

Enfoque basado en el conocimiento de los riesgos en materia de medidas de seguridad física nuclear para los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario

Patrocinada conjuntamente por
OIEA, OIPC-INTERPOL



IAEA



INTERPOL



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.

ENFOQUE BASADO EN EL
CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS
EN MATERIA DE MEDIDAS DE
SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR
PARA LOS MATERIALES
NUCLEARES Y OTROS
MATERIALES RADIATIVOS
NO SOMETIDOS A CONTROL
REGLAMENTARIO

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
Nº 24-G

ENFOQUE BASADO EN EL
CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS
EN MATERIA DE MEDIDAS DE
SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR
PARA LOS MATERIALES
NUCLEARES Y OTROS
MATERIALES RADIATIVOS
NO SOMETIDOS A CONTROL
REGLAMENTARIO

GUÍA DE APLICACIÓN

PATROCINADA CONJUNTAMENTE POR EL ORGANISMO
INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA Y LA ORGANIZACIÓN
INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2022

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
<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

© OIEA, 2022

Impreso por el OIEA en Austria

Febrero de 2022

STI/PUB/1678

ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS
RIESGOS EN MATERIA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD
FÍSICA NUCLEAR PARA LOS MATERIALES NUCLEARES
Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS NO SOMETIDOS
A CONTROL REGLAMENTARIO

OIEA, VIENA, 2022

STI/PUB/1678

ISBN 978-92-0-315221-1 (papel) | ISBN 978-92-0-315321-8
(PDF)

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 (1.1–1.5)	1
	Objetivo (1.6)	3
	Alcance (1.7, 1.8)	3
	Estructura (1.9, 1.10)	4
2.	FUNDAMENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y EL ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS (2.1–2.6)	5
	Política y estrategia nacional en materia de seguridad física nuclear (2.7)	7
	Marco jurídico y administrativo (2.8)	7
	Funciones y responsabilidades (2.9–2.11)	8
	Mecanismo de coordinación (2.12)	9
	Cooperación internacional (2.13, 2.14)	9
3.	DETERMINACIÓN DE AMENAZAS PARA LA SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR (3.1–3.5)	10
	Vulnerabilidad de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos sometidos a control reglamentario (3.6–3.9)	14
	Disponibilidad de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario (3.10–3.13)	15
	Movimientos transfronterizos (3.14–3.17)	16
	Análisis de la capacidad y la intención del adversario (3.18–3.23) ..	17
4.	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS BLANCOS Y LAS POSIBLES CONSECUENCIAS (4.1, 4.2)	20
	Determinación de blancos (4.3–4.6)	21
	Consecuencias de los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear (4.7–4.18)	22
5.	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y DEL RIESGO (5.1–5.4)	28

Metodologías de evaluación de la amenaza (5.5–5.15)	29
Metodologías de evaluación del riesgo (5.16–5.33).	36
6. UTILIZACIÓN DE ENFOQUES BASADOS EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS (6.1–6.5)	44
Determinación del contexto (6.6).	46
Evaluación de la amenaza y del riesgo (6.7)	46
Determinación de sistemas y medidas alternativos de seguridad física nuclear (6.8–6.14)	47
Aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear (6.15–6.17)	49
Gestión de los riesgos (6.18–6.22).	49
APÉNDICE I: MODELO DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS	53
APÉNDICE II: EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA...	55
APÉNDICE III: EJEMPLO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO.	63
APÉNDICE IV: EJEMPLO DE ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS	69
REFERENCIAS	75
GLOSARIO	77

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La seguridad física nuclear se centra en la prevención y detección de actos delictivos o intencionales no autorizados que están relacionados con materiales nucleares, otros materiales radiactivos e instalaciones o actividades conexas, o que vayan dirigidos contra ellos, así como en la respuesta a esos actos. Otros actos que, según haya determinado el Estado, tengan efectos negativos en la seguridad física nuclear deberían tratarse de manera adecuada. Se ha reconocido que la amenaza de terrorismo nuclear es motivo de preocupación para todos los Estados, y el riesgo de un posible uso de materiales nucleares u otros materiales radiactivos en un acto delictivo¹ plantea una amenaza grave a la seguridad nacional e internacional que puede tener graves consecuencias para la población, los bienes y el medio ambiente.

