reciba informes directos sobre la garantía de calidad;

- d) elaboren, para sus respectivas organizaciones, programas de gestión que exijan la determinación y evaluación de las deficiencias, y la elaboración y el seguimiento de planes de acción correctivos.

3.109. Se sugiere que los explotadores establezcan programas de gestión que garanticen que los sistemas de protección física diseñados para cumplir los requisitos basados en el desempeño o comportamiento cuenten con una documentación de apoyo adecuada que permita demostrar su eficacia. Esta información es particularmente importante cuando se establezcan medidas compensatorias y se ejecuten acciones correctivas. Los programas de gestión deberían garantizar también la notificación oportuna de los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear a la autoridad competente (véanse los párrs. 3.47 y 3.48).

3.110. Se sugiere asimismo que los programas de gestión incluyan todas las actividades (técnicas, administrativas y de procedimiento) relacionadas con la seguridad física, y se examinen y actualicen periódicamente. Esos programas desempeñan un papel importante en la gestión de la configuración del sistema de protección física para garantizar la continuidad de estos sistemas y contar con una base fundamentada para decidir los cambios que sea necesario efectuar.

Confidencialidad

“El Estado debe establecer requisitos para proteger la confidencialidad de la información cuya revelación no autorizada podría comprometer la protección física de los *materiales nucleares e instalaciones nucleares*. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL L: Confidencialidad)

3.53. El Estado debería adoptar medidas para garantizar la protección adecuada de información específica o detallada, cuya revelación no autorizada podría comprometer la protección física de los *materiales nucleares* y las *instalaciones nucleares*. El Estado debería especificar qué información es necesario proteger y cómo debería protegerse, utilizando para ello un *enfoque graduado*.” [1]

3.111. Las orientaciones para los Estados sobre la seguridad física de la información se describen en la referencia [16]. Según esta publicación:

“2.5. La información de carácter estratégico es aquella cuya divulgación (o modificación, alteración, destrucción o denegación de uso) no autorizada podría comprometer la seguridad física nuclear o ayudar de otra manera

a perpetrar un acto doloso contra una instalación u organización nuclear o contra un transporte de materiales nucleares. Esa información puede referirse, por ejemplo, a los arreglos adoptados para la seguridad física nuclear en una instalación, los sistemas, estructuras y componentes de una instalación, el recorrido y los pormenores de un transporte de materiales nucleares u otros materiales radiactivos, o los detalles sobre el personal de una organización.”

3.112. El Estado establece los requisitos de seguridad física de la información que deberá cumplir el explotador; esos requisitos se basan en las orientaciones y las políticas de las autoridades nacionales encargadas de la seguridad física. El Estado determina cuál es la información de carácter estratégico y, aplicando un enfoque graduado, define los requisitos de seguridad física de la información que deben cumplir las entidades que poseen esa información. En la referencia [16] se presenta un sistema de clasificación de la información sobre la seguridad física nuclear.

3.113. La protección de la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información requiere la aplicación de medidas de seguridad física a la información de carácter estratégico para velar por que ninguna persona u organización no autorizada pueda apoderarse de ella o modificarla. La seguridad física de la información comprende el sistema, el programa y el conjunto de normas establecidos para garantizar la protección de la información en cualquiera de sus formas. Como mínimo, la seguridad física de la información incluye:

- a) la seguridad física de la información contenida en soportes físicos y electrónicos;
- b) la seguridad física de los sistemas informáticos (la seguridad física informática);
- c) la seguridad física de los sistemas y redes de comunicación;
- d) la seguridad física de la información sobre los empleados de la instalación y sobre terceros (p. ej., contratistas y proveedores);
- e) la seguridad física de la información intangible (como el conocimiento sobre todo lo anterior).

3.114. Las organizaciones que tengan información de carácter estratégico deberían velar por que se aplique la política de seguridad física de la información del Estado y por que todos los empleados sean plenamente conscientes de la necesidad de la seguridad física y cumplan las normas de la organización.

3.115. Cada organización debe establecer su política, sus planes y sus procedimientos internos para proteger la confidencialidad, integridad y

disponibilidad de su información de carácter estratégico, de conformidad con la política nacional sobre la seguridad física de la información.

3.116. El párrafo 3.54 de la referencia [1] dice lo siguiente:

“El personal directivo de un *sistema de protección física* debería limitar el acceso a la información de carácter estratégico a las personas cuya probidad se haya demostrado que es adecuada al carácter estratégico de la información y que necesitan conocerla para cumplir sus funciones. La información relativa a las posibles vulnerabilidades en los *sistemas de protección física* debería estar altamente protegida.”

La información que deberá protegerse puede incluir la ubicación y las características de los posibles blancos de un sabotaje o un robo, la información sobre el diseño y el funcionamiento del sistema de protección física —con inclusión de las posibles vulnerabilidades del sistema de protección y de ciertos aspectos de la contabilidad y el control de los materiales nucleares— y los detalles de los planes de contingencia sobre las tácticas y las actuaciones de las fuerzas de respuesta.

3.117. El Estado debería definir claramente las disposiciones que deberá aplicar el explotador para garantizar la confidencialidad de la información relacionada con el sistema de protección física. Esas disposiciones deberían indicar la información que debe protegerse y el nivel de protección necesario, que habrá de ser proporcionado a la importancia estratégica de la información y a las consecuencias de su pérdida. Las medidas que adopte el explotador para dar cumplimiento a estas disposiciones deberían documentarse en el plan de seguridad física y ser evaluadas periódicamente por el propio explotador y por la autoridad competente.

3.118. El párrafo 3.55 de la referencia [1] reza como sigue: “Las sanciones contra quienes violen la confidencialidad deberían ser parte del sistema legislativo o de reglamentación del Estado.” Las sanciones en que incurrirán las personas que violen la confidencialidad deberían comunicarse a quienes tengan acceso autorizado a información de carácter estratégico y ser suficientemente severas como para disuadir de la comisión de esas violaciones. Los Estados deberían castigar estos delitos con penas apropiadas que tengan en cuenta la posible gravedad de las consecuencias.

Programa de sostenibilidad

3.119. El Estado debería velar por que el marco jurídico y de reglamentación apoye la sostenibilidad de la infraestructura, los sistemas y las medidas de

protección física como parte del régimen de seguridad física nuclear. Dos buenas prácticas a este respecto consisten en que el Estado proporcione la infraestructura para la capacitación de su propio personal de protección física y del personal correspondiente del explotador y, cuando sea viable, facilite instalaciones para el ensayo y la evaluación del equipo de protección física. Esos ensayos informan al Estado y a los explotadores sobre las prácticas adecuadas para mantener las medidas y el equipo de protección física en los niveles de funcionamiento requeridos.

PLANIFICACIÓN, PREPARACIÓN Y RESPUESTA PARA SUCESOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

“Todos los titulares de licencias y autoridades interesadas deben elaborar y aplicar, según corresponda, planes de contingencia (emergencia) para responder a la retirada no autorizada de materiales nucleares o al sabotaje de instalaciones nucleares o materiales nucleares, o a intentos de estos actos. (PRINCIPIO FUNDAMENTAL K: Planes de contingencia)” [1]

3.120. Este principio fundamental puede dar la idea de que los planes de contingencia son lo mismo que los planes de emergencia. En la práctica, los Estados definen y utilizan estos términos de maneras diferentes. En la referencia [1], el plan de contingencia forma parte del plan de seguridad física nuclear global y tiene que ver con la respuesta del personal de protección física a los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear que entrañan actos dolosos. En la publicación N° GSR Part 7 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica* [10], el plan de emergencia se refiere a la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica, tanto si la causa es un accidente como si es un acto doloso. Sin embargo, la ejecución de ambos planes, de contingencia y de emergencia, requerirá una respuesta coordinada del personal de protección física, de contabilidad y control de materiales nucleares y de seguridad tecnológica.

3.121. Durante la respuesta a un suceso relacionado con la seguridad física nuclear, es esencial que todas las organizaciones que participen en la respuesta estén preparadas para actuar adecuadamente a nivel local y nacional. Las medidas que deberían adoptar los Estados a fin de contar con la debida planificación, preparación y respuesta para el caso de que se produzca un suceso relacionado con la seguridad física nuclear se describen en la referencia [4]. El Estado y el explotador tienen responsabilidades compartidas y complementarias en la planificación, preparación y respuesta ante sucesos de ese tipo, para localizar y

recuperar los materiales nucleares desaparecidos y mitigar y reducir al mínimo los efectos de un sabotaje. En las actividades destinadas a localizar y recuperar materiales nucleares después de un robo, el explotador puede poseer facultades limitadas fuera de la instalación nuclear, por lo que es probable que sea el Estado el que tenga la responsabilidad principal de la respuesta al suceso fuera del emplazamiento. A este respecto, debe existir una clara definición de las responsabilidades del explotador y de otras entidades gubernamentales.

3.122. Los objetivos de la planificación de contingencia son garantizar una respuesta oportuna y eficaz a todos los niveles ante cualquier suceso relacionado con la seguridad física nuclear que comprenda un acto doloso que afecte o tenga por blanco una instalación nuclear, y mantener la protección física durante otros sucesos, como un accidente que cause una emisión de radionucleidos, una emergencia médica o un desastre natural. Para responder adecuadamente a estos sucesos y resolver las situaciones, es preciso adoptar las decisiones y medidas correctas en el momento oportuno. En los casos de emergencia nuclear o radiológica, deberían existir arreglos que permitan mantener la eficacia del sistema de protección física durante la ejecución del plan de emergencia.

3.123. El Estado y la autoridad competente deberían velar por que el plan de contingencia contenido en el plan de seguridad física del explotador sea coherente con el que se haya elaborado a nivel del Estado. Esta coherencia puede facilitarse mediante la concertación de acuerdos (registros escritos, como memorandos de entendimiento u otros protocolos) entre las entidades gubernamentales que participen en la respuesta y el explotador; estos acuerdos deberían definir claramente, entre otras cosas, las funciones y responsabilidades de cada entidad. El nivel de coordinación necesario podría lograrse, por ejemplo, mediante actividades de capacitación y ejercicios conjuntos en que se utilicen escenarios de práctica y los planes de contingencia adecuados.

3.124. El Estado, las autoridades competentes que correspondan y el explotador deberían tener un conjunto completo de planes de contingencia para diferentes tipos de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear. En el apéndice I se dan ejemplos de los sucesos para los que puede ser necesario tener un plan de contingencia.

3.125. El Estado debería velar por que se realicen ejercicios periódicos que ayuden a comprobar la eficacia de los planes de contingencia en el marco del régimen de seguridad física nuclear global. Estos ejercicios deberían incluir los escenarios de retirada no autorizada y de sabotaje previstos en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño.

3.126. En la referencia [7] figuran orientaciones adicionales sobre la respuesta adecuada para la localización y recuperación de materiales nucleares que se hayan sustraído al control reglamentario (p. ej., mediante el robo).

4. ELABORACIÓN, APLICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA INTEGRADO PARA LAS INSTALACIONES NUCLEARES

4.1. En la presente sección se ofrecen orientaciones sobre la aplicación de las recomendaciones [1] dirigidas al explotador para la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares contra la retirada no autorizada y el sabotaje. Estas recomendaciones figuran principalmente en los párrafos 3.23 a 3.30 y las secciones 4 y 5 de la referencia [1].

4.2. En la referencia [1] se recomienda que los requisitos de protección física contra la retirada no autorizada y el sabotaje de materiales nucleares se cumplan de manera integrada, lo que significa que el sistema de protección física debería ser un único sistema que permita hacer frente a ambas amenazas. Además, en la referencia [1] se recomienda que el sistema de protección física se diseñe de modo que sea capaz de responder eficazmente al riesgo —ya sea la retirada no autorizada o el sabotaje— que exija la protección física más estricta (párrs. 4.4, 5.3 y 5.17 de la ref. [1]).

4.3. En esta sección se propone un enfoque para diseñar un sistema único de protección física que permita responder eficazmente tanto a la amenaza de retirada no autorizada como a la de sabotaje. El enfoque gradual que se presenta en esta sección aplica a la protección física principios de la ingeniería de sistemas —la determinación de los requisitos de protección física, el diseño de sistemas que cumplan esos requisitos y la evaluación de la eficacia del sistema de protección física resultante— que no se tratan en detalle en la referencia [1]. Puede haber otros modos de definir los elementos de un enfoque de ingeniería de sistemas de la protección física, pero el proceso que se presenta en esta sección es acorde con la metodología promovida por el OIEA y tiene por objeto ofrecer a los usuarios un marco básico para el diseño y la aplicación de sus sistemas de protección física.

RESPONSABILIDADES GENERALES DEL EXPLOTADOR

“Las responsabilidades por la aplicación de los distintos elementos de protección física en un Estado deben determinarse claramente. El Estado debe asegurar que la responsabilidad principal por la aplicación de la protección física de los *materiales nucleares*, o de las *instalaciones nucleares*, radique en los titulares de las respectivas licencias u otros documentos de autorización (por ejemplo, en los *explotadores* o *remitentes*). (PRINCIPIO FUNDAMENTAL E: Responsabilidad de los titulares de las licencias)”

.....

“3.25. El *explotador*, el *remitente* y el transportista deberían cooperar y coordinarse con todas las demás entidades estatales que tengan responsabilidades en materia de protección física, como las *fuerzas de respuesta* fuera del emplazamiento.” [1]

4.4. En el cumplimiento de estas responsabilidades, los explotadores deberían respetar plenamente el marco jurídico y de reglamentación del Estado. Estas disposiciones pueden exigir que el explotador concierte acuerdos (tales como memorandos de entendimiento, protocolos u otros tipos de registro escrito) con las fuerzas del orden locales, la policía nacional, los militares y otras organizaciones, entre ellas las entidades encargadas de la respuesta a emergencias a nivel local y nacional, los servicios de inteligencia y otras organizaciones de seguridad física nacionales.

4.5. El explotador tiene la responsabilidad primordial del desarrollo y la implantación del sistema de protección física de los materiales nucleares en sus instalaciones. El explotador debería preparar un plan de seguridad física específico para cada instalación (véanse los párrs. 4.154 a 4.161). En el apéndice I se propone un formato para el plan de seguridad física.

4.6. El párrafo 3.30 de la referencia [1] dice lo siguiente:

“Si se determina que el *sistema de protección física* no puede ofrecer el nivel de protección requerido, el *explotador*, el *remitente* y/o el transportista deberían aplicar de inmediato medidas compensatorias para brindar una protección adecuada. Posteriormente, el *explotador* y/o el *remitente* deberían planificar y aplicar, dentro de un plazo acordado, medidas correctoras que la *autoridad competente* habrá de examinar y aprobar.”

Las medidas compensatorias son medidas a corto plazo adoptadas para compensar la degradación o el fallo de estructuras, sistemas y componentes relacionados con la seguridad física hasta que sea posible repararlos o remplazarlos. Un tipo de medida compensatoria consiste en aumentar los guardias y/o los efectivos de las fuerzas de respuesta para compensar la deficiencia tan pronto como se detecte. Se sugiere que, antes de aplicar cualquier medida compensatoria, se proceda a su documentación y aprobación y se acuerden arreglos para establecer la coordinación necesaria entre el Estado, la autoridad competente, el explotador y las fuerzas de respuesta.

4.7. El párrafo 3.28 de la referencia [1] reza como sigue:

“En el caso de una nueva *instalación nuclear*, en la selección y el diseño del emplazamiento se debería tener en cuenta lo antes posible la protección física y también abordar la interrelación entre la protección física, la seguridad y la contabilidad y el control de los materiales nucleares para evitar conflictos y asegurar que los tres elementos se apoyen mutuamente.”

Las implicaciones de la selección del emplazamiento de las instalaciones nucleares para la seguridad física nuclear merecen un cuidadoso examen. La infraestructura local, la disposición física del emplazamiento y otras condiciones del lugar pueden influir en la seguridad física nuclear. La disposición física del emplazamiento, especialmente en el caso de los que albergan múltiples instalaciones nucleares, tiene que cumplir con los requisitos de espacio necesarios para establecer medidas de protección física que ofrezcan una adecuada defensa en profundidad.

4.8. El diseño de nuevas instalaciones nucleares debería tener en cuenta las necesidades de seguridad física nuclear. Esto se logra utilizando los criterios de ‘seguridad física desde el diseño’. La aplicación de estos criterios puede reducir los costos de la protección física durante toda la vida de la instalación nuclear y simplificar la tarea de mantener un sistema de protección física eficaz a lo largo de todo ese periodo.

4.9. El propósito de la seguridad física desde el diseño es concebir la nueva instalación nuclear de modo que el nivel de seguridad física requerido se obtenga de un modo que sea eficaz en relación con el costo y compatible con las operaciones, la seguridad tecnológica, y la contabilidad y el control de los materiales nucleares. La mejor manera de aplicar la seguridad física desde el diseño es mediante un enfoque estructurado en que los objetivos de seguridad física nuclear del Estado se examinen y tengan plenamente en cuenta en las

decisiones de diseño relativas a todas las etapas del ciclo de vida de la instalación, desde la planificación hasta la clausura, pasando por el diseño, la construcción y la explotación.

4.10. Una buena práctica consiste en comenzar a integrar el diseño del sistema de protección física en el diseño general de la instalación nuclear en la fase más temprana posible del proceso. Esto incluye adoptar las decisiones sobre la selección del emplazamiento y su disposición física teniendo en cuenta la influencia que pueden tener estos factores en el diseño y la eficacia de los sistemas de protección física. Es importante reducir al mínimo los conflictos con otros requisitos de diseño y aprovechar las oportunidades de complementariedad y sinergia, por ejemplo eliminando las posibles vulnerabilidades mediante soluciones de ingeniería adecuadas.

4.11. El personal directivo superior de la entidad explotadora debe conocer y respaldar la integración de medidas de protección física en las operaciones de la instalación. También es importante que la administración promueva una sólida cultura de la seguridad física nuclear, tal como se describe en la referencia [15] y se señala brevemente en los párrafos 3.105 y 3.106.

4.12. Para enfocar la protección física de manera integrada, el explotador debe identificar todos los posibles blancos de una retirada no autorizada o un acto de sabotaje y establecer todas las medidas de protección requeridas de manera graduada, de conformidad con el enfoque de reglamentación adoptado por el Estado. Según el tipo de instalación nuclear de que se trate, serán los blancos del sabotaje o los blancos de una retirada no autorizada los que requieran un grado de protección más alto, pero en todos los casos deberán aplicarse los niveles adecuados de protección a todos los blancos. Esto es lo que se entiende por el uso de los “requisitos aplicables más estrictos” recomendado en los párrafos 4.4 y 5.3 de la referencia [1].

4.13. Las recomendaciones de la publicación [1] no abordan específicamente las consideraciones de seguridad física nuclear aplicables a la construcción de las instalaciones nucleares. Sin embargo, la buena práctica indica que, antes de la construcción, el explotador (o el solicitante) debería determinar cómo se aplicará la protección física en todas las etapas de la construcción. Si existe una instalación nuclear adyacente al emplazamiento en que se construirá la nueva instalación, ambos explotadores deberían determinar y aplicar en estrecha coordinación, antes del inicio de la construcción, todas las medidas de protección física adicionales que sean necesarias para proteger la instalación ya existente y en funcionamiento. (Del mismo modo, cuando se emprendan obras de construcción para ampliar

o modificar una instalación nuclear, deberían adoptarse medidas de protección física adicionales para proteger las partes ya existentes de la instalación.) Las auditorías de la seguridad tecnológica y de la garantía de calidad también pueden ayudar a proteger contra el sabotaje, detectando los actos que tengan por objeto facilitar un futuro sabotaje, como la introducción deliberada de defectos o dispositivos ocultos. Al término de la fase de construcción debería realizarse una evaluación final para confirmar la eficacia de los arreglos de protección física antes del inicio de la puesta en servicio.

ORGANIZACIÓN A CARGO DE LA SEGURIDAD FÍSICA

4.14. Las tareas y responsabilidades en materia de seguridad física deberían establecerse en el marco del sistema de gestión integrada, pudiendo dividirse en tres unidades complementarias:

- a) Una unidad de gestión de la seguridad física que tenga la responsabilidad global de la protección física e incluya a directores que interactúen con la autoridad competente y con la administración de la instalación (incluidos los directores de recursos humanos), planificadores que se encarguen de elaborar y mantener el plan de seguridad física, diseñadores que conciban o actualicen el sistema de protección física de modo que satisfaga los requisitos de la autoridad competente, y analistas que evalúen el comportamiento del sistema de protección física en relación con los requisitos de diseño. La asignación de las responsabilidades relativas a las interconexiones de la seguridad tecnológica y física también forma parte de la gestión de la seguridad física (véanse los párrs. 4.147 a 4.153).
- b) Una unidad de operaciones de seguridad física que sea responsable de la seguridad física relacionada con el personal y los visitantes (probidad y autorización del acceso), la seguridad física de la información, la seguridad física informática, y los guardias y las fuerzas de respuesta (de conformidad con las responsabilidades asignadas por el Estado) cuyas funciones comprenden el control del acceso, la escolta, el funcionamiento de la estación central de alarma, las rondas y la respuesta a los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear.
- c) Una unidad de seguridad física técnica que incluya a personal técnico —para la realización de instalaciones y mejoras, pruebas de funcionamiento (con la asistencia del personal de operaciones de seguridad física que corresponda), trabajos de mantenimiento preventivo, y reparaciones y sustituciones no programadas— y proporcione apoyo e información a las unidades de gestión de la seguridad física y de operaciones de seguridad física, según proceda.