1.2. En la presente guía de aplicación se describen los conceptos y metodologías para la adopción de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos en relación con la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario², incluida la realización de evaluaciones de la amenaza³ y del riesgo que a continuación sirvan de base a la elaboración e implantación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear. Para preparar la publicación se hizo uso de la experiencia nacional, así como de la práctica y de publicaciones de orientación en los ámbitos de la seguridad física nuclear, la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo. La publicación complementa las siguientes publicaciones de Nociones Fundamentales de

¹ Tanto la *Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares* y su Enmienda (artículo 7) [1] como el *Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear* (artículo 2) [2] exigen a los Estados partes calificar como punibles todos los delitos que tienen graves consecuencias para la población, los bienes y el medio ambiente.

² La expresión “no sometido a control reglamentario” se utiliza para describir una situación en la que hay presencia de material nuclear u otro material radiactivo sin la debida autorización, ya sea porque por una u otra razón los controles han fallado, o porque nunca han existido.

³ En la presente publicación se emplea la expresión concreta “amenaza para la seguridad física nuclear” con el sentido indicado en la definición que figura en las Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear [3]. El término “amenaza” sin otro calificativo se refiere de forma más general al agente de una amenaza (también denominado adversario) o al objeto que se utiliza (también denominado dispositivo).

Seguridad Física Nuclear [3] y Recomendaciones de seguridad física nuclear y es congruente con ellas:

- *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)* [4];
- *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas* [5], y
- *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario* [6].

1.3. En el ámbito de la presente guía de aplicación, se entiende por “riesgo” la posibilidad de que un suceso relacionado con la seguridad física nuclear dé lugar a un resultado no deseado, determinado por su probabilidad y las consecuencias conexas si llegara a producirse, incluidas las consecuencias para la población, los bienes y el medio ambiente. El riesgo viene determinado, en general, por tres componentes: amenaza, vulnerabilidad y consecuencias. La adopción de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos es condición previa para determinar prioridades y diseñar sistemas y medidas de seguridad física nuclear que sean apropiados [6]. Las evaluaciones de la amenaza y del riesgo permiten a un Estado gestionar el riesgo y determinar prioridades para la asignación de recursos (tanto humanos como financieros) a las organizaciones y a los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

1.4. El enfoque basado en el conocimiento de los riesgos es un proceso iterativo mediante el cual se determinan y evalúan las amenazas y los riesgos, se elaboran, evalúan y aplican alternativas y se vigilan y gestionan las medidas resultantes en aras de su pertinencia y su eficacia. La presente publicación pone de manifiesto la evaluación de la amenaza y del riesgo en el marco de la aplicación de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos⁴, congruente con las orientaciones internacionales [7]. Este tipo de enfoque puede ayudar a un Estado a asignar sus recursos de forma más eficaz y eficiente teniendo en cuenta sistemáticamente las amenazas y los riesgos.

1.5. La presente guía de aplicación complementa las orientaciones sobre el desarrollo, el uso y el mantenimiento de la amenaza base de diseño en relación con los materiales nucleares, otros materiales radiactivos y las instalaciones y actividades conexas [8]. Puede encontrarse más información sobre las amenazas

⁴ La expresión “enfoque basado en el conocimiento de los riesgos” hace referencia en gran medida al mismo proceso cíclico de gestión de los riesgos denominado “gestión del riesgo”.

e información técnica sobre las medidas de seguridad física nuclear en las orientaciones complementarias sobre la lucha contra el tráfico ilícito de materiales nucleares y otros materiales radiactivos [9].

OBJETIVO

1.6. La presente publicación tiene por objeto ofrecer a los Estados orientación sobre la formulación de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos y la realización de evaluaciones de la amenaza y del riesgo como base para el diseño y la aplicación de sistemas y medidas sostenibles de seguridad física nuclear para prevenir y detectar actos delictivos o intencionales no autorizados que guarden relación con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario y responder a esos actos. La publicación procura ofrecer orientación a los encargados de formular políticas, los organismos encargados del cumplimiento de la ley y los expertos de las autoridades competentes y otras organizaciones pertinentes.