PROCESO DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

4.15. En la presente sección se describe a grandes rasgos cómo diseñar, desarrollar y aplicar un sistema de protección física para la construcción de una instalación nuclear nueva (y para la de nuevos componentes en instalaciones nucleares ya existentes), y cómo mejorar los sistemas de protección física establecidos y examinar su eficacia.

Método de desarrollo del sistema de protección física

4.16. El mejor modo de desarrollar un sistema de protección física es mediante un enfoque sistemático que consta de tres fases:

- 1) La determinación de los objetivos y los requisitos que debe cumplir el sistema de protección física.
- 2) El diseño del sistema de protección física de modo que cumpla los objetivos y requisitos determinados en la fase 1.
- 3) El análisis y la evaluación de la eficacia del sistema de protección física diseñado en la fase 2 para el cumplimiento de los objetivos y requisitos determinados en la fase 1.

En la figura 2 se presenta la secuencia de estas tres fases, con un resumen general de las actividades correspondientes a cada una de ellas.

4.17. La aplicación de estas tres fases, que se examina con más detalle a continuación y en los párrafos 4.23 a 4.59, producirá un diseño del sistema de protección física que permitirá hacer frente a las amenazas de la retirada no autorizada y el sabotaje de materiales nucleares y cumplir los otros objetivos específicos de la instalación que procedan.

Ciclo de vida del sistema de protección física

4.18. Tras el diseño y la evaluación del sistema de protección física mediante este proceso de desarrollo, los pasos siguientes en el ciclo de vida del sistema son la ejecución del diseño; el uso, el mantenimiento y la aplicación del programa de sostenibilidad del sistema de protección física resultante; y la planificación de las modificaciones del diseño del sistema que sean necesarias para responder a cambios en la amenaza o en la configuración de la instalación, la explotación o los posibles blancos, o a los resultados de la monitorización del comportamiento. Estos pasos del ciclo de vida se ilustran en la figura 3.

Sostenibilidad del sistema de protección física

“3.57. Los *explotadores* ... deberían establecer programas de sostenibilidad en relación con su *sistema de protección física*. Los programas de sostenibilidad deberían abarcar:

- los procedimientos operacionales (instrucciones);
- la gestión y capacitación de los recursos humanos;
- la actualización, el mantenimiento, la reparación y la calibración del equipo.
- las *pruebas de funcionamiento* y la monitorización operacional;
- la gestión de la configuración (proceso consistente en determinar y documentar las características del *sistema de protección física* de una instalación, incluidos los sistemas y programas informáticos, y en garantizar que los cambios respecto de esas características se elaboren, evalúen, aprueben, publiquen, apliquen, verifiquen, registren e incorporen en la documentación de la instalación de forma adecuada);
- la asignación de recursos y el análisis de los costos operacionales.” [1]

4.19. Teniendo en cuenta el enfoque del Estado respecto de la sostenibilidad del régimen de seguridad física nuclear, los *explotadores* deberían velar por que existan los recursos —el personal capacitado y experto, el equipo fiable, la infraestructura conexas, la garantía de calidad y la financiación— necesarios para asegurar la sostenibilidad de sus sistemas de protección física en el marco de un programa adecuado.

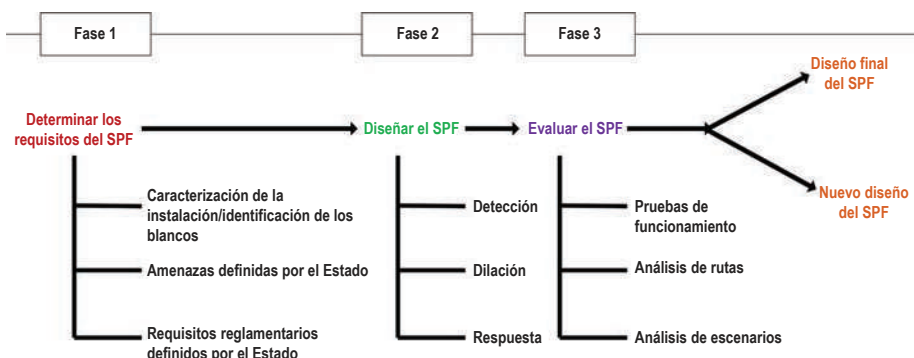


FIG. 2. Proceso de diseño y evaluación del sistema de protección física. SPF — sistema de protección física.

Cumplimiento de los requisitos del Estado

4.20. Antes de iniciar el proceso en tres fases ilustrado en la figura 2, el explotador o solicitante debería entender los aspectos pertinentes del régimen de seguridad física nuclear del Estado, que se explican en la sección 3. De particular interés son algunos aspectos que afectarán a la forma en que el explotador o solicitante diseñe el sistema de protección física y solicite la aprobación del diseño por el Estado. Esos aspectos son los siguientes:

- a) el marco legislativo y de reglamentación del Estado, incluido el enfoque de reglamentación seleccionado por el Estado para establecer los requisitos de protección contra la amenaza (véanse los párrs. 3.12 a 3.26), y la aplicación de la política de probidad del Estado;
- b) los requisitos establecidos por el Estado aplicando un enfoque graduado, como se describe en los párrafos 3.70 a 3.73;
- c) el proceso de concesión de licencias, para la aprobación de las solicitudes de nuevas licencias y de la renovación o modificación de licencias ya existentes, descrito en los párrafos 3.33 a 3.37.

4.21. En función del enfoque de reglamentación que haya adoptado el Estado —el enfoque basado en el desempeño, el enfoque prescriptivo o el enfoque mixto (descritos en los párrs. 3.18 a 3.26)— el explotador o solicitante deberá aplicar procedimientos diferentes para cumplir los requisitos.

4.22. En la figura 4 se indican las tareas que debería cumplir el explotador o solicitante en función del enfoque de reglamentación adoptado. En el caso del

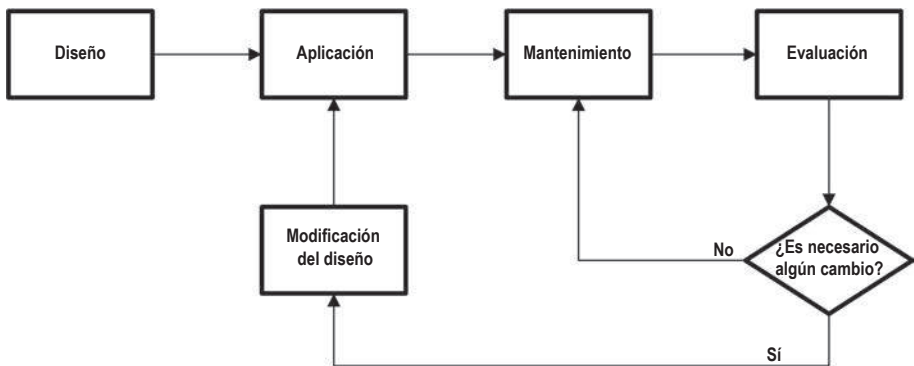


FIG. 3. Ciclo de vida del sistema de protección física.

enfoque mixto, habrá que seguir ambas líneas de flujo, según corresponda. La figura 3 describe cómo se desarrolla y evalúa el diseño; la figura 4 indica otras actividades que el explotador o solicitante debe realizar y las aprobaciones que debe dar el Estado.

DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA (FASE 1)

4.23. La fase 1 del desarrollo y la evaluación del diseño de un sistema de protección física por el explotador o solicitante consiste en determinar cómo se aplican los requisitos de protección física establecidos por el Estado al emplazamiento, la instalación nuclear y el sistema de protección física de que se trate. Para esta determinación, el explotador o solicitante debe cumplir varias tareas:

- a) Caracterización de las operaciones y condiciones de la instalación. Este paso entraña la descripción de los procesos y operaciones de la instalación; la elaboración de una descripción detallada de la instalación, que incluya sus límites y edificios, los planos en planta y de elevación de las estructuras y los puntos de acceso; y, en el caso de una instalación o un diseño ya existentes, la indicación de los componentes o sistemas que podrán utilizarse como elementos del sistema de protección física. La información sobre la instalación puede proceder de todas las fuentes pertinentes, como los bosquejos de la instalación, las descripciones de procesos y otra documentación disponible, y de las observaciones de la instalación y las entrevistas con el personal. Los diseñadores del sistema de protección física deberán tener un conocimiento detallado de esta información, así como de cualquier limitación específica de la instalación (por ejemplo, por motivos de seguridad tecnológica) que deba tenerse en cuenta durante el diseño.
- b) Interpretación de la información sobre la amenaza facilitada por el Estado como base para el diseño (véanse los párrs. 3.55 a 3.63). Este paso es específico del enfoque basado en el desempeño o el enfoque mixto. (En el enfoque prescriptivo, el Estado no suele proporcionar información sobre la amenaza al explotador.)
- c) Identificación de los blancos (y de su ubicación en la instalación) que deberán protegerse contra el adversario definido por el Estado sobre la base de su categorización de los materiales nucleares y/o de las consecuencias que podría tener un sabotaje (véanse los párrs. 3.74 a 3.101).

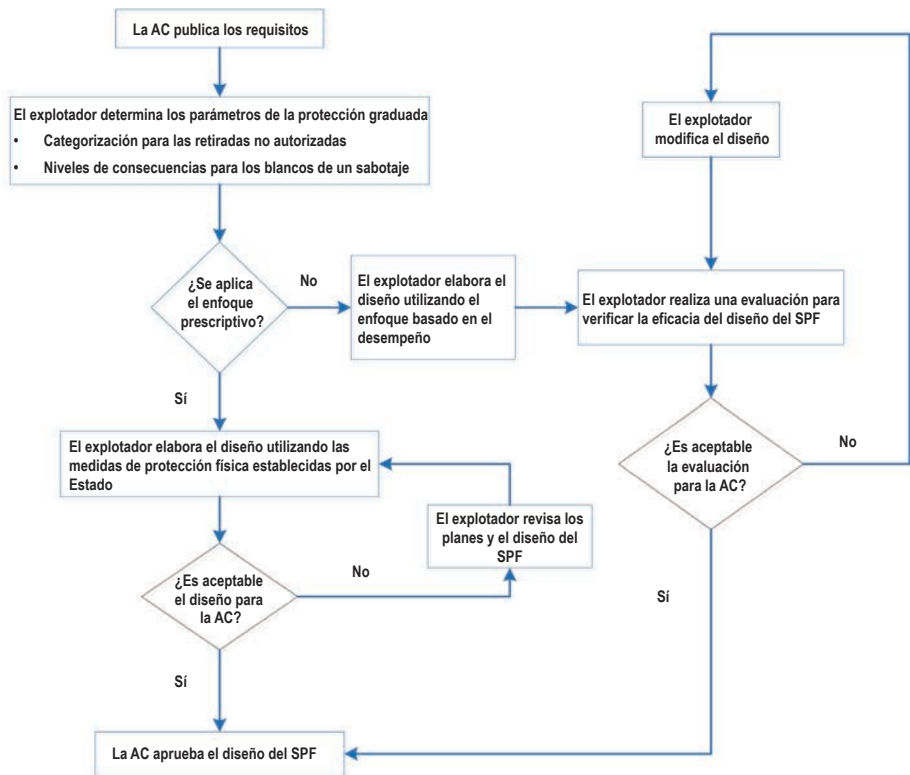


FIG. 4. Proceso de diseño del sistema de protección física. AC — autoridad competente; SPF — sistema de protección física.

4.24. La capacidad del adversario definido por el Estado debe ser contrarrestada por el sistema de protección física; por lo tanto, el explotador o solicitante debe tomarla en consideración. Esa capacidad incluye:

- a) el conocimiento del sistema de protección física;
- b) las habilidades que serían útiles en un ataque;
- c) las herramientas y armas que podrían utilizarse en un ataque.

Identificación de los blancos

4.25. La identificación de los blancos determina cuáles materiales y/o equipos deben protegerse contra el adversario. El proceso de identificación de los blancos consta de cuatro pasos:

- a) Comprender los objetivos de la protección física.
- b) Determinar los tipos de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, así como los sistemas importantes para la seguridad tecnológica (incluidos los sistemas informáticos y la información), que deben protegerse contra una retirada no autorizada, un sabotaje o ambos.
- c) Determinar las categorías apropiadas de los materiales nucleares y/o las consecuencias posibles de un sabotaje que se aplican a cada blanco.
- d) Elaborar una lista de los blancos de la instalación, con una descripción de cada blanco que deba protegerse, su categoría y su ubicación. La lista de los blancos debería protegerse como información de carácter estratégico.

4.26. Las medidas de protección recomendadas para cada categoría de materiales nucleares se describen detalladamente en los párrafos 4.9 a 4.49 de la referencia [1].

4.27. Para la identificación de los blancos de un sabotaje, el Estado debería primero definir los niveles de las consecuencias radiológicas posibles que considere adecuado fijar como umbrales para las consecuencias radiológicas inaceptables y las consecuencias radiológicas de alto riesgo (véanse los párrs. 3.91 a 3.101).

4.28. El párrafo 5.4 de la referencia [1] dice lo siguiente:

“Para cada *instalación nuclear*, debería efectuarse un análisis, validado por la *autoridad competente*, a fin de determinar si el inventario radiactivo puede dar lugar a las *consecuencias radiológicas inaceptables* definidas por el Estado, suponiendo que los *actos de sabotaje* culminen con éxito y sin tener en cuenta el impacto de las medidas de protección física o mitigación.”

Este análisis comprende dos tipos de sabotaje que pueden causar consecuencias radiológicas inaceptables, a saber, el sabotaje directo y el sabotaje indirecto, que se examinan en la referencia [14]. En el sabotaje directo se introduce energía de una fuente externa, como un explosivo convencional, para dispersar los materiales nucleares u otros materiales radiactivos; en el sabotaje indirecto se utiliza la energía de los procesos de los propios materiales nucleares u otros materiales radiactivos (como el calor de la fisión o del decaimiento radiactivo), por ejemplo causando un daño en los sistemas de refrigeración del núcleo del reactor.

4.29. Mediante un análisis conservador, deberían determinarse las consecuencias radiológicas que podría tener la emisión del inventario completo de materiales nucleares u otros materiales radiactivos de cada blanco de sabotaje identificado en la instalación. Para el sabotaje indirecto de materiales nucleares, este inventario puede incluir los productos de fisión generados por la reacción nuclear en cadena.

4.30. Las instalaciones nucleares se someten a amplios análisis de la seguridad tecnológica para demostrar que sus operaciones son seguras. La información contenida en los informes de análisis de la seguridad tecnológica puede ser útil para identificar las estructuras, sistemas y componentes que deben protegerse contra un sabotaje. También es importante considerar los otros fallos que pueda causar un acto doloso.

4.31. Las consecuencias radiológicas posibles determinadas para los blancos de un sabotaje se utilizan luego para decidir los requisitos de protección física que se aplicarán a esos blancos, de la siguiente manera:

- a) Si las consecuencias radiológicas posibles superan el umbral de las consecuencias radiológicas de alto riesgo, deberían establecerse zonas vitales y adoptarse medidas para su protección.
- b) Si las consecuencias radiológicas posibles superan el umbral de las consecuencias inaceptables pero no el de las consecuencias de alto riesgo, el Estado establecerá requisitos de protección graduados en función del nivel de las consecuencias posibles.
- c) Si las consecuencias radiológicas no llegan al umbral definido como inaceptable, puede no establecerse ningún requisito específico para la protección física, pero el explotador debería igualmente controlar el acceso al equipo y los dispositivos relacionados con la seguridad tecnológica y mantenerlos en condiciones seguras.

Definición de la amenaza

4.32. Como parte de la determinación de los objetivos y requisitos del sistema de protección física, el Estado debería definir la amenaza ya sea mediante una evaluación de la amenaza o mediante la elaboración de una amenaza base de diseño. La información pertinente debería ponerse a disposición del explotador, que la utilizará como base para el diseño y la evaluación de su sistema de protección física.

DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

4.33. Una vez determinados los objetivos y requisitos del sistema de protección física (fase 1), el explotador o solicitante sabrá cuáles son los fines que debe cumplir el sistema: qué debe proteger (los blancos), contra qué (la amenaza) y con qué grado de rigor (los requisitos). El paso siguiente (fase 2) consiste en diseñar el nuevo sistema, o en modificar el diseño del sistema ya existente, a fin de establecer las medidas de protección física necesarias que, mediante la detección, la dilación y la respuesta, permitirán cumplir los objetivos del sistema. Tras su diseño o caracterización, el sistema de protección física debería analizarse y evaluarse (fase 3) para verificar que cumpla los requisitos de protección física. La evaluación debería basarse en la eficacia global del sistema, que estará dada por la eficacia de la interacción de las diferentes medidas para garantizar la protección.

Fase de diseño (fase 2)

Consideraciones generales sobre el diseño

4.34. Durante esta fase, el diseñador determinará cuál es la mejor manera de combinar las medidas de protección física, como las vallas, cámaras acorazadas, sensores, procedimientos, dispositivos de comunicación y fuerzas de respuesta, en un sistema de protección física capaz de cumplir los requisitos de protección. En esta determinación se tendrán en cuenta las consideraciones operacionales y de seguridad tecnológica, de modo que se cumplan tanto los objetivos de protección física como los de seguridad tecnológica. El objetivo global es lograr que el sistema de protección física satisfaga los requisitos de protección mediante un equilibrio adecuado entre las funciones de detección, dilación y respuesta.

4.35. La figura 5 ilustra los principios del diseño y muestra el cronograma utilizado para determinar si, en un sistema de protección física dado, la fuerza de respuesta será notificada infaliblemente y con suficiente rapidez para poder responder antes de que el adversario lleve a cabo las tareas necesarias para consumar el acto doloso postulado. La línea superior indica la secuencia temporal del ataque del adversario y las oportunidades que tendrá el sistema de protección física de percibir la presencia del adversario en su ruta hacia el blanco. El 'tiempo de respuesta del SPF' se representa en una línea situada algo más abajo en el diagrama: este cronograma mide el tiempo transcurrido desde la primera percepción (véanse los párrs. 4.62 a 4.67) de la actividad del adversario en el momento T_0 hasta que se interrumpe su actuación en el momento T_1 . En este diagrama, la percepción se produce con suficiente rapidez como para que la

fuerza de respuesta pueda interrumpir al adversario antes del momento T_C , en que habría consumado su ataque.

4.36. La buena práctica en el diseño de las medidas de protección física comprende los siguientes elementos:

- a) La defensa en profundidad, de modo que el adversario tenga que sortear, evitar o superar varias medidas de protección sucesivas para conseguir su fin. La defensa en profundidad suele lograrse estableciendo una serie de niveles de protección en torno a los blancos, lo que puede incluir una combinación de medidas físicas (p. ej., controles del acceso a las zonas; véanse los párrs. 4.86 a 4.89) y administrativas (como la protección de la información de carácter estratégico y la aplicación de una política de probidad). En la aplicación de este criterio pueden aprovecharse las ventajas de cada componente de la protección física, y establecerse combinaciones del equipo que complementan los puntos fuertes y compensen las limitaciones de cada elemento.
- b) La protección equilibrada, de modo que el adversario tropiece con medidas relativamente eficaces del sistema de protección física cuandoquiera, dondequiera y comoquiera que intente cometer el acto doloso.

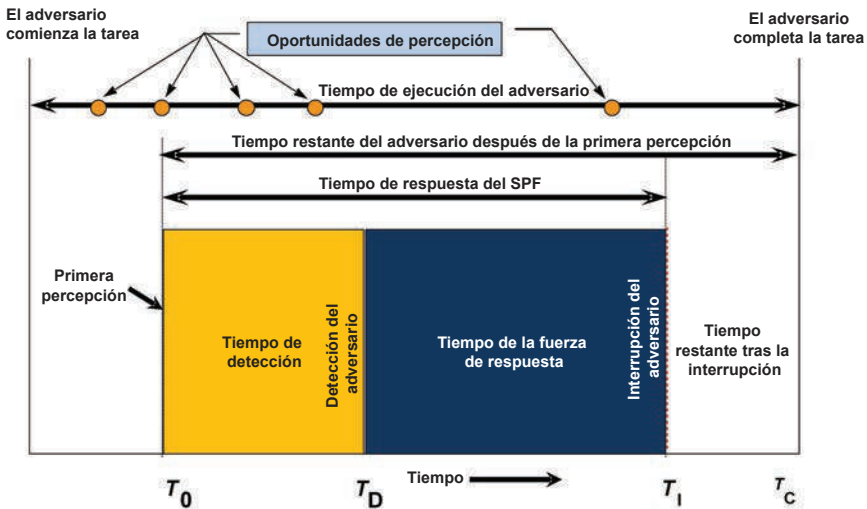


FIG. 5. Comparación de los cronogramas del adversario y de la respuesta. SPF — sistema de protección física.

- c) La robustez, que hará que el sistema de protección física tenga una elevada probabilidad de funcionar eficazmente en una amplia gama de tipos de ataque, y que se logra normalmente introduciendo redundancia y diversidad en el diseño.

4.37. El tiempo que necesita el adversario para alcanzar su objetivo es el ‘tiempo de ejecución del adversario’ (véase la figura 5). La función principal de las barreras es aumentar el tiempo de ejecución del adversario introduciendo impedimentos a lo largo de todas las rutas que pueda escoger. El adversario debería tener que penetrar o eludir varias barreras distintas antes de obtener acceso a un blanco determinado. El tiempo que necesitará para penetrar o eludir cada una de esas barreras puede ser diferente, pero las barreras deberían seleccionarse de modo que cada una requiera un acto independiente y diferente por parte del adversario en su avance hacia el objetivo. Los efectos que tendrá en el adversario un sistema de protección física diseñado para ofrecer defensa en profundidad serán los siguientes:

- a) aumentar su incertidumbre con respecto al sistema de protección física;
- b) exigirle el uso de herramientas adicionales y de preparativos más extensos antes de un ataque al sistema de protección física;
- c) crear la necesidad de pasos adicionales que puedan suponerle el fracaso o el abandono del ataque.

4.38. En los sistemas de detección y evaluación, la robustez puede lograrse combinando el uso de múltiples sensores complementarios con la vigilancia humana. Para que sean complementarios, los sensores de un nivel o una barrera particular deben escogerse de modo que toda posibilidad de eludir uno de ellos sea detectable por los demás, y que los diferentes sensores no respondan a las mismas fuentes de falsas alarmas. La adición de una vigilancia humana aleatoria o permanente aumentará la incertidumbre del adversario con respecto al sistema de protección física, dificultando la planificación y ejecución de un ataque logrado.

4.39. El diseño del sistema de protección física debe ser compatible con los sistemas operacionales de la instalación que son importantes para la seguridad tecnológica, y permitir al personal desempeñar sus funciones en condiciones de seguridad tecnológica y física. Si las medidas de protección física dificultan las tareas del personal, este podría encontrar formas de eludirlas. Durante el diseño del sistema de protección física, el conocimiento a fondo de las operaciones de la instalación nuclear ayudará a equilibrar las necesidades de protección física con las de seguridad tecnológica y de las operaciones.

4.40. El método de diseño descrito en los párrafos anteriores fue elaborado y se aplica para la protección contra adversarios externos. En el diseño de un sistema de protección física contra agentes internos habrá que tomar en consideración factores adicionales y/o diferentes.

Consideraciones de diseño adicionales para las amenazas internas

4.41. Por agente interno se entiende una o varias personas con acceso autorizado a instalaciones nucleares o a información de carácter estratégico conexas que podrían intentar una retirada no autorizada o un acto de sabotaje, o ayudar a un adversario externo en ese intento. Una amenaza interna es un agente interno con la intención de llevar a cabo un acto de ese tipo. El agente interno puede ser un director, un empleado de plantilla, un contratista o proveedor de servicios, un inspector o un visitante. Así pues, el agente interno puede ocupar cualquier puesto en la instalación y tener acceso autorizado a cualquiera de las zonas o los materiales controlados.

4.42. La capacidad de los agentes internos se define normalmente sobre la base de tres factores:

- a) el alcance de sus autorizaciones de acceso: en cuáles zonas de la instalación pueden o no entrar en los diferentes estados de la instalación (p. ej., en el funcionamiento normal, en los períodos no operacionales o en las paradas de mantenimiento) o durante un suceso relacionado con la seguridad física o tecnológica;
- b) su grado de autoridad sobre otras personas o sobre ciertas tareas y equipos;
- c) su conocimiento de los blancos, la disposición física de la instalación, el sistema de protección física y/o la forma de conseguir y manejar herramientas y equipos especiales que se encuentran en la instalación.

4.43. Las amenazas internas plantean problemas diferentes de los de un adversario externo porque pueden aprovechar estas características del agente interno para eludir algunas medidas de protección física técnicas o administrativas y, de ese modo, cometer o facilitar la comisión de una retirada no autorizada o un sabotaje. Los agentes internos pueden además contribuir a un acto doloso mediante una serie de medidas separadas adoptadas a lo largo de un tiempo prolongado, lo que podría reducir el riesgo de ser detectados y aumentar su probabilidad de éxito. Además, los agentes internos tendrán posiblemente más conocimientos y/u oportunidades para seleccionar el blanco más vulnerable y el mejor momento para cometer el acto doloso.

4.44. Para proteger los blancos contra los actos dolosos previstos en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño del Estado, el diseño del sistema de protección física debería incluir elementos que impidan el acceso de personas y equipo no autorizados a los blancos, y que reduzcan al mínimo las oportunidades de que disponga un agente interno con acceso a esos blancos para cometer un acto doloso. Por ejemplo, la presencia de barreras, combinada con una fuerza de respuesta efectiva, puede impedir el acceso de adversarios externos a los blancos, mientras que el bloqueo de un elemento del equipo asociado con el blanco puede crear una demora incluso para los agentes internos que tengan acceso autorizado a la zona del blanco, y ser especialmente eficaz si la zona está bajo vigilancia permanente.

4.45. En la referencia [9] se presenta un enfoque sistemático para la protección contra las amenazas internas, que incluye medidas preventivas para reducir al mínimo la oportunidad de un agente interno de iniciar un acto doloso o prestar asistencia en él, y medidas protectoras para detectar un acto cometido por un agente interno, demorarlo, darle respuesta y mitigar sus efectos.

4.46. Las medidas protectoras para hacer frente a un escenario de ataque por un agente interno comienzan con la detección del ataque por uno o varios de los medios disponibles, como las medidas de protección física, los controles del proceso, las alarmas de seguridad tecnológica, las alarmas generadas por el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y la observación por los colegas o supervisores.

Fase de evaluación (fase 3)

“3.29. El *explotador* debería elaborar y aplicar medios y procedimientos para realizar evaluaciones, comprendidas *pruebas de funcionamiento*, y medidas de mantenimiento del *sistema de protección física*.” [1]

4.47. En la fase 3 se evalúa el diseño del sistema de protección física producido en la fase 2, ya sea que se trate de un sistema nuevo o de uno ya existente, para determinar si cumple los requisitos establecidos en la fase 1. Los motivos para evaluar el sistema de protección física pueden ser, entre otros:

- a) verificar que el sistema de protección física diseñado o caracterizado (si ya existe) satisface los requisitos de protección física;
- b) detectar cualquier deficiencia en el diseño o la aplicación del sistema que deba ser subsanada para que se cumplan los requisitos establecidos;

- c) analizar las modificaciones que puedan ser necesarias para subsanar las deficiencias detectadas y mejorar el comportamiento del sistema (o para hacer frente a un cambio en la amenaza);
- d) repetir la evaluación de la eficacia del sistema de protección física anualmente o con otra periodicidad para incorporar cualquier cambio que se produzca en los blancos o en la instalación.

4.48. El sistema de protección física cumple las funciones de detección, dilación y respuesta mediante elementos estructurales, técnicos y humanos. La interacción de esos elementos con el equipo y los procedimientos hace que la evaluación de la eficacia del sistema de protección física sea una tarea nada fácil.

4.49. En la fase de evaluación se reúnen datos sobre el funcionamiento de las medidas del sistema de protección física, que se utilizan luego para evaluar la eficacia global del sistema.

Evaluación de la protección física y pruebas de funcionamiento efectuadas por el explotador

4.50. En la referencia [1] se hace hincapié en la evaluación y las pruebas de funcionamiento del sistema de protección física; por ejemplo:

- a) Los explotadores deberían “elaborar y aplicar medios y procedimientos para realizar evaluaciones, comprendidas *pruebas de funcionamiento*” (párr. 3.29 de la ref. [1]).
- b) Para los materiales nucleares de las categorías I y II, “[d]eberían realizarse evaluaciones periódicas, incluidas *pruebas de funcionamiento*, de las *medidas de protección física* y el *sistema de protección física*, así como de la respuesta oportuna del *personal de guarda* y las *fuerzas de respuesta*” (párr. 4.35 de la ref. [1]).
- c) Para los materiales nucleares de la categoría I, “[a]l menos una vez al año, las *pruebas de funcionamiento* del *sistema de protección física* deberían incluir ejercicios apropiados, por ejemplo, *simulacros de ataque por personal designado...*” (párr. 4.49 de la ref. [1]).
- d) Con respecto al sabotaje de blancos que puedan dar lugar a consecuencias radiológicas de alto riesgo:

“Deberían realizarse evaluaciones periódicas, incluidas *pruebas de funcionamiento*, de las *medidas de protección física* y el *sistema de protección física*, así como de la respuesta oportuna del *personal de guarda* y las *fuerzas de respuesta* ... Las *pruebas de funcionamiento* del *sistema*

de protección física deberían incluir ejercicios apropiados, por ejemplo, *simulacros de ataque por personal designado ...*” (párr. 5.41 de la ref. [1]).

4.51. Estas disposiciones indican que el explotador debe planificar, realizar y documentar la evaluación y las pruebas de funcionamiento del sistema de protección física de un modo que satisfaga los requisitos reglamentarios. A lo largo de la vida de la instalación nuclear (es decir, durante el diseño, la construcción, la obtención de la licencia, la explotación, las modificaciones o mejoras, y la clausura y gestión de los desechos radiactivos y del combustible gastado) deberían tenerse en cuenta las partes pertinentes de esta evaluación y de estas pruebas de funcionamiento.

4.52. El explotador debería estudiar la posibilidad de emplear a expertos independientes para que examinen su evaluación del sistema y sus pruebas de funcionamiento respecto de los materiales nucleares de la categoría I y de los sabotajes que puedan tener consecuencias radiológicas de alto riesgo.

Métodos para la evaluación del sistema

4.53. Hay varios enfoques basados en el desempeño que permiten evaluar la eficacia del sistema de protección física contra la acción de agentes internos y de adversarios externos. Los métodos de evaluación basados en el desempeño son los siguientes:

- a) **Análisis de rutas.** En este método de evaluación se establecen cronogramas, como el que se presenta en la figura 5, para las diferentes rutas verosímiles por las que el adversario podría intentar llegar al blanco. Sobre la base del cronograma, el análisis determina si existe una garantía alta de que el ataque será detectado cuando aún quede suficiente tiempo de ejecución del adversario para que la fuerza de respuesta pueda interrumpir su acción. Normalmente, los tiempos de ejecución y los tiempos de respuesta se miden o estiman cuantitativamente, y las medidas de la eficacia de los elementos de detección son estimaciones probabilistas basadas en pruebas de funcionamiento.
- b) **Simulaciones.** Este método de evaluación incluye simulaciones informáticas del sistema de protección física y ejercicios teóricos que permiten examinar la eficacia de los planes de seguridad física y de contingencia como base para la respuesta ante las decisiones simuladas del adversario y de las fuerzas de respuesta de la instalación. Esta herramienta se utiliza normalmente para evaluar el comportamiento global del sistema de protección física en la detección, interrupción y neutralización de adversarios simulados,

teniendo en cuenta todas las medidas. Las simulaciones pueden emplearse también para examinar aspectos específicos, como la eficacia de la fuerza de respuesta en la neutralización del adversario (es decir, en la tarea de impedir que el adversario consuma el acto después de la detección y la interrupción).

- c) Ejercicios. Este método de evaluación abarca desde la ejercitación limitada a algunos elementos específicos del sistema de protección física, como la respuesta a una alarma, hasta simulacros de ataque por personal designado en que se evalúa la eficacia del sistema de protección física completo contra el ataque simulado de un adversario. Las simulaciones pueden no captar algunos aspectos prácticos importantes de la respuesta, y pasar por alto elementos importantes de los escenarios de ataque. Por lo tanto, no deberían sustituir completamente los ejercicios prácticos del personal de la instalación y las fuerzas de respuesta.

4.54. Las simulaciones y los ejercicios forman parte, por lo general, del análisis de escenarios, en que se establecen diferentes ataques postulados ('escenarios'), que se especifican en detalle y luego se simulan o utilizan como base en ejercicios que permiten determinar la eficacia del sistema de protección física en cada caso. El análisis de escenarios se basa normalmente en el análisis de rutas, y estudia los métodos concretos que un adversario podría emplear para burlar los sensores, las barreras y los sistemas de comunicación o para desviar o eliminar a una parte de la fuerza de respuesta. Por lo general, los escenarios son desarrollados por expertos en el tema, después de lo cual se utilizan ejercicios y/o simulaciones para determinar cualitativa o cuantitativamente la eficacia del sistema. El análisis de escenarios puede emplear información procedente de los cronogramas creados durante el análisis de rutas.

4.55. El análisis de escenarios puede comprender escenarios de colusión de agentes internos con adversarios externos, en la medida en que esos escenarios formen parte de la amenaza base de diseño o de la evaluación de la amenaza. Las evaluaciones de las amenazas externas incluyen la consideración de las características del adversario, como el número de atacantes, su equipamiento (incluidas las armas y los explosivos) y las habilidades que pudieran ayudarle a esquivar las medidas de protección física. Por lo general, el análisis de rutas incluye el uso de herramientas especializadas.

4.56. La eficacia de un sistema puede medirse ya sea cuantitativa o cualitativamente. El Estado debería decidir los métodos que deban utilizarse para los diferentes tipos de blancos, amenazas y escenarios. Se sugiere que el nivel exigido de eficacia global del sistema de protección física se defina por

lo bajo, como el nivel mínimo de eficacia cuantitativa o cualitativa del sistema requerido para cumplir los objetivos reglamentarios, cuando se hayan tomado en consideración todas las rutas del adversario y todos los escenarios verosímiles.

4.57. Dos clases generales de escenarios permiten evaluar los dos tipos de amenaza: la retirada no autorizada y el sabotaje. Para una retirada no autorizada, el adversario necesita acceder al lugar en que se encuentran los materiales que son el blanco de su ataque, extraer esos materiales y llevarlos hasta un lugar situado fuera del emplazamiento. En el caso de los materiales nucleares de la categoría I, una estrategia de respuesta eficaz consistiría en denegar el acceso a los materiales nucleares o, si eso no se logra, en contener al adversario antes de que pueda sacar los materiales nucleares del emplazamiento. En el caso del sabotaje, el adversario necesita obtener acceso a los materiales nucleares que son el blanco de su ataque y/o a las zonas vitales, para luego sabotear directamente los materiales o causar indirectamente una emisión de radionucleidos mediante el sabotaje del equipo. En este caso, una estrategia de respuesta sería denegar el acceso a los materiales o al equipo por un tiempo por lo menos equivalente al que se requiera para consumar el acto de sabotaje.

Consideraciones adicionales para la evaluación de las amenazas internas

4.58. Las evaluaciones deberían incluir también análisis de la vulnerabilidad del sistema de protección física a las amenazas internas. Las orientaciones para realizar esas evaluaciones figuran en la referencia [9]. A los efectos del análisis, las amenazas internas pueden clasificarse como pasivas (p. ej., cuando se limitan a la obtención de información de carácter estratégico) o activas; las activas se dividen en aquellas en que los agentes internos están dispuestos a usar la fuerza contra un blanco o una persona, y aquellas en que no. En función de las situaciones previstas en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño, la evaluación puede incluir el examen de la posibilidad de una colusión de un agente interno con otro agente interno o con adversarios externos.

4.59. Para determinar la eficacia de la protección de la instalación contra las amenazas internas, pueden utilizarse escenarios que entrañen una secuencia de acciones por parte de un agente interno. Los cronogramas del adversario son adecuados solo para evaluar los escenarios de ataque por un agente interno que consistan en una secuencia continua de acciones, que podrán tratarse del mismo modo que los escenarios de una amenaza externa. El cronograma de un agente interno activo puede representar una serie continua de tareas, del mismo modo que en el caso de un adversario externo (véase la figura 5), o una serie discontinua de tareas, en que algunas acciones estén separadas entre sí por un intervalo de

tiempo importante y/o se lleven a cabo en lugares diferentes. Un escenario con un cronograma continuo sería, por ejemplo, un robo abrupto, en que un agente interno intente robar materiales nucleares mediante una secuencia ininterrumpida de acciones. Un ejemplo de escenario de ataque discontinuo por un agente interno sería un robo prolongado, en que el agente intente adquirir cantidades importantes de materiales nucleares mediante una serie de robos distintos de pequeñas cantidades a lo largo de un período de varios días o semanas.

FUNCIONES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

4.60. El sistema de protección física cumple los requisitos y los objetivos de protección física mediante la disuasión y mediante una combinación de medidas de detección, dilación y respuesta. En la referencia [17] figuran orientaciones adicionales y más detalladas sobre estas funciones principales de un sistema de protección física.

Disuasión

4.61. La disuasión consiste en lograr que los posibles adversarios vean la instalación como un blanco no atractivo y decidan no atacarlo porque la probabilidad de éxito es demasiado baja (o porque las consecuencias negativas que puedan derivarse para ellos son demasiado altas). Para promover la disuasión, el explotador puede utilizar medidas de protección observables, como la presencia visible de guardias que patrullen la instalación, una buena iluminación durante la noche, barrotes en las ventanas y barreras para los vehículos. La disuasión puede ayudar a evitar un ataque, pero su eficacia es difícil, si no imposible, de medir. Además, la visibilidad de las medidas de protección física y del personal puede aumentar su vulnerabilidad a las acciones de un adversario.

Detección

4.62. La detección es un proceso del sistema de protección física que comienza con la percepción de un posible acto doloso u otro acto no autorizado, o de la presencia de un adversario, y la activación de una alarma. El proceso concluye cuando se ha evaluado la causa de la alarma.

4.63. La figura 6 muestra la secuencia de sucesos que constituye la detección e ilustra el hecho de que esta no es un suceso único e instantáneo. No se considera que se ha detectado la acción de un posible adversario mientras no se hayan

cumplido todos los pasos de esta secuencia. La información necesaria para la evaluación exacta de las alarmas comprende detalles tales como quién (o qué) activó la alarma, qué actividad concreta disparó la alarma, dónde tuvo lugar esa actividad y cuántas personas intervinieron posiblemente en ella. Los tres primeros pasos de la figura 6 —la activación del sensor, el inicio de la señal de alarma y la notificación de la alarma— representan la ‘percepción’; el suceso final, la evaluación de la alarma, completa el proceso de detección.

4.64. La secuencia de la detección comienza cuando un sensor de cualquier tipo es activado por la causa que sea. La activación de un sensor puede consistir en el disparo del sensor de un equipo (p. ej., un monitor de radiaciones o un sensor de movimientos) del sistema de protección física o en la notificación de una observación sospechosa por una persona, por ejemplo, un guardia.

4.65. La eficacia de la función de detección de un sistema de protección física depende de las características de los sensores del sistema y de sus elementos responsables de la activación de la señal de alarma, la notificación de la alarma y la evaluación, así como del comportamiento del personal de la estación central de alarma y de los guardias o los miembros de la fuerza de respuesta que intervengan en la detección. La tecnología puede aumentar la eficiencia de todas las etapas del proceso de detección. Cuando se utilice tecnología, el sistema de detección debería tener sensores y sistemas de videocámaras que proporcionen datos sobre la percepción y la evaluación.

4.66. La eficacia de la detección es una función tanto de la probabilidad de la detección como del tiempo necesario para llevarla a cabo. La probabilidad de la detección se compone de las probabilidades de que se perciba la acción y de que la alarma se genere, se notifique y se evalúe correctamente. El tiempo de detección (de T_0 a T_D ; véase la fig. 5) es la suma de los tiempos requeridos para cumplir los cuatro pasos de la figura 6. Cuanto más breve sea el tiempo de detección, mayor será la probabilidad de que la alarma sea evaluada y los guardias puedan desplegarse a tiempo para interrumpir al adversario, si es necesario.

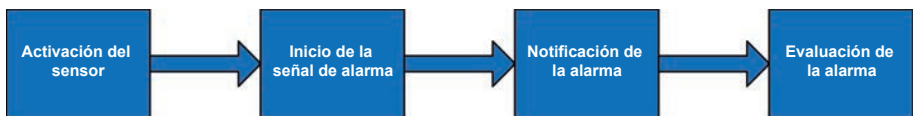


FIG. 6. Función de detección de un sistema de protección física.

4.67. La detección puede ser activada también por medidas de control del acceso, por ejemplo en el caso de un intento de ingreso no autorizado de personas, vehículos o artículos prohibidos, o de una tentativa de retirada no autorizada de materiales nucleares.

Dilación

4.68. La dilación o demora es la función del sistema de protección física que intenta ralentizar el avance del adversario hacia el blanco con el fin de disponer de más tiempo para una respuesta eficaz. La dilación puede lograrse simplemente interponiendo distancias y zonas que deban atravesarse, y estableciendo barreras que deban superarse o eludirse, como vallas, verjas, portales, puertas, cerraduras, jaulas y sistemas de demora activados. Las barreras pueden disuadir o derrotar a los adversarios, si no consiguen penetrarlas. Los adversarios tienen que dedicar un tiempo a penetrar o superar los distintos tipos de barrera. Estos tiempos de demora son factores que deben tenerse en cuenta al diseñar el sistema de protección física. Los guardias o las fuerzas de respuesta pueden aumentar la dilación si están debidamente posicionados, armados y protegidos.

4.69. La principal variable que mide la eficacia del elemento de dilación de un sistema de protección física es el tiempo que necesitará el adversario, tras la detección, para superar la medida causante de la demora. Los obstáculos con que tropiece el adversario antes de la detección no tendrán ningún efecto en la eficacia del sistema de protección física, ya que esa dilación no proporcionará un tiempo adicional para la respuesta al adversario. (Las barreras externas pueden cumplir también otros fines, como la disuasión o la mitigación de los efectos de un ataque a distancia.) La dilación es una función especialmente importante en los casos en que las fuerzas de respuesta no se encuentran normalmente en las cercanías del blanco y necesitan disponer de suficiente tiempo para acudir e impedir la consumación del acto doloso.

Respuesta

4.70. La respuesta es la función del sistema de protección física que tiene por objeto interrumpir y neutralizar al adversario antes de que pueda consumir un acto doloso. Los guardias tienen la responsabilidad de controlar los accesos, escoltar a personas, monitorizar y vigilar las alarmas en la estación central de alarma, realizar rondas por el emplazamiento y/o iniciar la respuesta tras la detección de un posible adversario. Estos guardias pueden o no estar preparados y autorizados para una respuesta armada. La fuerza de respuesta consiste en personas de dentro o fuera del emplazamiento que están armadas y debidamente

equipadas y entrenadas para interrumpir y neutralizar a un adversario que intente llevar a cabo una retirada no autorizada o un acto de sabotaje.

LOCALIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES NUCLEARES DESAPARECIDOS O ROBADOS

4.71. Con arreglo a lo dispuesto en el marco jurídico y de reglamentación del Estado, el explotador debería adoptar varias medidas para apoyar los esfuerzos por localizar y recuperar los materiales nucleares desaparecidos o robados. Esas medidas se detallan en la referencia [1]:

“4.57. El *explotador* debería asegurar que cualquier *material nuclear* desaparecido o robado sea detectado de manera oportuna por medios como el *sistema de contabilidad y control de materiales nucleares* y el *sistema de protección física* (por ejemplo, inventarios periódicos, inspecciones, registros de control del acceso, examen para la detección de radiaciones).

4.58. El *explotador* debería confirmar cualquier desaparición o robo de *materiales nucleares* realizando lo antes posible un inventario rápido de emergencia en el plazo que especifique el Estado. Un *sistema de contabilidad y control de materiales nucleares* debería proporcionar información precisa sobre *materiales nucleares* de la instalación que podrían haber desaparecido tras un *suceso de seguridad física nuclear*.

4.59. El *explotador* debería notificar a la *autoridad competente* y a otras organizaciones del Estado competentes la desaparición o el robo de *materiales nucleares*, conforme a lo especificado por el Estado.

4.60. Las medidas del *explotador* destinadas a localizar y recuperar *materiales nucleares* desaparecidos o robados se deberían incluir en su *plan de contingencia*, y se deberían poner a prueba y evaluar periódicamente. Deberían realizarse ejercicios apropiados conjuntamente con la *autoridad competente* y otras organizaciones estatales.

4.61. El *explotador* debería adoptar todas las medidas apropiadas para localizar cuanto antes cualquier *material nuclear* cuya desaparición o robo en el emplazamiento y posiblemente fuera de él (persecución extraterritorial) se haya declarado de conformidad con el marco jurídico y de reglamentación y el *plan de contingencia*.

4.62. Tan pronto como se hayan localizado e identificado los *materiales nucleares* desaparecidos o robados, el *explotador* debería, de acuerdo con el *plan de contingencia*, colocar en lugar seguro estos materiales *in situ* y devolverlos después a una *instalación nuclear* apropiada con la debida autorización de la *autoridad competente*.

4.63. El *explotador* debería prestar cualquier otro tipo de asistencia que las organizaciones del Estado necesiten para localizar y recuperar los *materiales nucleares* y debería cooperar durante las posteriores investigaciones y acciones judiciales.”

4.72. El primer paso en la localización y recuperación de materiales nucleares desaparecidos o robados es la detección de que los materiales nucleares no se encuentran en su ubicación autorizada. Por ejemplo:

- a) El sistema de protección física puede detectar el intento de un adversario de robar materiales nucleares; si el sistema no logra impedir este acto, los materiales nucleares serán retirados de la instalación.
- b) El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares puede detectar la desaparición de materiales nucleares durante las operaciones, la realización de un inventario o una inspección.
- c) Los registros en los puntos de control del acceso o los detectores de radiación pueden revelar una tentativa de retirada no autorizada de materiales nucleares.
- d) El personal de la instalación puede observar y detectar que alguien está intentando retirar materiales nucleares.

4.73. Tras la detección de que los materiales nucleares no se encuentran en el lugar debido, el *explotador* debería adoptar medidas para confirmar cuanto antes las cantidades y los tipos de materiales nucleares que han desaparecido. Cuando el *explotador* haya confirmado que los materiales nucleares no se encuentran donde deberían estar, deberá darse aviso de inmediato a las autoridades competentes del Estado. De conformidad con el plan de contingencia, el *explotador* podrá entonces continuar la búsqueda de los materiales dentro del emplazamiento o incluso iniciar una búsqueda fuera del emplazamiento, si es el caso, en coordinación con las autoridades competentes que correspondan. En algunos casos, estas búsquedas pueden requerir la activación de planes de emergencia [10, 12]. La zona en que se encontraban los materiales en cuestión antes de su desaparición o robo debería protegerse y tratarse como la posible escena de un delito. También debería verificarse que se mantenga una protección física continua de los otros materiales nucleares.

4.74. Todas las medidas de respuesta deberían ser conformes con lo dispuesto en el plan de contingencia y coordinarse con las autoridades competentes que procedan. Cuando se localicen los materiales nucleares, el explotador u otra parte adecuada deberían hacerse cargo de su protección y su devolución a un lugar apropiado. La protección y devolución de los materiales habrá de realizarse en estrecha consulta con todas las autoridades competentes pertinentes, incluidos los organismos de las fuerzas del orden, especialmente si se ha iniciado o es probable que se inicie una investigación criminal.

4.75. Los arreglos para la coordinación de las operaciones de recuperación y los protocolos deberían estar documentados en detalle en los planes de contingencia y, cuando sea necesario, estar coordinados con los planes de emergencia. Se sugiere que después de cualquier pérdida de materiales se realice un examen de seguimiento, y que las enseñanzas extraídas de la respuesta se incorporen en la modificación de los planes de contingencia.

MITIGACIÓN O REDUCCIÓN AL MÍNIMO DE LAS CONSECUENCIAS RADIOLÓGICAS DE UN SABOTAJE

4.76. La respuesta a un acto de sabotaje puede requerir la participación de muchas autoridades competentes, incluidas, posiblemente, las encargadas de la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica, ya sea en caso de accidente o de un acto de sabotaje. Para ser eficaz, la respuesta a un acto de sabotaje debería estar debidamente integrada y coordinada con la respuesta a la emergencia que pueda derivarse de ese acto [10].

4.77. De conformidad con la referencia [1], el explotador tiene las siguientes responsabilidades en lo que respecta a las medidas para mitigar o reducir al mínimo las consecuencias radiológicas de un sabotaje:

“5.54. El *explotador* debería establecer un *plan de contingencia*.

5.55. El *explotador* debería preparar al personal de la instalación para que actúe en total coordinación con el *personal de guarda*, las *fuerzas de respuesta*, los organismos encargados de hacer cumplir la ley y los grupos de respuesta de seguridad en la aplicación de los *planes de contingencia*.

5.56. El *explotador* debería evaluar, al detectar un *acto doloso*, si ese acto podría tener consecuencias radiológicas.

5.57. El *explotador* debería notificar oportunamente el *sabotaje* o intento de *sabotaje* a la *autoridad competente*, las *fuerzas de respuesta* y otras organizaciones del Estado pertinentes, conforme a lo especificado en el *plan de contingencia*.

5.58. Inmediatamente después de un acto de *sabotaje*, el *explotador* debería adoptar medidas para prevenir otros daños, lograr la seguridad de la *instalación nuclear* y proteger el equipo y el personal de emergencia.”

4.78. Todo el personal de respuesta a un acto de sabotaje debería tener un buen conocimiento de los peligros relacionados con la seguridad tecnológica (p. ej., la exposición a radiación) que existan en la instalación nuclear y de las repercusiones que podría tener en ese sentido un acto de sabotaje. El personal de respuesta deberá cumplir también con todas las medidas de seguridad tecnológica pertinentes.

4.79. Los planes de contingencia deben indicar las funciones y responsabilidades de todos los órganos que participen en la respuesta a un acto de sabotaje, y disponer, entre otras cosas, que:

- a) La respuesta en el emplazamiento se inicie sin tardanza y se gestione de manera que no menoscabe el mantenimiento constante de las funciones operacionales de seguridad tecnológica y de protección física.
- b) La respuesta fuera del emplazamiento se gestione eficazmente y se coordine con la respuesta interna.
- c) A lo largo de todo el suceso se evalúe la información necesaria para adoptar decisiones sobre la asignación de los recursos.

4.80. El *explotador* debería incluir en su plan de contingencia medidas que tengan por objeto prevenir nuevos daños al blanco y a otras partes de la instalación, garantizar la seguridad física de la instalación nuclear y proteger el equipo y el personal de emergencia.

4.81. Deberían elaborarse y distribuirse planes de contingencia que ayuden a limitar las consecuencias en caso de sabotaje. La respuesta al acto de sabotaje y la respuesta a la emergencia que ese acto cause pueden entrañar medidas que deban aplicarse en los mismos lugares y en el mismo momento, pero con objetivos diferentes. Por lo tanto, es necesario que los planes de contingencia y los planes de emergencia sean complementarios y se sometan periódicamente a ejercicios conjuntos para comprobar que sean eficaces y compatibles. Hay que tener cuidado de verificar que las actividades de las fuerzas de respuesta

no menoscaben la seguridad tecnológica, y que la protección física no se vea socavada por la aplicación de las medidas de seguridad tecnológica. En el apéndice II se presenta un modelo para un plan de contingencia.

4.82. El centro de respuesta a emergencias establecido para coordinar y dirigir la respuesta interna y externa a una emergencia en la instalación nuclear, independientemente del suceso que la cause [10], podrá utilizarse también para los elementos de mando y control de las funciones de respuesta de protección física.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN FÍSICA

4.83. El sistema de protección física que se aplique en una instalación nuclear debería ser acorde con el plan de seguridad física de la instalación y estar descrito en detalle en dicho plan. El plan de seguridad física comprende todos los aspectos de las medidas de protección física incluidas en el diseño del sistema de protección física. En la referencia [17] se ofrece información más detallada sobre la aplicación de las medidas de protección física.

4.84. Las medidas de protección física pueden clasificarse según la función o las funciones que cumplan, con arreglo a lo descrito en los párrafos 4.60 a 4.70. En el cuadro 3 se indican las relaciones de las recomendaciones de las secciones 4 y 5 de la referencia [1] respecto de cada tipo de medida de protección física con la categoría de los materiales nucleares, para las retiradas no autorizadas, y el nivel de las consecuencias posibles, para el sabotaje. También se enumeran los requisitos de evaluación y de pruebas de funcionamiento para cada nivel de protección.

4.85. Las recomendaciones relativas a las medidas de protección física que figuran en la referencia [1] están organizadas con arreglo al enfoque graduado. Las medidas recomendadas para los materiales nucleares de la categoría II incluyen también las medidas para la categoría III, y las medidas para los materiales nucleares de la categoría I comprenden las medidas para las categorías II y III.

Zonas y niveles de protección

4.86. La figura 7 es una representación conceptual, basada en las recomendaciones formuladas en los párrafos 4.14, 4.22 a 4.28, 4.37 a 4.40, 4.42 a 4.46 y 5.20 a 5.35 de la referencia [1], de los diferentes tipos de zonas que pueden existir en

una instalación nuclear, en función de los materiales nucleares y de los blancos de sabotaje para los que deba establecerse una defensa en profundidad. Estas zonas de protección están físicamente separadas entre sí y cada una tiene su propio nivel de protección. A continuación se examinan los requisitos del nivel de protección de cada zona, partiendo por la más interna, en relación con las recomendaciones relativas a su ubicación, el acceso, la detección, la dilación y la respuesta.

Zona de acceso limitado

4.87. Una zona de acceso limitado es una zona designada que contiene una instalación nuclear y materiales nucleares a los que es preciso limitar o controlar el acceso por motivos de protección física. Todos los materiales nucleares de la categoría III que se mantengan en esta zona deberían estar protegidos mediante las medidas enumeradas en el cuadro 3. (Con arreglo a la política nacional, puede haber también otra zona fuera de los límites de la instalación nuclear que sea una zona controlada.)

Zona protegida

4.88. Los materiales nucleares de la categoría II deberían estar en una zona protegida. Como parte de la protección graduada, los Estados pueden considerar la posibilidad de mantener los blancos que en caso de sabotaje puedan dar lugar a consecuencias radiológicas inaceptables, pero no de alto riesgo, en una zona protegida. Todas las zonas protegidas deberían encontrarse dentro de una zona de acceso limitado y protegerse mediante la aplicación de las medidas enumeradas en el cuadro 3. Se recomienda específicamente que el perímetro de la zona protegida esté dotado de una barrera física.

Zonas interiores y zonas vitales

4.89. Las zonas interiores son espacios que contienen materiales nucleares de la categoría I, y las zonas vitales son espacios que contienen equipo y/o materiales radiactivos cuyo sabotaje podría tener consecuencias radiológicas de alto riesgo. Una zona interior puede ser también una zona vital, en cuyo caso deberían aplicarse tanto las medidas contra una retirada no autorizada como las medidas contra un sabotaje. Dentro de la zona interior, los materiales nucleares de la categoría I deberían estar almacenados en una sala o un recinto acorazados. Las zonas interiores y las zonas vitales deberían encontrarse dentro de una zona protegida, y protegerse mediante la aplicación de las medidas enumeradas en el cuadro 3.

CUADRO 3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN FÍSICA DE UNA INSTALACIÓN: REMISIONES CRUZADAS CON LOS PÁRRAFOS DE LA REFERENCIA [1]

| | Retirada no autorizada de materiales nucleares en uso o en almacenamiento, por categoría de los materiales | | | Sabotaje de instalaciones con consecuencias de alto riesgo | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | Categoría III (zona de acceso limitado) | Categoría II (zona protegida) | Categoría I (zona interior) | Zona protegida | Zona vital |
| Medidas de protección física | | | | | |
| Detección | 4.14, 4.15, 4.16 | 4.14, 4.15, 4.16, 4.23, 4.30, 4.31 | 4.14, 4.15, 4.16, 4.23, 4.30, 4.31, 4.38, 4.40, 4.46, 4.47, 4.48 | 5.14, 5.21, 5.22, 5.36, 5.37 | 5.14, 5.26, 5.29, 5.33, 5.36, 5.37 |
| Evaluación de la alarma | n.a. ^a | 4.23, 4.30, 4.31 | 4.23, 4.30, 4.31, 4.47 | 5.21, 5.36 | 5.36 |
| Control del acceso | 4.14, 4.17 | 4.12, 4.17, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.30 | 4.12, 4.17, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.30, 4.38, 4.40, 4.42, 4.44, 4.45 | 5.14, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.36 | 5.14, 5.26, 5.28, 5.31, 5.32, 5.34, 5.35, 5.36 |
| Detección de artículos prohibidos | n.a. ^a | 4.25 | 4.25, 4.43 | 5.14, 5.23 | 5.14 |
| Estación central de alarma | n.a. ^a | 4.30, 4.31, 4.32, 4.33 | 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.47 | 5.36, 5.37, 5.38 | 5.36, 5.37, 5.38 |
| Dilación | n.a. ^a | 4.23 | 4.23, 4.38, 4.39, 4.41, 4.46 | 5.14, 5.21 | 5.14, 5.26, 5.27, 5.30 |
| Respuesta | 4.15, 4.19, 4.20 | 4.15, 4.19, 4.20, 4.30, 4.32, 4.33, 4.34 | 4.15, 4.19, 4.20, 4.30, 4.32, 4.33, 4.34, 4.49 | 5.14, 5.21, 5.36, 5.38, 5.39, 5.40, 5.42 | 5.14, 5.36, 5.38, 5.39, 5.40, 5.42 |

CUADRO 3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN FÍSICA DE UNA INSTALACIÓN: REMISIONES CRUZADAS CON LOS PÁRRAFOS DE LA REFERENCIA [1] (continuación)

| | Retirada no autorizada de materiales nucleares en uso o en almacenamiento, por categoría de los materiales | | | Sabotaje de instalaciones con consecuencias de alto riesgo | |
|------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|--|------------------------|
| | Categoría III (zona de acceso limitado) | Categoría II (zona protegida) | Categoría I (zona interior) | Zona protegida | Zona vital |
| Medidas de protección física | | | | | |
| Evaluación | | | | | |
| Pruebas de funcionamiento | 4.20 | 4.20, 4.35 | 4.20, 4.35, 4.49 | 5.15, 5.16, 5.41 | 5.15, 5.16, 5.34, 5.41 |

^a n.a.: no se aplica.

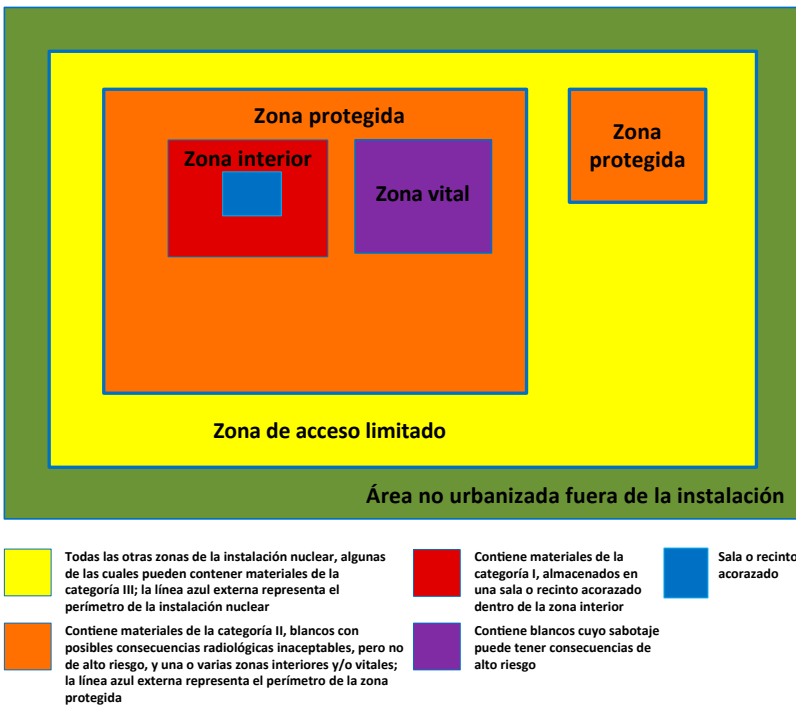


FIG. 7. Disposición física de la instalación nuclear.

Estación central de alarma

4.90. Se recomienda que toda instalación nuclear que contenga materiales nucleares de las categorías I y II y/o blancos cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo posea una estación central de alarma.

4.91. La siguiente recomendación se refiere a la protección de los materiales nucleares de las categorías I y II:

“4.30. Se debería establecer una *estación central de alarma*, que esté dotada permanentemente de personal, para la vigilancia y evaluación de las alarmas, la puesta en marcha de la respuesta y la comunicación con el *personal de guarda*, las *fuerzas de respuesta* y la dirección de la instalación. La información obtenida en la *estación central de alarma* debería almacenarse de manera segura. Normalmente la *estación central de alarma* debería estar situada en una *zona protegida*, de modo que pueda seguir desempeñando sus funciones en caso de una amenaza, por ejemplo, reforzada. El acceso a la *estación central de alarma* debería reducirse estrictamente al mínimo y ser controlado.” [1]

4.92. Para los blancos cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo, la referencia [1] contiene una recomendación que básicamente combina las recomendaciones de los párrafos 4.30 y 4.47 de esa publicación:

“5.36. Se debería establecer una *estación central de alarma* dotada permanentemente de personal para la vigilancia y evaluación de las alarmas, la puesta en marcha de la respuesta y la comunicación con el *personal de guarda*, las *fuerzas de respuesta* y la dirección de la instalación. La información obtenida en la *estación central de alarma* debería almacenarse de manera segura. Normalmente, la *estación central de alarma* debería estar situada en una *zona protegida*, de modo que pueda seguir desempeñando sus funciones en caso de una amenaza, por ejemplo, reforzada. El acceso a la *estación central de alarma* debería reducirse estrictamente al mínimo y ser controlado. Deberían existir disposiciones, incluidas medidas de redundancia, para garantizar que las funciones de la *estación central de alarma* relativas a la vigilancia y evaluación de las alarmas, la puesta en marcha de la respuesta y la comunicación puedan continuar durante una emergencia (por ejemplo, una estación de alarma de apoyo).”

4.93. El componente principal de una estación central de alarma es un sistema de comunicación y visualización de alarmas. Este sistema facilita la monitorización

y evaluación de las alarmas en la estación central de alarma. Como mínimo, el sistema debe cumplir las siguientes funciones:

- a) transmitir las señales de alarma y de vídeo de los sensores y las cámaras a la estación central de alarma;
- b) presentar esta información a un operador de la estación central de alarma, a fin de que pueda utilizarse para tomar decisiones y medidas;
- c) ayudar al operador de la estación central de alarma a evaluar las alarmas.

4.94. La buena práctica consiste en diseñar las vías de comunicación de las alarmas de modo que sean redundantes (es decir, que haya dos o más sistemas distintos de comunicación) y diversas (p. ej., que los distintos sistemas utilicen diferentes rutas físicas). La redundancia hace que el sistema de comunicaciones sea más fiable —si una vía de comunicación deja de funcionar, la otra o las otras pueden asumir su función— y más seguro, ya que el adversario deberá inutilizar o vulnerar por lo menos dos vías de comunicación, en lugar de una sola.

4.95. Las siguientes recomendaciones de la referencia [1] se relacionan con la protección de los materiales nucleares de las categorías I y II:

“4.31. El equipo de alarma, las vías de comunicación en caso de alarma y la *estación central de alarma* deberían estar dotados de un suministro eléctrico ininterrumpido y protegidos contra la monitorización no autorizada, la manipulación y la falsificación.

4.32. Deben preverse sistemas de transmisión especializados, redundantes, seguros y diversos para la comunicación oral en ambos sentidos entre la *estación central de alarma* y las *fuerzas de respuesta* para las actividades relacionadas con la *detección*, la evaluación y la respuesta. Se deberían disponer medios específicos y seguros para la comunicación oral en ambos sentidos entre el *personal de guarda* y la *estación central de alarma*.”

Para los blancos cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo, hay dos recomendaciones parecidas en los párrafos 5.37 y 5.38 de la referencia [1].

4.96. Pueden diseñarse y aplicarse medidas de protección física (denegación del acceso al equipo y denegación y detección del acceso a la información) que mantengan la integridad del sistema de comunicación y visualización de alarmas durante los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear. La colocación

de sensores que indiquen la manipulación ilícita de las cajas de conexión y las cabinas del equipo puede contribuir también a la protección física.

4.97. El operador de la estación central de alarma es responsable de evaluar las alarmas y de poner en marcha la respuesta adecuada ante un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. Debido a esta función crucial, la estación central de alarma debería estar situada normalmente en una zona protegida. Dado que esta estación es la interfaz de las funciones de detección y respuesta, sus operadores deberían ser, en lo posible, guardias y/o miembros de las fuerzas de respuesta, que tengan un buen conocimiento y una sólida comprensión de los planes de contingencia. Se sugiere que las funciones de la estación central de alarma sean objeto de ejercicios periódicos en el marco de las operaciones normales, y se pongan a prueba para las condiciones operacionales menos frecuentes.

4.98. En el párrafo 4.47 de la referencia [1] se formulan otras recomendaciones relacionadas con los materiales nucleares de la categoría I que puedan causar consecuencias radiológicas de alto riesgo:

“Deberían adoptarse disposiciones, incluidas medidas de redundancia, para garantizar que las funciones de la *estación central de alarma* relativas a la vigilancia y evaluación de las alarmas, la puesta en marcha de la respuesta y la comunicación puedan continuar durante una emergencia (por ejemplo, una estación de alarma de apoyo).”

Para los blancos cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo existe una disposición parecida en el párrafo 5.36 de la referencia [1].

4.99. Las funciones esenciales de la estación central de alarma deberían mantenerse cuando la estación se encuentre amenazada, sea vulnerada o deba evacuarse por motivos de seguridad. En esas circunstancias, una estación de alarma de apoyo puede permitir la continuidad de las operaciones para mantener las funciones esenciales de la estación. La estación de apoyo debería estar situada en un lugar distinto del de la estación central de alarma, donde sea posible seguir ejecutando las funciones esenciales. Los sistemas de protección física que cuentan con una estación de apoyo, además de la estación central de alarma, tienen las siguientes ventajas:

- a) La redundancia del equipo entre las dos estaciones ofrece un mayor grado de fiabilidad.
- b) La estación central de alarma puede utilizarse como sistema primario, con vigilancia y supervisión desde la estación de apoyo.

- c) La estación de apoyo puede asumir las funciones de protección física en caso de fallo del equipo o del personal de la estación central de alarma, o en caso de ataque a esa estación.

Barreras físicas

4.100. Las barreras físicas deberían colocarse de modo que el avance del adversario se vea retrasado por la necesidad de superarlas o sortearlas, dando así a las fuerzas de respuesta un tiempo suficiente para interrumpir al adversario antes de que pueda consumar el acto doloso. Un diseño equilibrado comprende demoras equilibradas en los diferentes escenarios y las distintas rutas del adversario, con barreras físicas cuidadosamente planificadas para cada lugar particular en la ruta del adversario. El grado de dilación dependerá de la naturaleza de las barreras empleadas. Se sugiere que se utilicen múltiples niveles de diferentes tipos de barreras a lo largo de todas las rutas posibles del adversario, de conformidad con la evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño, a fin de complicar y, de ese modo, retrasar el avance del adversario, exigiéndole —además de un tiempo mayor— el uso de diferentes herramientas y habilidades. Como ayuda para la evaluación de las alarmas y para crear oportunidades de interrumpir a los adversarios en lugares previsibles, debería estudiarse la posibilidad de instalar barreras físicas y sistemas de detección adyacentes entre sí, de modo que el adversario se encuentre con una barrera inmediatamente después de que se haya percibido el ataque. Este arreglo demorará al adversario en el punto de detección y aumentará la probabilidad de detectar el ataque. A fin de detectar un ataque a las barreras físicas o su manipulación, se sugiere que las barreras que no estén cubiertas por un sistema de detección de intrusiones sean objeto de rondas aleatorias u otra forma de vigilancia.

4.101. En muchos casos, es posible utilizar un vehículo para irrumpir a través de una valla o una verja cerrada. En la referencia [1] se recomienda que se instalen barreras para vehículos a una distancia adecuada de las zonas vitales y las zonas interiores. Para reducir al mínimo la probabilidad de irrupción en una zona de seguridad, pueden instalarse barreras para vehículos en lugares apropiados en tierra y en el agua. La orientación de las verjas vehiculares y de sus caminos de acceso puede diseñarse de modo que se reduzca la probabilidad de que sean abatidas por un vehículo en movimiento. Los caminos de acceso con una sucesión de curvas cerradas a ambos lados de la verja obligarán a los vehículos a reducir la velocidad cerca de la verja, aumentando así la eficacia de las barreras vehiculares. En todos los casos, las barreras para vehículos deberían diseñarse y utilizarse de manera que sean capaces de detener un vehículo del tipo descrito en la amenaza base de diseño o en la evaluación de la amenaza. Para detectar la

manipulación de las barreras vehiculares, es una buena práctica que exista una forma adecuada de vigilancia de esas barreras.

Sistemas de control del acceso

4.102. Los sistemas de control del acceso comprenden equipo, personas y procedimientos que permiten verificar las autorizaciones para entrar en las distintas zonas, y controlar los movimientos de las personas y los materiales hacia y desde cada una de ellas. Los sistemas de control del acceso se utilizan para determinar quién está autorizado a entrar, en qué momentos y por dónde, así como para aplicar condiciones a las entradas autorizadas. La información relacionada con el control del acceso tiene carácter estratégico, por lo que los sistemas de control del acceso deberían estar debidamente protegidos.

4.103. Los sistemas de control del acceso pueden diseñarse de un modo que permita la entrada y salida continua y sin trabas de las personas, los materiales y el equipo autorizados por las rutas normales, y al mismo tiempo detecte y demore el movimiento de las personas no autorizadas y los artículos prohibidos. Los objetivos del sistema de control del acceso son permitir que solo entren y salgan las personas y los vehículos autorizados; detectar e impedir el movimiento no autorizado de materiales, información o equipo desde o hacia la zona; proporcionar información a los guardias para facilitar la evaluación y la respuesta; y permitir el recuento de personas durante un suceso relacionado con la seguridad física nuclear o una emergencia.

4.104. Deben implantarse sistemas de control del acceso en las diferentes zonas de la instalación nuclear, teniendo en cuenta el número de personas que necesitan entrar y salir en cada punto en distintos momentos. Debido a sus diferentes niveles de protección, el sistema de protección física ofrece medidas de distinto tipo y de un rigor creciente en el avance desde una zona de acceso limitado hacia una zona protegida y luego hacia una zona interior y/o vital. El número de personas autorizadas será menor en cada punto de entrada sucesivo, y este hecho puede influir en la selección del equipo y los procedimientos de control del acceso.

Guardias y fuerzas de respuesta

4.105. Las responsabilidades del explotador en lo que respecta a la respuesta difieren de un Estado a otro, debido, por lo general, a diferencias en la legislación nacional relacionada con el uso legal de la fuerza y con la autoridad para detener a los sospechosos. En algunos Estados, el explotador no es el principal responsable de aportar las fuerzas de respuesta, sino que esta función compete

al Estado, de conformidad con el marco jurídico y de reglamentación. En otros Estados, el explotador proporciona tanto los guardias como las fuerzas de respuesta, empleándolos como personal fijo y/o como contratistas. En estos casos, los explotadores tienen la plena responsabilidad de velar por que los guardias y las fuerzas de respuesta del emplazamiento que empleen, ya sea directamente o por contrato, cumplan sus respectivas obligaciones, determinadas por la administración de la entidad explotadora y establecidas en el plan de seguridad física.

4.106. Incluso cuando los explotadores tengan sus propios guardias y fuerzas de respuesta, podrán intervenir también fuerzas de respuesta externas de las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley a nivel nacional o local, especialmente cuando ocurra un suceso grave relacionado con la seguridad física nuclear. Para estos casos, tiene que haber acuerdos documentados entre el explotador y las entidades externas que aporten las fuerzas de respuesta; esos acuerdos establecen los objetivos, la política y el concepto de las operaciones de respuesta de todas las partes interesadas, para lograr una respuesta sistemática, coordinada y eficaz. Estos arreglos por escrito ayudarán a garantizar que el plan de contingencia del explotador esté plenamente armonizado y coordinado con los planes de contingencia de las fuerzas de respuesta externas. La coordinación entre los guardias y las fuerzas de respuesta durante un suceso relacionado con la seguridad física nuclear debería ser objeto de ejercicios periódicos. Esta coordinación debería realizarse con una plena cooperación del explotador y las fuerzas de respuesta cuando se trate de materiales nucleares de las categorías I y II y de instalaciones nucleares cuyo sabotaje pueda tener consecuencias radiológicas de alto riesgo.

4.107. Independientemente de quién las aporte, las fuerzas de respuesta deben ser capaces de interrumpir y neutralizar a un adversario que tenga los recursos y la capacidad descritos en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño. La interrupción comienza con la comunicación a las fuerzas de respuesta de que se ha detectado un posible adversario, y termina cuando un número suficiente de miembros de una fuerza de respuesta debidamente entrenada y equipada llega al lugar de los hechos a tiempo para impedir que el adversario consuma el acto doloso. La neutralización es el acto por el que, tras la interrupción, se toma el control de los adversarios antes de que puedan cumplir su objetivo o se los obliga de otra forma a abandonar el intento. Para ofrecer la seguridad de una neutralización eficaz, la fuerza de respuesta debe ser superior al adversario en el número de efectivos, el equipo y/o el adiestramiento.

4.108. La comunicación eficaz con la fuerza de respuesta proporciona información sobre las acciones y características del adversario (como el número de personas observado y lo que se sabe sobre sus herramientas, equipamiento, armas y vehículos) y permite emitir las instrucciones para el despliegue de la fuerza. La eficacia de las comunicaciones con las fuerzas de respuesta puede medirse en términos de la probabilidad de una comunicación exacta, y del tiempo necesario para esa comunicación exacta.

4.109. El sistema de protección física puede incluir un plan de comunicación que apoye la coordinación de las medidas de respuesta. Se sugiere que el sistema de comunicación utilizado por la fuerza de respuesta prevea medios para que cualquiera de sus miembros pueda enviar una señal oculta en caso de coacción. Los sistemas de comunicación deberían tener suficiente redundancia y diversidad para garantizar que las comunicaciones sigan siendo en todo momento adecuadas para una respuesta eficaz a una amenaza como la descrita en la amenaza base de diseño o en la evaluación de la amenaza.

4.110. Un programa de capacitación riguroso es esencial para una respuesta eficaz. Todos los guardias, el personal de la estación central de alarma y los miembros de las fuerzas de respuesta deben participar en una capacitación frecuente, acorde con los puestos que ocupen y con sus responsabilidades.

4.111. Las recomendaciones de la referencia [1] sobre la actuación de los guardias y las fuerzas de respuesta durante un suceso relacionado con la seguridad física nuclear son las siguientes:

“3.60. La coordinación entre el *personal de guarda* y las *fuerzas de respuesta* durante un *suceso relacionado con la seguridad física nuclear* debería ejercitarse periódicamente. Asimismo, a fin de ejecutar los planes, convendría que otros miembros del personal de la instalación estuvieran capacitados y preparados para actuar en total coordinación con el *personal de guarda*, las *fuerzas de respuesta* y otros grupos de respuesta.”

4.112. Las recomendaciones específicas de la referencia [1] sobre la capacidad y los medios para la respuesta a una retirada no autorizada de materiales nucleares de las categorías I, II y III son las siguientes:

“4.15. Deberían establecerse disposiciones para detectar intrusiones no autorizadas y para la actuación adecuada del *personal de guarda* y/o las *fuerzas de respuesta* en número suficiente ante un *suceso relacionado con la seguridad física nuclear*.”

.....

“4.20. El Estado debería velar por que las *fuerzas de respuesta* estén familiarizadas con el emplazamiento y las ubicaciones de los *materiales nucleares* y tengan conocimientos suficientes sobre protección radiológica, a fin de garantizar que estén plenamente preparadas para aplicar las medidas de respuesta necesarias, teniendo en cuenta sus posibles consecuencias para la seguridad.”

4.113. Las recomendaciones de la referencia [1] para hacer frente a una retirada no autorizada de materiales nucleares de las categorías I y II comprenden lo siguiente:

“4.33. Se debería disponer de un servicio de guarda y de *fuerzas de respuesta* durante las 24 horas del día para contrarrestar eficazmente cualquier intento de *retirada no autorizada*... El *personal de guarda* y las *fuerzas de respuesta* deberían estar capacitados y adecuadamente equipados para desempeñar sus funciones de conformidad con las leyes y los reglamentos nacionales.

4.34. El *personal de guarda* debería hacer rondas aleatorias de la *zona protegida*. Las funciones principales de las rondas deberían ser:

- disuadir al adversario;
- detectar intrusiones;
- inspeccionar visualmente los componentes de protección física;
- complementar las *medidas de protección física* existentes; y
- dar una respuesta inicial.”

La recomendación del párrafo 4.34 de la referencia [1] se aplica también a las funciones de los guardias dentro de las zonas protegidas en relación con el sabotaje (véase el párr. 5.40 de la ref. [1]).

4.114. Es una buena práctica que las rondas de los guardias cubran todo el perímetro varias veces por turno, pero no a horas predeterminadas, a fin de que no sean previsibles para un adversario que observe la instalación. Durante esas rondas, los guardias pueden controlar asimismo la integridad de las vallas, el funcionamiento del alumbrado, y que todas las verjas y puertas estén debidamente cerradas. También es una buena práctica que los guardias pongan a prueba el funcionamiento de los sensores en el perímetro de la zona protegida, verifiquen el funcionamiento del sistema de detección en los otros lugares y apliquen medidas

compensatorias cuando sea necesario, por ejemplo hasta que se haya reparado o sustituido un sensor averiado.

4.115. Los párrafos 3.27 a 3.32 y 4.50 a 4.52 contienen las recomendaciones dirigidas al Estado y al explotador, respectivamente, sobre la evaluación y las pruebas de funcionamiento de las fuerzas de respuesta contra una retirada no autorizada de materiales nucleares de las categorías I y II y contra un sabotaje.

4.116. La capacitación de los guardias y las fuerzas de respuesta puede incluir la ejercitación de los planes de contingencia, la realización de pruebas de funcionamiento, ejercicios teóricos, ejercicios de modelización y simulación, ejercicios de las fuerzas de respuesta y/o simulacros de ataque por personal designado.

Medidas de protección contra actos de sabotaje a distancia

4.117. El explotador tiene la responsabilidad de proteger la instalación contra los tipos de ataque a distancia que estén incluidos en la amenaza base de diseño (véanse los párrs. 3.55 a 3.63).

4.118. El primer paso que debe cumplir el explotador para establecer esa protección es determinar la posible vulnerabilidad de las zonas blanco, y del material, el equipo y los sistemas que se encuentren en ellas, ante un ataque a distancia. Este proceso incluye la elaboración de escenarios de sabotaje basados en las características definidas en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño, y la determinación del impacto del sabotaje en los blancos y el sistema de protección física en estos escenarios. Para ello se requiere una estrecha cooperación del personal encargado de la seguridad tecnológica y de la protección física.

4.119. El explotador tiene la responsabilidad de diseñar medidas de protección contra los ataques a distancia y, una vez que la autoridad competente las haya aprobado, debe aplicarlas. Las medidas que pueden proteger contra un ataque a distancia o mitigar sus consecuencias comprenden lo siguiente:

- a) el aumento de la distancia desde la cual podría intentarse un ataque de ese tipo contra la instalación, de modo que supere el alcance de las armas que el adversario pudiera utilizar;
- b) el ocultamiento del blanco de modo que no sea visible desde las zonas a partir de las cuales pudiera intentarse un ataque a distancia;

- c) el aumento de la detección y la disuasión mediante rondas y vigilancia fuera del emplazamiento;
- d) el uso de barreras capaces de interceptar misiles o absorber las ondas expansivas o los fragmentos de una explosión;
- e) la modificación de la disposición física de la instalación para proteger los blancos de carácter estratégico;
- f) el refuerzo de las instalaciones para que resistan a esos ataques.

Medidas de protección contra ataques en que el adversario llegue por el aire o el agua

4.120. La evaluación de la amenaza o la amenaza base de diseño pueden incluir a adversarios que utilicen vehículos de transporte aéreos y/o acuáticos para cometer un robo o un sabotaje (lo que no debe confundirse con un acto de sabotaje a distancia desde el aire). En estos casos, los adversarios llegarán al emplazamiento o se alejarán de él por vía aérea o acuática. El explotador tendrá normalmente alguna responsabilidad en la protección contra estos modos de ataque.

4.121. Los radares y los sensores acústicos y sísmicos pueden proporcionar cierta capacidad de detección de la llegada de los adversarios por el aire, pero deberán estar muy bien posicionados para que ofrezcan una buena cobertura y den pocas alarmas falsas. Algunos tipos de aeronaves no podrán aterrizar en el emplazamiento de algunas instalaciones por falta de un espacio suficientemente grande y despejado. Este efecto puede reforzarse con la colocación estratégica de postes u otras barreras físicas.

4.122. Con arreglo a la amenaza base de diseño y a los requisitos establecidos por el Estado, el explotador podrá instalar y utilizar equipo y dispositivos para detectar esos ataques.

Transporte de materiales nucleares

4.123. El explotador de una instalación nuclear, o el remitente o destinatario de un transporte, tendrá algunas responsabilidades de protección física de los materiales nucleares que entren o salgan de la instalación. Esas responsabilidades pueden incluir la notificación previa de las expediciones planificadas, la inspección de los medios de transporte, la protección de la confidencialidad de la información sobre el transporte, el control de la integridad de los bultos a la llegada y la notificación de la llegada al remitente, y la concertación de acuerdos previos con el transportista para el traspaso de las responsabilidades de protección física. Además, el explotador debería velar por que los movimientos

internos de materiales nucleares de las categorías I y II entre dos zonas protegidas de la instalación nuclear se protejan de conformidad con los requisitos del Estado para el transporte de esos materiales nucleares fuera de la instalación. En la referencia [2] figuran más orientaciones sobre la seguridad física de los materiales nucleares durante el transporte.

CONTABILIDAD Y CONTROL DE LOS MATERIALES NUCLEARES PARA LA SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

4.124. La referencia [1] contiene varias recomendaciones para la contabilidad y el control de los materiales nucleares en relación con la seguridad física nuclear:

“3.26. El *explotador* debería garantizar en todo momento el control y la contabilidad de todos los *materiales nucleares* presentes en una *instalación nuclear*. El *explotador* debería notificar oportunamente cualquier discrepancia confirmada en la contabilidad, según lo estipulado por la *autoridad competente*.”

.....

“3.36. Al estudiar la amenaza, debería prestarse debida atención a los *agentes internos*, que podrían aprovechar sus derechos de acceso, además de su autoridad y conocimientos, para sortear los elementos específicos de protección física u otras disposiciones, como los procedimientos de seguridad. El *sistema de protección física* debería estar apoyado por medidas de contabilidad y control de los materiales nucleares destinadas a disuadir y detectar el robo prolongado de *materiales nucleares* por un *agente interno*.”

.....

“3.47. La *defensa en profundidad* debería tener en cuenta la capacidad del *sistema de protección física* y del *sistema de contabilidad y control de materiales nucleares* para dar protección contra *agentes internos* y amenazas externas.”

.....

“4.57. El *explotador* debería asegurar que cualquier *material nuclear* desaparecido o robado sea detectado de manera oportuna por medios como el *sistema de contabilidad y control de materiales nucleares* y el *sistema de protección física* (por ejemplo, inventarios periódicos, inspecciones, registros de control del acceso, examen para la detección de radiaciones).

4.58. El *explotador* debería confirmar cualquier desaparición o robo de *materiales nucleares* realizando lo antes posible un inventario rápido de emergencia en el plazo que especifique el Estado. Un *sistema de contabilidad y control de materiales nucleares* debería proporcionar información precisa sobre *materiales nucleares* de la instalación que podrían haber desaparecido tras un *suceso de seguridad física nuclear*.”

4.125. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares tiene por objeto mantener el conocimiento de la cantidad, el tipo, la ubicación, el uso, el movimiento y la transformación de todos los materiales nucleares en una instalación. La función de contabilidad de los materiales nucleares mejora la disuasión y la detección de una retirada no autorizada, al llevar un inventario de todos los materiales nucleares y de su ubicación. La función de control de los materiales nucleares ofrece medidas de contención y vigilancia, que pueden detectar las actividades dolosas de un agente interno. Cualquiera de las dos funciones puede dar lugar al inicio de una respuesta, si detecta una posible retirada no autorizada de materiales nucleares o el uso de estos de un modo no autorizado. Un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares eficaz aumenta la capacidad del explotador de detectar las actividades de un agente interno y de evaluar correctamente cualquier irregularidad relacionada con los materiales nucleares, cometida ya sea por agentes internos o por adversarios externos. Si se retiran materiales nucleares de la instalación, el sistema de contabilidad y control debería ser capaz de indicar la cantidad y las características de los materiales nucleares sustraídos.

4.126. Los objetivos de un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares que se relacionan con la protección física son:

- a) detectar y evaluar el acceso no autorizado a los materiales nucleares, o la retirada no autorizada de esos materiales;
- b) proporcionar información sobre la ubicación, las características y las cantidades de los materiales nucleares.

4.127. El cumplimiento de estos objetivos permitirá al explotador:

- a) comunicar a la autoridad competente que corresponda que ha habido una retirada no autorizada de materiales nucleares;
- b) proporcionar información exacta y oportuna que ayude a localizar los materiales que no se encuentren en su ubicación autorizada;

- c) ofrecer garantías, en coordinación con las medidas de protección física y de control de materiales, de que los materiales nucleares están protegidos y controlados como corresponde a su categorización.

4.128. El explotador puede utilizar la vigilancia y la monitorización de los materiales para detectar los movimientos de materiales nucleares y proporcionar información continua sobre el estado del equipo de contabilidad y control de materiales nucleares y de los propios materiales. La vigilancia y monitorización de los materiales pueden incluir la observación visual por el personal de operación y la monitorización visual y a distancia por el personal de protección física, así como otros medios técnicos tales como sensores de peso, sensores térmicos, monitores láser, monitores de radiación, etiquetas de radiofrecuencia y sensores de movimientos.

4.129. Para que la vigilancia visual sea eficaz, es necesario que la persona que efectúe la observación sea capaz de reconocer las actividades no autorizadas, evaluar correctamente la situación y comunicar las actividades al personal de respuesta apropiado a tiempo para que pueda impedirse una retirada no autorizada. Si se aplica la regla de la actuación por parejas en esa vigilancia, las dos personas autorizadas tendrán que haber recibido la capacitación adecuada, tener un acceso visual completo a los materiales y poder verse mutuamente en todo momento, y ser capaces de detectar los procedimientos no autorizados o incorrectos.

4.130. Las medidas de contención de los materiales y los dispositivos que detectan la manipulación ilícita pueden ayudar a garantizar la continuidad del conocimiento de los materiales nucleares e indicar los accesos no autorizados. El uso de diversos niveles de contención —como bidones, cajas de guantes, armarios y cámaras acorazadas— junto con dispositivos que detecten eficazmente la manipulación ilícita y con una vigilancia efectiva, reducirán el tiempo necesario para determinar si han desaparecido materiales nucleares y, de ser así, cuáles, y si es preciso hacer un inventario de emergencia o no programado.

4.131. Se considera una buena práctica que la responsabilidad de las funciones separadas de contabilidad de los materiales nucleares, custodia de esos materiales y protección física esté asignada a personas o grupos diferentes.

4.132. En todos los casos, es importante la detección oportuna. Se sugiere que el explotador examine todos los medios posibles para detectar la desaparición, el robo o cualquier otra forma de retirada no autorizada de materiales nucleares, y estime en cada caso el tiempo acumulativo que llevarán las distintas medidas

de detección para determinar si se cumplen o no los requisitos establecidos por la autoridad competente. En la referencia [18] figuran más orientaciones sobre este tema.

SEGURIDAD FÍSICA DE LA INFORMACIÓN DE CARÁCTER ESTRATÉGICO

4.133. Los adversarios que deseen planificar o ejecutar un acto doloso relacionado con materiales o instalaciones nucleares verán facilitada su tarea si consiguen acceder a información de carácter estratégico. Por lo tanto, esta información debería identificarse, clasificarse y protegerse con medidas apropiadas.

4.134. Se considera de carácter estratégico la información, en cualquiera de sus formas, incluidos los programas informáticos, cuya divulgación, modificación, alteración, destrucción o denegación de uso no autorizada pueda comprometer la seguridad física nuclear.

4.135. A tenor del párrafo 1.2 de la referencia [16], “[l]a confidencialidad es la propiedad de la información en virtud de la cual esta no se facilita ni revela a personas, entidades o procesos no autorizados”. Junto con proteger la confidencialidad de la información de carácter estratégico, la seguridad física de la información protege su exactitud y exhaustividad (su integridad) y su accesibilidad o posibilidad de uso cuando se necesite (su disponibilidad).

4.136. La seguridad física de la información es un requisito que se aplica a todos los aspectos de la seguridad física nuclear, y un elemento clave del régimen de seguridad física nuclear de un Estado. El Estado, por conducto de sus autoridades competentes, establece los requisitos de seguridad física de la información que deben cumplir los explotadores y otras entidades pertinentes, teniendo en cuenta las orientaciones y las políticas elaboradas por las autoridades de seguridad física nacionales.

4.137. Los explotadores deben establecer políticas y procedimientos internos para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información de carácter estratégico que poseen o utilizan, en consonancia con la política de seguridad física nacional y con la legislación y los requisitos nacionales pertinentes. Estos procedimientos deben incorporarse en el plan de seguridad física. El explotador debe también velar por que sus contratistas, ya sea dentro o fuera del emplazamiento, sean conscientes del carácter estratégico de cualquier información que se les proporcione y reciban instrucciones sobre los

procedimientos que deban aplicar para proteger debidamente esa información. El explotador puede tener la responsabilidad de efectuar controles para cerciorarse de que los contratistas cumplan esos procedimientos y devuelvan la información de carácter estratégico al término del contrato.

4.138. Los exámenes frecuentes y las auditorías periódicas del programa de seguridad física de la información permiten determinar si el programa está funcionando como debería, e introducir mejoras o corregir las deficiencias que se detecten. Toda violación de la seguridad física de la información debería notificarse a las autoridades apropiadas, de conformidad con los requisitos del Estado, para que pueda investigarse y corregirse con las medidas adecuadas.

4.139. En la referencia [16] figuran más orientaciones sobre la seguridad física de la información, incluido un ejemplo de un marco de clasificación que puede ayudar a los Estados y los explotadores a determinar la información de carácter estratégico.

PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS

“Debería velarse por que los sistemas computarizados utilizados para la protección física, la seguridad nuclear y la contabilidad y el control de los materiales nucleares no se vean comprometidos (por ejemplo, por ataques cibernéticos, manipulación o falsificación) de conformidad con la *evaluación de amenazas* o la *amenaza base de diseño*” (párrs. 4.10 y 5.19 de la ref. [1]).

4.140. El Estado tiene la responsabilidad de establecer los requisitos para la seguridad física informática y de velar por que los explotadores ofrezcan garantías de que las computadoras y los sistemas informáticos están debidamente protegidos contra los ciberataques. Los explotadores tienen la responsabilidad de ejecutar un programa de seguridad física informática que cumpla con esos requisitos.

4.141. El objetivo global de la seguridad física informática en la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares es proteger los sistemas informáticos contra ataques que tengan por objeto facilitar una retirada no autorizada de materiales nucleares o un sabotaje. El explotador tiene la responsabilidad de determinar los sistemas informáticos que deben ser protegidos contra una vulneración, para ayudar a prevenir los ataques de los adversarios. El

explotador debe, pues, establecer una política de seguridad física informática y el correspondiente plan de aplicación.

4.142. Los vectores de la amenaza y del ataque de un adversario son multidimensionales. El adversario podría ser:

- a) un adversario externo;
- b) un agente interno;
- c) una o varias personas.

4.143. El ataque podría:

- a) tener un impacto inmediato, causando daños al equipo o una degradación de las funciones de seguridad física;
- b) ser de carácter continuo, como en el caso de la recopilación oculta de información;
- c) incluir una demora, con un efecto programado para un momento particular o activado separadamente;
- d) estar sincronizado con otras actividades del adversario, que pueden incluir un ataque físico.

4.144. Los tipos de ataque podrían ser:

- a) Una denegación de servicios o la pérdida de funciones. Este tipo de ataque tiene por objeto obstruir la capacidad del explotador de observar los cambios en las condiciones del sistema y/o de adoptar medidas al respecto mediante una ralentización del sistema.
- b) Una interceptación (o 'ataque con intermediario'). Mediante la interceptación y la modificación de las corrientes de datos entre los nodos informáticos, este tipo de ataque modifica el flujo de información o las señales de mando que llegan al equipo.
- c) Una monitorización de los sistemas y una recopilación de datos inadvertidas. El acceso a ficheros y el registro de datos no autorizados, la interceptación de mensajes (información) y la exfiltración de datos pueden ofrecer posibilidades de reconocimiento durante la planificación y ejecución de un ataque.
- d) Una suplantación del explotador que conduzca a la ejecución de una acción incorrecta. Mediante la inserción de corrientes de datos no autorizadas o erróneas, este ataque tiene por objeto que el explotador reciba indicadores falsos del sistema y adopte medidas incorrectas.

- e) Una manipulación directa de las computadoras y los sistemas de control. De este modo, el adversario intenta asumir un control independiente de los procesos y el equipo.
- f) Una modificación de las características operacionales de sistemas de importancia crítica. Mediante la modificación de la lógica del sistema, la configuración del equipo, los puntos de tarado o los datos, este ataque apunta a modificar las características operacionales del sistema y obtener un comportamiento anómalo. Esta modificación de los sistemas de importancia crítica puede ser el propósito principal del ataque o un apoyo a otro objetivo.

4.145. La protección contra estos ataques debe basarse en un criterio de defensa en profundidad que utilice controles técnicos, administrativos y de seguridad física. Por consiguiente, la seguridad física informática debe estar integrada en el marco global del plan de seguridad física.

4.146. En la referencia [6] se ofrecen orientaciones detalladas sobre el establecimiento de un programa de seguridad física informática eficaz en las instalaciones nucleares.

INTERFAZ DE LA SEGURIDAD TECNOLÓGICA Y LA SEGURIDAD FÍSICA

“4.11. El *explotador* debería evaluar la interrelación de la protección física con las actividades de seguridad y de contabilidad y control de los materiales nucleares y gestionarla de modo que no se perjudiquen entre sí y que, en la medida de lo posible, se apoyen mutuamente.” [1]

4.147. La gestión eficaz de la interfaz de la seguridad tecnológica y física es un elemento importante de ambos programas y un componente esencial de la protección física adecuada de los materiales y las instalaciones nucleares y de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y el público.

4.148. El *explotador* tiene la responsabilidad primordial de la seguridad tecnológica de la instalación nuclear y de la aplicación de medidas de protección física en la instalación. Se sugiere que, a través de sus sistemas de gestión integrados, los *explotadores* apliquen un enfoque integrado y coordinado al examinar las modificaciones propuestas antes de su ejecución a fin de cerciorarse de que los cambios propuestos por motivos relacionados con la seguridad tecnológica no se traduzcan en una degradación involuntaria de los arreglos

para la protección física, y viceversa. Cuando se detecten posibles interacciones adversas, el explotador deberá comunicarlas al personal adecuado de la entidad y estudiar las otras opciones posibles, o adoptar medidas compensatorias y/o de mitigación.

4.149. El explotador debe ser consciente de las cuestiones que pueden plantearse en la interfaz de la seguridad tecnológica y física y gestionarlas adecuadamente durante el diseño, la construcción y las operaciones normales, así como durante los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y las emergencias, y en la etapa de la clausura. Esas cuestiones pueden abordarse mediante los controles de la gestión existentes, como los consejos de examen de la seguridad tecnológica o de la seguridad física, la planificación y los controles del trabajo y la gestión de la configuración.

4.150. Los siguientes son ejemplos de los aspectos a los que debe prestarse atención en la preparación para los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y las emergencias:

- a) La coordinación de la respuesta de protección física a un suceso de seguridad física nuclear con la respuesta de seguridad tecnológica a las emergencias que puedan derivarse de ese suceso.
- b) La familiarización de las fuerzas de respuesta de protección física con la instalación nuclear, incluida la ubicación de los materiales nucleares y del equipo o los sistemas importantes para la seguridad tecnológica, y su adecuada capacitación sobre los requisitos de protección radiológica.
- c) La protección radiológica de las fuerzas de respuesta que entren en zonas contaminadas o las atraviesen durante un acto de sabotaje.
- d) La protección del personal de respuesta de seguridad tecnológica y del personal de la instalación que necesiten entrar en las zonas en que estén operando las fuerzas de respuesta durante un suceso relacionado con la seguridad física nuclear, o que deban atravesar esas zonas.
- e) La comprobación de que las barreras de protección física cumplen los objetivos de protección física sin comprometer la capacidad del personal de evacuar las zonas con rapidez en caso de incendio, criticidad o emisión de radionucleidos, por ejemplo mediante la instalación de cerraduras de apertura rápida, acopladas con alarmas, por el lado interno de las puertas y las verjas. Puede ser necesario adoptar arreglos de protección física especiales para que el personal pueda evacuar rápidamente una zona protegida en caso de emergencia, pero sea sometido a un registro antes de abandonar la instalación nuclear.

- f) La existencia de requisitos de inspección y registro a fondo antes de la entrada en una zona protegida que no tengan debidamente en cuenta la posibilidad de que personal o vehículos de respuesta a emergencias procedentes de fuera del emplazamiento deban entrar rápidamente en esas zonas para prestar asistencia en una urgencia médica o una emergencia de otro tipo.

4.151. En los párrafos 4.76 a 4.82 se proporciona información sobre la interfaz de los planes de emergencia y los planes de contingencia, y se señala que la ejercitación conjunta de los dos tipos de planes mejora la coordinación.

4.152. Un aspecto importante de la gestión de la interfaz de la seguridad tecnológica y física es que el personal de protección física debe ser informado de cualquier cambio que se introduzca en las características de la disposición física de la instalación nuclear; en la configuración de las instalaciones, estructuras, sistemas y componentes; y en las operaciones de la instalación o la planificación para casos de emergencia. También es útil que los cambios en estos ámbitos sean examinados por personal experimentado antes de su aplicación. Estos procesos de notificación y examen ayudan asimismo a analizar las disposiciones de seguridad tecnológica a la luz de los cambios relacionados con las medidas de protección física. En particular, es necesario que expertos en seguridad tecnológica examinen las nuevas definiciones del umbral de las consecuencias radiológicas inaceptables, o las modificaciones de ese umbral en respuesta a cambios en las operaciones o las amenazas (que servirán de base para decidir el nivel de protección física que deberá aplicarse a los blancos de sabotaje ya existentes o nuevos).

4.153. La gestión eficaz de la interfaz de la seguridad tecnológica y la protección física comprende la aplicación de las medidas de estos dos ámbitos de modo que se refuercen mutuamente. Por ejemplo, los procedimientos de seguridad tecnológica destinados a prevenir incidentes o accidentes pueden ser una ayuda eficaz también en los procedimientos de protección física contra actos dolosos por agentes internos. Las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad tecnológica pueden diseñarse y situarse dentro de la instalación nuclear de modo que simplifiquen la asignación de medios de protección de los blancos contra el sabotaje y la compartimentación de la instalación nuclear para los controles del acceso. Por ejemplo, la separación física adecuada del equipo de seguridad tecnológica para obtener la redundancia reduce también la probabilidad de que un mismo acto de sabotaje pueda causar daños a todo ese equipo. Las reducciones de los inventarios de materiales nucleares y otras

medidas de reducción de peligros rebajan los riesgos relacionados tanto con la seguridad tecnológica como con la seguridad física nuclear.

PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA

“3.27. El *explotador* debería elaborar un plan de seguridad física como parte de su solicitud para obtener una licencia. El plan de seguridad física debería basarse en la *evaluación de amenazas* o en la *amenaza base de diseño* e incluir secciones sobre el diseño, la evaluación, la aplicación y el mantenimiento del *sistema de protección física*, y los *planes de contingencia*. La *autoridad competente* debería examinar y aprobar el plan de seguridad física, cuya ejecución debería formar parte de las condiciones de la licencia. El *explotador* debería ejecutar el plan de seguridad física aprobado. El *explotador* debería revisar periódicamente el plan de seguridad física para asegurar que se mantenga actualizado con respecto a las condiciones operacionales vigentes y el *sistema de protección física*. El *explotador* debería presentar una enmienda al plan de seguridad física para su aprobación previa por la *autoridad competente* antes de introducir modificaciones significativas, incluidos cambios temporales, en las disposiciones que se detallan en el plan de seguridad física aprobado. La *autoridad competente* debería verificar el cumplimiento por el *explotador* del plan de seguridad física.” [1]

4.154. El plan de seguridad física es parte de la base para la concesión de la licencia a una instalación nuclear por el Estado, y su ejecución es una condición de la licencia para explotar la instalación nuclear. Por consiguiente, el plan debería describir en detalle todos los aspectos del sistema de protección física de la instalación nuclear. Se sugiere que el plan de seguridad física incluya una lista de los blancos existentes en la instalación, que indique, para cada uno de ellos, si podría ser objeto de una retirada no autorizada, de un sabotaje o de ambos. También se sugiere que el plan de seguridad física comprenda disposiciones de protección física para los movimientos internos de materiales nucleares de las categorías I y II entre dos zonas protegidas del emplazamiento, así como arreglos para la recepción y el envío de materiales nucleares de una instalación nuclear a otra.

4.155. El plan de seguridad física describe las medidas adoptadas para cumplir los objetivos y requisitos de protección física del Estado. En consecuencia, el plan de seguridad física debe basarse en un análisis a fondo y estar respaldado por información adecuada que confirme que su ejecución permitirá cumplir

los requisitos de protección física. El plan de seguridad física proporciona garantías de que el sistema de protección física es adecuado para hacer frente a las amenazas incluidas en la evaluación de la amenaza o en la amenaza base de diseño.

4.156. En el apéndice I se presenta un ejemplo de la estructura y el contenido que podría tener el plan de seguridad física.

Elaboración, examen y actualización

4.157. El explotador debería mantener el plan de seguridad física actualizado, de modo que refleje las condiciones existentes en la instalación nuclear y las amenazas corrientes. Para ello, el explotador debe tener, dentro de su sistema de gestión integrada, un sistema de gestión de la seguridad física que permita elaborar, ejecutar, supervisar y actualizar el plan de seguridad física y los procedimientos conexos. Los procedimientos de aplicación pueden documentar la estructura de la organización a cargo de la seguridad física, el uso de medidas de seguridad física tales como tecnologías y procedimientos, la capacitación y cualificación del personal de seguridad física y el plan de contingencia. El plan de seguridad física podrá describir, cuando sea necesario, el calendario para la aplicación de algunas partes del plan, así como las actividades que entrañen una modificación de la instalación.

4.158. Una vez que la autoridad competente ha aprobado el plan de seguridad física, este pasa a formar parte de la base para la concesión de la licencia a la instalación nuclear. Las modificaciones del plan de seguridad física deben ser aprobadas por la autoridad competente, y el explotador no está autorizado a aplicar cambios en dicho plan sin la aprobación de esa autoridad, a menos que se trate de modificaciones que no reduzcan la eficacia del sistema de protección física. En el caso de los cambios menores que no menoscaben la eficacia de este sistema, el explotador debería notificar la ejecución de esos cambios a la autoridad competente dentro de un plazo de tiempo acordado.

4.159. El plan de seguridad física debería examinarse a intervalos definidos por la autoridad competente, para verificar que siga correspondiendo a las circunstancias vigentes. También debería examinarse antes de aplicar cambios en el personal, los procedimientos, el equipo o los sistemas de protección física que puedan repercutir negativamente en la protección física. La introducción de nuevas cantidades o tipos de materiales nucleares, los cambios en los posibles blancos de un sabotaje y otras modificaciones importantes del sistema de protección física requerirán probablemente una enmienda del plan de seguridad

física. Se considera una buena práctica que los resultados de esos exámenes, así como el plan de acción que pueda dimanar de ellos, se documenten y conserven debidamente.

Confidencialidad de la información de carácter estratégico

4.160. Una parte de la información contenida en el plan de seguridad física tendrá carácter estratégico, ya que su divulgación no autorizada podría comprometer la protección física de la instalación nuclear. Por consiguiente, el explotador deberá proteger el plan de seguridad física contra su divulgación no autorizada. De conformidad con los requisitos del Estado, solo deberían tener acceso a la información de carácter estratégico las personas de probidad comprobada que necesiten conocer esa información para el desempeño de sus funciones.

4.161. El plan de seguridad física puede dividirse en secciones con diferentes niveles de importancia estratégica, a fin de que cada sección pueda facilitarse, según proceda, a las personas que necesiten conocerla y tengan el nivel de probidad adecuado.

Apéndice I

PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA

I.1. En el recuadro 1 se presenta un ejemplo de la estructura que puede tener un plan de seguridad física. A continuación de ese esquema figura una breve reseña del contenido recomendado para cada sección. El Estado y sus autoridades competentes deberían estudiar esta estructura propuesta y modificarla según corresponda para que se ajuste a sus requisitos y sus necesidades específicas.

RECUADRO 1: EJEMPLO DE LA ESTRUCTURA DE UN PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA

1. INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA

- 1.1. Introducción y calendario de ejecución
- 1.2. Descripción de la instalación (operaciones y disposición física)
 - 1.2.1. Descripción, misión y operaciones generales de la instalación
 - 1.2.2. Disposición física de la instalación
- 1.3. Política de seguridad física
 - 1.3.1. Política de gestión
 - 1.3.2. Cultura de la seguridad física nuclear
 - 1.3.3. Garantía de calidad
 - 1.3.4. Política de probidad
 - 1.3.5. Programa de sostenibilidad
- 1.4. Organización a cargo de la seguridad física
 - 1.4.1. Estructura de la organización a cargo de la seguridad física
 - 1.4.2. Gestión de la seguridad física y asignación de responsabilidades
 - 1.4.3. Requisitos de cualificación del personal de seguridad física
 - 1.4.4. Capacitación del personal de seguridad física
 - 1.4.5. Armamento y equipo de los guardias y/o la fuerza de respuesta
- 1.5. Seguridad física de la información nuclear
- 1.6. Seguridad física informática

RECUADRO 1: EJEMPLO DE LA ESTRUCTURA DE UN PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA (continuación)

2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

- 2.1. Objetivos y requisitos del sistema de protección física
- 2.2. Identificación de los blancos
- 2.3. Definición de la amenaza
- 2.4. Enlace con las fuerzas del orden

3. SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

- 3.1. Descripción detallada del sistema de protección física
- 3.2. Programa de mitigación de la amenaza interna
- 3.3. Transporte de materiales nucleares
- 3.4. Pruebas, evaluación y mantenimiento del sistema de protección física
 - 3.4.1. Tipos de pruebas y evaluación
 - 3.4.2. Frecuencia de las pruebas y la evaluación
 - 3.4.3. Mantenimiento
 - 3.4.4. Ampliación y mejora
- 3.5. Medidas compensatorias

4. PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

- 4.1. Organización y responsabilidades
- 4.2. Fuerzas de seguridad física
 - 4.2.1. Guardias
 - 4.2.2. Fuerza de respuesta del emplazamiento
 - 4.2.3. Fuerza de respuesta externa
 - 4.2.4. Personal de la estación central de alarma
- 4.3. Plan de contingencia
- 4.4. Mando, control y comunicaciones en caso de incidente
- 4.5. Respuesta a condiciones de amenaza elevada

5. POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

- 5.1. Políticas y procedimientos operacionales documentados
- 5.2. Examen, evaluación, auditoría y actualización del plan de seguridad física
- 5.3. Notificación de amenazas o incidentes

REFERENCIAS

ABREVIACIONES Y GLOSARIO

INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA

I.2. Esta sección contendrá información sobre el nombre legal completo y la dirección de la entidad encargada por ley de la protección de la instalación nuclear. En una carta de presentación podrán indicarse los números de teléfono y de fax y las direcciones de correo electrónico de quienes soliciten la aprobación del plan de seguridad física.

Introducción y calendario de ejecución

I.3. En esta sección figurarán una breve descripción de la misión y las operaciones de la instalación, mapas de la instalación y otra información que indique los lugares de esos mapas donde se realicen las principales actividades. Los mapas pueden representar las características físicas del terreno, las rutas de transporte, las ciudades y las instalaciones de materiales peligrosos cercanas, y cualquier otra zona que pueda afectar a las actividades de respuesta. También pueden indicar las rutas principales y alternativas para el desplazamiento de las fuerzas del orden u otras fuerzas de respuesta externas.

Descripción de la instalación (operaciones y disposición física)

I.4. Esta sección contendrá información detallada sobre las operaciones nucleares realizadas en la instalación.

Descripción, misión y operaciones generales de la instalación

I.5. En este apartado figurará una descripción general de los tipos de actividades nucleares que tienen lugar en la instalación y de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos utilizados o generados en esas actividades.

Disposición física de la instalación

I.6. Este apartado puede contener un mapa, diagrama o imagen de la instalación que indique los principales edificios y actividades. Los diagramas de bloques de las diferentes operaciones pueden ser útiles para describir las actividades de la instalación.

Política de seguridad física

I.7. En esta sección figurará la política de seguridad física escrita de la instalación.

Política de gestión

I.8. En este apartado se describirá el sistema de gestión que permite supervisar la protección física de la instalación, cuyo objeto es elaborar, revisar, aplicar y supervisar los procedimientos de protección física. También podría describirse cómo se gestiona la interfaz de la seguridad tecnológica y la protección física.

Cultura de la seguridad física nuclear

I.9. En este apartado se indicará de qué manera el explotador promueve la cultura de la seguridad física nuclear, como componente importante de la aplicación de la política de seguridad física, entre el personal directivo, los empleados y los contratistas.

Garantía de calidad

I.10. Aquí se describirán los aspectos de garantía de calidad de la política y el programa de gestión que se aplican a la protección física.

Política de probidad

I.11. En este apartado se describirán los niveles y requisitos de probidad que se aplican a los empleados y contratistas de la instalación nuclear para el acceso a determinadas zonas de la instalación (p. ej., las zonas protegidas, las zonas interiores, las zonas vitales), a los materiales nucleares y a la información de carácter estratégico, así como las medidas adoptadas para verificar el mantenimiento de la probidad.

Programa de sostenibilidad

I.12. Aquí se describirá el programa de sostenibilidad del sistema de protección física.

Organización a cargo de la seguridad física

I.13. En esta sección se pueden identificar todas las personas que tienen responsabilidades de seguridad física, dando una breve descripción de sus funciones y responsabilidades. También pueden incluirse los requisitos que se deberán cumplir en la selección, la capacitación, el equipamiento, las pruebas y la cualificación de las personas que tendrán la responsabilidad de proteger los materiales y las instalaciones nucleares. Según corresponda a las responsabilidades

asignadas al explotador y a sus capacidades y medios, esta sección deberá indicar cuáles funciones de la organización a cargo de la seguridad física serán desempeñadas por el personal, y cuáles por contratistas externos. Para los contratistas, podrán describirse brevemente los acuerdos por escrito concertados con el explotador que indiquen cómo se cumplirán los requisitos de protección de la instalación. El grado de detalle del plan de seguridad física variará según la instalación, pero esta sección deberá proporcionar suficiente información para que un lector entienda la capacidad y los medios de que dispondrán las fuerzas de seguridad de la instalación. La información proporcionada debería confirmar que el diseño, la dotación de personal, el entrenamiento, la cualificación y el equipamiento de la organización a cargo de la seguridad física le permitirán ofrecer la protección física requerida.

Estructura de la organización a cargo de la seguridad física

I.14. En este apartado se describirá la estructura de la organización a cargo de la seguridad física, con inclusión de su administración, los guardias y las fuerzas de respuesta externas, si es el caso, el personal técnico de seguridad física y otras personas encargadas de funciones relacionadas con la protección física. También puede darse una descripción de los puestos directivos y de supervisión, con sus respectivas responsabilidades y las formas en que las líneas jerárquicas se conectan con la administración de la instalación y de toda la empresa.

Gestión de la seguridad física y asignación de responsabilidades

I.15. Aquí deberán describirse las responsabilidades de protección física específicas de la organización a cargo de la seguridad física de la instalación.

Requisitos de cualificación del personal de seguridad física

I.16. En este apartado puede proporcionarse una descripción de los requisitos que habrán de cumplirse en la evaluación inicial y las evaluaciones posteriores de la idoneidad de las personas con funciones y responsabilidades de seguridad física. También puede describirse el proceso que se aplica para verificar que el personal siga estando cualificado para prestar los servicios requeridos. Además, debería incluirse una descripción de los requisitos de cualificación y recualificación para el porte de armas que deberán cumplir los guardias y los miembros de la fuerza de respuesta del emplazamiento.

Capacitación del personal de seguridad física

I.17. Aquí se describirá el programa de capacitación de los guardias y las fuerzas de respuesta del emplazamiento. También se describirá cómo demuestra ese personal su capacidad de cumplir las funciones o responsabilidades que se le han asignado. Para las fuerzas de respuesta, puede incluirse una descripción del programa de adiestramiento en tácticas de respuesta.

Armamento y equipo de los guardias y/o la fuerza de respuesta

I.18. Este apartado describirá el armamento asignado a los guardias y los miembros de la fuerza de respuesta del emplazamiento, por título del puesto. También puede proporcionarse una descripción de otros equipos que estén a disposición de los guardias y las fuerzas de respuesta para una intervención eficaz.

Seguridad física de la información nuclear

I.19. En esta sección se describirán las medidas adoptadas para mantener la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información de carácter estratégico. Los procedimientos de gestión de la información deben describir también cómo se procede para limitar la distribución de la información de carácter estratégico a las personas adecuadas y de probidad debidamente comprobada que necesiten conocerla. Los controles aplicados a la información de carácter estratégico pueden incluir registros de su recepción, ubicación, despacho y destrucción.

Seguridad física informática

I.20. En esta sección se describirán los procedimientos de control del acceso, los protocolos y los arreglos de seguridad física establecidos para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información de carácter estratégico mantenida en las computadoras y los sistemas informáticos, así como la integridad y disponibilidad de los sistemas de instrumentación y control.

DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

Objetivos y requisitos del sistema de protección física

I.21. En esta sección se describirán los objetivos de la protección de diferentes tipos de blanco, agrupados con arreglo a su importancia estratégica.

Identificación de los blancos

I.22. Aquí deberán indicarse los posibles blancos de un robo o un sabotaje y su ubicación. También deberán enumerarse los sistemas informáticos importantes para la protección física, la seguridad tecnológica y la contabilidad y el control de materiales nucleares cuya vulneración facilitaría la comisión de un acto doloso.

Definición de la amenaza

I.23. En esta sección se describirán, en términos generales, los tipos de amenaza para los que está diseñado el sistema de protección física, con las correspondientes remisiones a la evaluación de la amenaza o a la amenaza base de diseño definida por el Estado.

Enlace con las fuerzas del orden

I.24. Aquí podrán proporcionarse detalles sobre el enlace normal mantenido con los organismos de las fuerzas del orden para facilitar la alerta temprana de los posibles sucesos relacionados con la seguridad física.

SISTEMA DE PROTECCIÓN FÍSICA

I.25. En esta sección se proporcionará una descripción del sistema de protección física de la instalación.

Descripción detallada del sistema de protección física

I.26. Esta sección podrá contener un mapa de la instalación que indique los límites de los niveles de protección y las medidas de protección, por ejemplo los puntos de control del personal y de los vehículos. La descripción de las medidas de protección deberá incluir lo siguiente:

- a) Control del acceso. Debe darse una descripción del control y el registro del personal, los vehículos y los materiales en cada punto de control del acceso. Esta descripción puede incluir también las disposiciones adoptadas para compatibilizar los sistemas de autorización y control del acceso con la rápida entrada y salida de las personas y los vehículos autorizados durante una emergencia o en situaciones que puedan desembocar en una emergencia. Podrá hacerse referencia al control de todas las llaves, las cerraduras, las combinaciones, las contraseñas y los dispositivos conexos utilizados para controlar la entrada a las zonas de acceso limitado, las zonas protegidas, las zonas interiores y las zonas vitales, y el acceso al equipo de protección física.
- b) Estación central de alarma. Aquí se describirá la ubicación de la estación central de alarma y de las estaciones de monitorización de apoyo que existan. También se describirán los sistemas de comunicación y visualización de alarmas de la estación central, su equipo de comunicaciones, los arreglos para el control del acceso y los detalles de su protección contra un ataque o un acceso no autorizado.
- c) Comunicaciones. Deben describirse los medios de comunicación con que cuentan los guardias y las fuerzas de respuesta del emplazamiento, así como las comunicaciones entre la estación central de alarma y los guardias y las fuerzas de respuesta. En este apartado se indicará cómo se mantiene una capacidad de comunicación permanente para garantizar un mando y control efectivo de las fuerzas de respuesta internas o externas durante el funcionamiento normal y en situaciones de emergencia. Si hay zonas de la instalación en que la comunicación es limitada, deben señalarse.
- d) Detección y vigilancia. Aquí se describirán el sistema de detección y el modo en que las alarmas se comunican a la estación central de alarma y se evalúan. También se describirán los procedimientos para hacer frente a las situaciones en que haya indicaciones de manipulación ilícita, y los métodos empleados para mantener un reconocimiento continuo y una constante observación y monitorización de las zonas de la instalación a fin de detectar cualquier intrusión, y para comprobar la integridad de las barreras físicas u otros componentes y funciones del sistema de protección física.
- e) Alumbrado. En este apartado se describirá de qué manera el explotador mantiene los niveles de iluminación mínimos para determinadas aplicaciones, como la evaluación después de una alarma.
- f) Barreras físicas. Aquí se describirán las barreras existentes en las diferentes zonas de seguridad física de la instalación (como los edificios, las características topográficas, las vallas, las paredes y las puertas). También se pueden describir las barreras para vehículos, su ubicación y su funcionamiento, con las disposiciones de vigilancia correspondientes.

- g) Zonas/niveles de seguridad física. En este apartado se indicarán las zonas (o los niveles) de protección física existentes en la instalación

Programa de mitigación de la amenaza interna

I.27. En esta sección deberían describirse las medidas adoptadas para la protección contra agentes internos.

Transporte de materiales nucleares

I.28. En esta sección se describirán los procedimientos para el transporte de materiales nucleares de diferentes categorías dentro del emplazamiento, así como los arreglos existentes en el emplazamiento para la recepción de los materiales nucleares que lleguen a la instalación y el despacho de los que deban salir.

Pruebas, evaluación y mantenimiento del sistema de protección física

I.29. En esta sección se describirán los procedimientos utilizados para evaluar y poner a prueba el sistema de protección física.

Tipos de pruebas y evaluación

I.30. Este apartado describirá los programas de pruebas y evaluación que existen y cómo se utilizan para evaluar la eficacia del sistema de protección física de la instalación.

Frecuencia de las pruebas y la evaluación

I.31. Aquí deberán figurar los detalles de la frecuencia con que se ejecutan los programas de pruebas y evaluación.

Mantenimiento

I.32. En este apartado se describirán los programas de mantenimiento y calibración de todo el equipo de protección física.

Ampliación y mejora

I.33. Aquí podrán describirse, si procede, los calendarios establecidos para la aplicación de medidas de protección física en relación con construcciones

nuevas o modificaciones físicas importantes de estructuras ya existentes, o con la instalación de equipo.

Medidas compensatorias

I.34. En esta sección se indicarán todas las medidas de protección física compensatorias que se aplican cuando las barreras de protección física se degradan o el equipo queda fuera de servicio, también durante las pruebas o el mantenimiento ordinarios. En particular, debe describirse el suministro eléctrico de reserva disponible para todos los tipos de equipo de protección física.

PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

Organización y responsabilidades

I.35. En esta sección se proporcionarán detalles sobre la organización y las responsabilidades de las fuerzas de respuesta internas y externas que permiten mantener una estrategia de respuesta efectiva para los diversos blancos existentes en la instalación.

Fuerzas de seguridad física

I.36. Esta sección proporcionará una visión general de las fuerzas de respuesta disponibles para una estrategia de respuesta coordinada.

Guardias

I.37. En este apartado se describirán el número de efectivos, el posicionamiento y las tareas de los guardias, con detalles sobre su armamento, equipamiento y transporte.

Fuerza de respuesta del emplazamiento

I.38. Aquí deberán describirse la capacidad y los medios de que dispone la fuerza de respuesta interna para hacer frente a los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear de manera oportuna, cuando exista una fuerza de ese tipo.

Fuerza de respuesta externa

I.39. En este apartado se describirán la capacidad y los medios de la fuerza de respuesta externa para responder a los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, incluidos los tiempos de respuesta estimados. También puede describirse el proceso por el que se documentan y mantienen los acuerdos para el suministro de una respuesta externa.

Personal de la estación central de alarma

I.40. Aquí se describirán el mínimo de efectivos, las tareas, las responsabilidades y los programas de rotación del personal empleado en la estación central de alarma.

Plan de contingencia

I.41. En esta sección se describirá el plan de contingencia para los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y otros sucesos que puedan requerir una respuesta de protección física. Se indicarán las personas y/o los puestos específicos que tengan la responsabilidad y la autoridad para ejecutar el plan de contingencia cuando se produzca un suceso relacionado con la seguridad física nuclear, y se detallará cómo y cuándo se revisa el plan y se realizan los ejercicios correspondientes.

I.42. La siguiente es una lista de ejemplos de diferentes tipos de escenarios que pueden tenerse en cuenta e incluirse en el plan de contingencia:

- a) la localización y recuperación de materiales nucleares desaparecidos (incluida la realización de un inventario de emergencia);
- b) la reducción al mínimo y la mitigación de las consecuencias radiológicas de un sabotaje;
- c) el descubrimiento de una amenaza interna;
- d) una intrusión no autorizada en una instalación nuclear;
- e) amenazas externas (p. ej., una alerta de bomba);
- f) un ataque a distancia;
- g) un ataque con llegada por el aire;
- h) un ataque con llegada por el agua;
- i) un ciberataque;
- j) una vulneración de información de carácter estratégico.

I.43. Dado que el plan de contingencia contendrá información de carácter estratégico, deberá llevar una marca adecuada que indique el nivel de protección requerido. El plan deberá contener también arreglos para la coordinación con los planes de emergencia. En el apéndice II se presenta un modelo para un plan de contingencia.

Mando, control y comunicaciones en caso de incidente

I.44. El plan de seguridad física describirá cómo ejercerán las entidades interesadas el mando y control cuando se produzca un suceso relacionado con la seguridad física nuclear, dónde se encontrarán los centros de mando y control de incidentes internos y externos y qué medios de comunicación estarán disponibles en esos lugares.

Respuesta a condiciones de amenaza elevada

I.45. Debería proporcionarse una lista de las mejoras en los procedimientos de protección física que esté previsto aplicar en caso de que aumente el nivel global de amenaza dentro del Estado.

POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

Políticas y procedimientos operacionales documentados

I.46. En esta sección se enumerarán las políticas y los procedimientos operacionales documentados que rigen la protección física de la instalación, incluidos los procedimientos para la interfaz con los sistemas que complementan el sistema de protección física, como los de seguridad tecnológica y de contabilidad y control de materiales nucleares.

Examen, evaluación, auditoría y actualización del plan de seguridad física

I.47. Deberán darse detalles (incluida la frecuencia) de los procedimientos y procesos de examen que se aplican para velar por que el plan de seguridad física se mantenga actualizado, junto con la garantía de que todas las modificaciones que sea necesario efectuar se someterán a la aprobación previa de la autoridad competente.

Notificación de amenazas e incidentes

I.48. En esta sección se describirá el procedimiento establecido para que los empleados y contratistas notifiquen determinados sucesos a la organización a cargo de la seguridad física de la instalación, y para transmitir esa información a la autoridad competente, si procede.

Apéndice II

MODELO PARA UN PLAN DE CONTINGENCIA

OBJETIVO

II.1. En esta sección se describirá el objetivo del plan de contingencia en cuestión. El objetivo puede consistir en prepararse para una respuesta en caso de ataque o en reducir las consecuencias de las acciones de un adversario.

PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA A UN INCIDENTE

Reglas de intervención

II.2. En esta sección figurarán las reglas de intervención que definan qué tipo de fuerzas están autorizadas por ley a intervenir, y cuándo y dónde pueden utilizarse.

Procedimientos de respuesta

II.3. En esta sección se describirán la organización y la coordinación de la respuesta, y se señalarán los indicadores que se utilizarán para decidir el inicio de la respuesta. La sección puede incluir:

- a) todas las medidas, los ámbitos de responsabilidad y los cronogramas previamente establecidos para el despliegue de la fuerza de respuesta en los escenarios de robo y sabotaje;
- b) los procedimientos que limitarán la exposición del personal de respuesta a un posible ataque;
- c) los cronogramas que se utilizarán para dar aviso a las fuerzas de respuesta externas al emplazamiento;
- d) el número mínimo de efectivos de la fuerza de respuesta.

Restablecimiento del control y recuperación

II.4. En esta sección se indicará cómo se organizará la respuesta una vez que el adversario haya abandonado la instalación en un escenario de robo. La sección debe incluir los protocolos que se utilizarán para coordinar a los distintos grupos de respuesta, la cadena de mando, y todo cambio que afecte a las responsabilidades.

Minimización y mitigación

II.5. Esta sección indicará cómo se organizará la respuesta de protección física para ayudar al personal de respuesta en caso de emergencia a reducir al mínimo y mitigar las consecuencias de un acto de sabotaje.

Mando, control y comunicación

II.6. En esta sección se describirán los arreglos que figuran en los protocolos acordados con las organizaciones de respuesta externas. Deben especificarse el organismo que tendrá el mando operacional y las circunstancias en que ese mando podrá traspasarse a otro organismo. Se darán detalles de todos los vínculos de comunicación que se emplearán y de la ubicación de los centros de control de incidentes que podrán utilizarse en diferentes etapas del suceso, teniendo en cuenta las circunstancias reinantes y las responsabilidades estratégicas y tácticas de los centros.

EJERCICIOS DEL PLAN DE CONTINGENCIA

II.7. En esta sección se describirán el tipo y la frecuencia de los ejercicios que se realizarán para poner a prueba y practicar la ejecución del plan de contingencia. Debe indicarse cómo se coordinarán las pruebas del plan de contingencia y el plan de emergencia en ejercicios conjuntos en que se apliquen ambos planes a la vez. También debe describirse cómo se extraerán las enseñanzas pertinentes de estos ejercicios y cómo se utilizarán para perfeccionar el plan de contingencia.

Apéndice III

ADICIÓN O AGREGACIÓN DE MATERIALES NUCLEARES

MÉTODO 1

III.1. Este ejemplo ilustra una manera de utilizar el cuadro 1 para categorizar una agregación de materiales nucleares. Los materiales nucleares que se encuentren en una misma instalación deberían clasificarse como sigue:

a) En la categoría I si:

$$\frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{2000} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{5000} \geq 1 \quad (1)$$

b) En la categoría II si:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{500} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{1000} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 10\% \text{ y } < 20\%) }{10000} &\geq 1 \\ > \frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{2000} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{5000} \end{aligned} \quad (2)$$

c) En la categoría III si:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{15} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{15} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 10\% \text{ y } < 20\%) }{1000} + \\ \frac{{}^{235}\text{U}(> \text{U}_{\text{nat}} \text{ y } < 10\%) }{10000} &\geq 1 > \frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{500} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{1000} + \\ \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 10\% \text{ y } < 20\%) }{10000} \end{aligned} \quad (3)$$

d) Por debajo de la categoría III si:

$$\begin{aligned} 1 > \frac{\text{Pu} + {}^{233}\text{U}}{15} + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 20\%) }{15} \\ + \frac{{}^{235}\text{U}(\geq 10\% \text{ y } < 20\%) }{1000} + \frac{{}^{235}\text{U}(> \text{U}_{\text{nat}} \text{ y } < 10\%) }{10000} \end{aligned} \quad (4)$$

o si el material consiste solo en uranio natural, uranio empobrecido o torio,

donde

| | |
|--|--|
| Pu | es la masa en gramos de todo el plutonio, excepto aquel cuya composición isotópica supere el 80 % de ^{238}Pu ; |
| ^{233}U | es la masa en gramos de ^{233}U ; |
| $^{235}\text{U} (\geq 20 \%)$ | es la masa en gramos de ^{235}U presente en una forma enriquecida en ^{235}U hasta el 20 % o más; |
| $^{235}\text{U} (\geq 10 \% \text{ y } < 20 \%)$ | es la masa en gramos de ^{235}U presente en una forma enriquecida en ^{235}U hasta el 10 % o más, pero menos del 20 %; |
| $^{235}\text{U} (> U_{\text{nat}} \text{ y } < 10 \%)$ | es la masa en gramos de ^{235}U presente en una forma con una proporción de ^{235}U superior a la del uranio natural, pero inferior al 10 %; |

y los denominadores son las masas en gramos.

III.2. Estas fórmulas se refieren a materiales no irradiados en un reactor, o a materiales irradiados en un reactor pero con un nivel de radiación igual o inferior a 1 Gy/h (100 rad/h) a 1 m de distancia sin que medie blindaje.

MÉTODO 2

III.3. Otro método para determinar la categoría de los materiales nucleares agregados emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{S} = \sum_i \frac{f_i}{S_i} \quad (5)$$

donde

| | |
|----------------------|---|
| f_i (adimensional) | es la fracción de masa del tipo de material i de la mezcla (la masa de cada tipo de material presente dividida por la masa total de la mezcla); |
| S_i (kg o g) | es el umbral de masa del tipo de material i para la categoría de que se trate, con arreglo al cuadro 1; |

y S (kg o g) es el umbral de masa de la agregación de materiales para la categoría de que se trate, con arreglo al cuadro 1.

III.4. Las siguientes cantidades son los umbrales de masa para la categoría I:

- a) 2 kg de plutonio, todos los isótopos juntos;
- b) 5 kg de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U del 20 % o más;
- c) 2 kg de ^{233}U .

III.5. Las siguientes cantidades son los umbrales de masa para la categoría II:

- a) 500 g de plutonio, todos los isótopos juntos;
- b) 1 kg de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U del 20 % o más;
- c) 10 kg de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U del 10 % o más, pero menos del 20 %;
- d) 500 g de ^{233}U .

III.6. Las siguientes cantidades son los umbrales de masa para la categoría III:

- a) 15 g de plutonio, todos los isótopos juntos;
- b) 15 g de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U del 20 % o más;
- c) 1 kg de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U del 10 % o más, pero menos del 20 %;
- d) 10 kg de ^{235}U presente en una forma con un enriquecimiento en ^{235}U inferior al 10 %;
- e) 15 g de ^{233}U .

III.7. Se toma en consideración todo el plutonio, excepto aquel en que la concentración isotópica de ^{238}Pu exceda del 80 %.

III.8. Los umbrales se refieren a materiales no irradiados en un reactor, o a materiales irradiados en un reactor pero con un nivel de radiación igual o inferior a 1 Gy/h (100 rad/h) a 1 m de distancia sin que medie blindaje.

III.9. Para determinar la categoría aplicable, debe determinarse primero (paso 1) si el material agregado es de la categoría I. Un material o una mezcla de materiales es de la categoría I si la masa agregada es superior o igual al umbral de masa de

la categoría I calculado para el material o la mezcla. Si no es de la categoría I, continuar con el paso 2.

III.10. Si el material agregado no es de la categoría I, determinar (paso 2) si es de la categoría II. Un material o una mezcla de materiales es de la categoría II si la masa agregada es superior o igual al umbral de masa de la categoría II calculado para el material o la mezcla. Si no es de la categoría II, continuar con el paso 3.

III.11. Si el material agregado no corresponde ni a la categoría I ni a la II, determinar (paso 3) si es de la categoría III. Un material o una mezcla de materiales es de la categoría III si la masa agregada es superior o igual al umbral de masa de la categoría III calculado para el material o la mezcla.

III.12. Si el material o la mezcla de materiales tiene una masa inferior al umbral de masa de la categoría III, queda clasificado por debajo de la categoría III.

Ejemplo 1

III.13. Un material nuclear consiste en 4 kg de ^{235}U , contenidos en un uranio con un enriquecimiento superior al 20 %, y 1 kg de plutonio, lo que da un total de 5 kg de ^{235}U y plutonio juntos. La fracción de masa del uranio enriquecido a más del 20 % es de $4/5$, y la del plutonio, de $1/5$.

Paso 1: El umbral de masa de la categoría I para este material está dado por:

$$\frac{1}{S} = \frac{4/5}{S_{\text{U-235}}} + \frac{1/5}{S_{\text{Pu}}} = \frac{4/5}{5 \text{ kg}} + \frac{1/5}{2 \text{ kg}} = 0,26$$

Por lo tanto, $S = 3,85$ kg. Puesto que la masa del material (5 kg) es superior a S (3,85 kg), supera el umbral de la categoría I para esta mezcla.

El material es, pues, una cantidad de la categoría I.

Ejemplo 2

III.14. Un material nuclear consiste en 2,5 kg de ^{235}U , contenidos en un uranio con un enriquecimiento superior al 20 %, y 500 g de plutonio, lo que da un total de 3 kg de ^{235}U y plutonio juntos. La fracción de masa del uranio enriquecido a más del 20 % es de $2,5/3$ (o $5/6$), y la del plutonio es de $0,5/3$ (o $1/6$).

Paso 1: El umbral de masa de la categoría I para este material está dado por:

$$\frac{1}{S} = \frac{5/6}{S_{U-235}} + \frac{1/6}{S_{Pu}} = \frac{5/6}{5 \text{ kg}} + \frac{1/6}{2 \text{ kg}} = 0,25$$

Por lo tanto, $S = 4 \text{ kg}$. La masa total es de 3 kg, por lo que es inferior al umbral de masa de la categoría I para esta mezcla.

Paso 2: El umbral de masa de la categoría II para este material está dado por:

$$\frac{1}{S} = \frac{5/6}{S_{U-235}} + \frac{1/6}{S_{Pu}} = \frac{5/6}{1 \text{ kg}} + \frac{1/6}{0,5 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, $S = 0,86 \text{ kg}$. La masa total es de 3 kg, lo que supera el umbral de masa de la categoría II. Así pues, la mezcla es de la categoría II.

Apéndice IV

REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES

En el cuadro 4 figuran las remisiones cruzadas entre los párrafos de la referencia [1] y los párrafos correspondientes de la presente publicación.

CUADRO 4. REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES [1]

| Párrafos de las Recomendaciones [1] | Párrafos conexos de la presente publicación |
|--|---|
| INTRODUCCIÓN | Sección 1 |
| Antecedentes (1.1 a 1.8) | |
| Finalidad (1.9 a 1.11) | |
| Ámbito de aplicación (1.12 a 1.18) | |
| Estructura (1.19 a 1.24) | |
| OBJETIVOS DEL RÉGIMEN ESTATAL DE PROTECCIÓN FÍSICA (2.1 a 2.3) | Sección 2 |
| ELEMENTOS DE UN RÉGIMEN ESTATAL DE PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS MATERIALES E INSTALACIONES NUCLEARES | |
| Responsabilidad del Estado (3.1, 3.2) | 3.5 a 3.7 |
| Transporte internacional (3.3 a 3.7) | Tratado en la ref. [2] |
| Asignación de responsabilidades de protección física (3.8) | 3.8 a 3.11 |
| Marco legislativo y de reglamentación | |
| Marco legislativo y de reglamentación (3.9 a 3.17) | 3.12 a 3.32 |
| Autoridad competente (3.18 a 3.22) | 3.39 a 3.48 |

CUADRO 4. REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES [1] (continuación)

| Párrafos de las Recomendaciones [1] | Párrafos conexos de la presente publicación |
|---|---|
| Responsabilidades de los titulares de las licencias (3.23 a 3.30) | 3.49, 4.4 a 4.13, 4.154 a 4.161 |
| Cooperación y asistencia internacionales (3.31 a 3.33) | 3.50 a 3.54 |
| Identificación y evaluación de amenazas (3.34 a 3.40) | 3.55 a 3.63 |
| Sistema y medidas de protección física basados en el riesgo | |
| Gestión del riesgo (3.41, 3.42) | 3.64 a 3.103 |
| Enfoque graduado (3.43, 3.44) | 3.70 a 3.101 |
| Defensa en profundidad (3.45 a 3.47) | 3.102, 3.103 |
| Mantenimiento del régimen de protección física | |
| Cultura de la seguridad física (3.48 a 3.51) | 3.105, 3.106 |
| Garantía de calidad (3.52) | 3.107 a 3.110 |
| Confidencialidad (3.53 a 3.55) | 3.111 a 3.115 |
| Programa de sostenibilidad (3.56, 3.57) | 3.119 |
| Planificación y preparación para sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y respuesta a ellos (3.58 a 3.62) | 3.120 a 3.126 |
| REQUISITOS RELATIVOS A LAS MEDIDAS CONTRA LA RETIRADA NO AUTORIZADA DE MATERIALES NUCLEARES DURANTE SU UTILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO | 4.4 a 4.14, 4.23 a 4.59, 4.71 a 4.75, 4.124 a 4.139 |
| Aspectos generales | |
| Justificación de las medidas precautorias (4.1 a 4.4) | |
| Categorización (4.5 a 4.8) | 3.74 a 3.90 |

CUADRO 4. REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES [1] (continuación)

| Párrafos de las Recomendaciones [1] | Párrafos conexos de la presente publicación |
|--|---|
| Requisitos para la protección física contra la retirada no autorizada de materiales nucleares durante su utilización y almacenamiento | |
| Aspectos generales (4.9 a 4.12) | 4.83 a 4.123, 4.133 a 4.146 |
| Requisitos aplicables a los materiales nucleares de las categorías I, II y III (4.13 a 4.20) | 4.33 a 4.59, 4.83 a 4.123 |
| Requisitos aplicables a los materiales nucleares de las categorías I y II (4.21 a 4.35) | 4.33 a 4.59, 4.83 a 4.123 |
| Requisitos aplicables a los materiales nucleares de la categoría I (4.36 a 4.49) | 4.33 a 4.59, 4.83 a 4.123 |
| Requisitos relativos a las medidas para localizar y recuperar materiales nucleares desaparecidos o robados | 4.71 a 4.75 |
| Requisitos aplicables al Estado (4.50 a 4.56) | |
| Requisitos aplicables al explotador (4.57 a 4.63) | |
| REQUISITOS RELATIVOS A LAS MEDIDAS CONTRA EL SABOTAJE DE INSTALACIONES NUCLEARES Y DE MATERIALES NUCLEARES DURANTE SU USO Y ALMACENAMIENTO | |
| Aspectos generales (5.1 a 5.3) | 4.4 a 4.14, 4.23 a 4.59, 4.76 a 4.82, 4.133 a 4.146 |
| Fundamento para un enfoque graduado en materia de protección física contra el sabotaje (5.4 a 5.8) | 3.91 a 3.101 |
| Requisitos relativos al proceso de diseño de un sistema de protección física contra el sabotaje (5.9 a 5.19) | 4.140 a 4.153 |
| Requisitos relativos a la protección física contra el sabotaje en las instalaciones nucleares | 4.33 a 4.59, 4.83 a 4.123 |
| Requisitos aplicables a las instalaciones de alto riesgo, incluidas las centrales nucleares (5.20 a 5.42) | 4.33 a 4.59, 4.83 a 4.123 |

CUADRO 4. REMISIONES CRUZADAS CON LAS RECOMENDACIONES [1] (continuación)

| Párrafos de las Recomendaciones [1] | Párrafos conexos de la presente publicación |
|---|---|
| Requisitos aplicables a otras instalaciones y materiales nucleares (5.43) | 5.20 a 5.42 |
| Requisitos relativos a las medidas conexas para mitigar o reducir al mínimo las consecuencias radiológicas del sabotaje | 4.76 a 4.82 |
| Alcance y límite (5.44) | |
| Requisitos aplicables al Estado (5.45 a 5.53) | |
| Requisitos aplicables al explotador (5.54 a 5.58) | |

REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 13, OIEA, Viena, 2012.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Security of Nuclear Material in Transport, IAEA Nuclear Security Series No. 26-G, IAEA, Vienna (2015).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 14, OIEA, Viena, 2012.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Objetivo y elementos esenciales del régimen de seguridad física nuclear de un Estado*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 20, OIEA, Viena, 2014.
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Establecimiento de la infraestructura de seguridad física nuclear para un programa nucleoelectrico*, Colección de Seguridad Física Nuclear N° 19, OIEA, Viena, 2018.
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad informática en las instalaciones nucleares*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 17, OIEA, Viena, 2013.
- [7] OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL, INSTITUTO INTERREGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA INVESTIGACIONES SOBRE LA DELINCUENCIA Y LA JUSTICIA, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE ADUANAS, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 15, OIEA, Viena, 2012.
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, IAEA Nuclear Security Series No. 10, IAEA, Vienna (2009).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preventive and Protective Measures against Insider Threats, IAEA Nuclear Security Series No. 8, IAEA, Vienna (2008).

- [10] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE), ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, COMISIÓN PREPARATORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE LOS ENSAYOS NUCLEARES, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 7, OIEA, Viena, 2018.
- [11] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Criterios aplicables a la preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSG-2, OIEA, Viena, 2013.
- [12] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-2.1, OIEA, Viena, 2010.
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Identification of Vital Areas at Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 16, IAEA, Vienna (2012).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Engineering Safety Aspects of the Protection of Nuclear Power Plants against Sabotage, IAEA Nuclear Security Series No. 4, IAEA, Vienna (2007).
- [15] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Cultura de la seguridad física nuclear, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 7, OIEA, Viena, 2017.
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad física de la información nuclear, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 23-G, OIEA, Viena, 2018.
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook on the Physical Protection of Nuclear Materials and Facilities, IAEA-TECDOC-1276, IAEA, Vienna (2002).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Use of Nuclear Material Accounting and Control for Nuclear Security Purposes at Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 25-G, IAEA, Vienna (2015).



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

Los pedidos de publicaciones gratuitas deben hacerse directamente al OIEA. Al final de la lista de proveedores se proporcionan los datos de contacto.

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

Renouf Publishing Co. Ltd

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADÁ

Teléfono: +1 613 745 2665 • Fax: +1 613 745 7660

Correo electrónico: order@renoufbooks.com • Sitio web: www.renoufbooks.com

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: euroman@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

Los pedidos de publicaciones, tanto de pago como gratuitas, pueden enviarse directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: www.iaea.org/publications

Esta Guía de Aplicación es la principal de una serie de orientaciones para la aplicación de la publicación N° 13 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/ Rev. 5)*. La Guía trata sobre la protección física de los materiales nucleares contra las retiradas no autorizadas, y de los materiales y las instalaciones nucleares contra el sabotaje. Ofrece orientaciones a los Estados y a sus autoridades competentes sobre el modo de establecer, reforzar y mantener los regímenes nacionales de protección física, y sobre la forma de aplicar los sistemas y medidas conexos, incluidos los sistemas de protección física de los explotadores.

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA**

ISBN 978-92-0-307318-9

ISSN 2521-1803