ALCANCE

1.7. La presente publicación se centra en un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos y en metodologías de evaluación de la amenaza y del riesgo con fines de elaboración de sistemas y medidas de seguridad física nuclear para los materiales nucleares u otros materiales radiactivos respecto de los cuales se ha notificado que no están sometidos a control reglamentario, así como para los materiales abandonados, perdidos, desaparecidos o robados, aunque no exista notificación al respecto, o para los materiales descubiertos por cualquier otro medio.

1.8. En esta publicación no se abarcan las evaluaciones de la amenaza y del riesgo para los materiales nucleares, otros materiales radiactivos e instalaciones o actividades conexas sometidos a control reglamentario, pero se toma en consideración la posibilidad de pérdida, desaparición o robo de materiales. Puede consultarse orientación sobre la evaluación de la amenaza de robo de ese tipo de materiales y de sabotaje de las instalaciones en publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* (véanse las referencias [4, 5, 8, 10]). Esta publicación no abarca el diseño y la aplicación de sistemas y medidas de detección y respuesta en la esfera de la seguridad física nuclear (véanse las referencias [11, 12]).

ESTRUCTURA

1.9. Tras la presente introducción, en la sección 2 se describen los fundamentos de la gestión de los riesgos derivados de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario, en particular, las funciones y responsabilidades y el marco jurídico y administrativo para la realización de evaluaciones de la amenaza y del riesgo, así como los mecanismos de coordinación que respaldan estas actividades a escala nacional e internacional. En la sección 3 se ofrece orientación sobre la determinación de amenazas para la seguridad física nuclear y se describen las fuentes de la amenaza (“amenazas derivadas de”) y cómo puede surgir una amenaza. La sección 4 abarca los métodos y procedimientos para determinar los blancos (“amenazas para”) y estimar las posibles consecuencias. La sección 5 abarca las metodologías para la realización de evaluaciones de la amenaza y del riesgo y para la estimación de las probabilidades de amenazas. En la sección 6 se presenta una visión general de la manera en que un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos que incorpore el uso de evaluaciones de la amenaza y del riesgo contribuye al proceso de determinación de medidas alternativas y a la aplicación y gestión de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

1.10. Al término del texto principal, en los apéndices I a IV se presentan ejemplos de posibles evaluaciones de la amenaza y del riesgo en calidad de ejemplos de aplicación de enfoques basados en el conocimiento de los riesgos. Estos apéndices, que guardan relación entre sí, ofrecen en conjunto un ejemplo completo de enfoque basado en el conocimiento de los riesgos. En el apéndice I se presenta un diagrama de flujo para todo el enfoque basado en el conocimiento de los riesgos, incluidas actividades de evaluación de la amenaza y del riesgo. En el apéndice II figuran ejemplos de evaluaciones de la amenaza mediante dos metodologías: un enfoque basado en la descripción de la amenaza y un enfoque consistente en su clasificación. En el apéndice III se ofrece un ejemplo de enfoque de evaluación del riesgo mediante una técnica de evaluación probabilista del riesgo. En el apéndice IV se presenta un ejemplo de enfoque basado en el conocimiento de los riesgos que se sirve de resultados de evaluaciones de la amenaza y del riesgo para evaluar y priorizar las actividades de diseño y aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear. En los apéndices II a IV se parte de un ejemplo teórico común de un Estado.

2. FUNDAMENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y EL ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS

2.1. En todo el mundo se hace uso de un gran número de fuentes radiactivas y grandes cantidades de materiales nucleares y otros materiales radiactivos en esferas como la investigación científica, la salud, la agricultura, la educación y la industria. Si esos materiales no están sometidos a control reglamentario o dejan de estarlo, existe la posibilidad de que se usen para cometer actos delictivos o intencionales no autorizados. Las posibles consecuencias de un acto delictivo o intencional no autorizado que guarde relación con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario dependen de la cantidad, la forma, la composición y la actividad de los materiales. El uso de un explosivo que contiene ese tipo de material para fabricar un “dispositivo”⁵ puede amplificar la posible repercusión de un acto delictivo o intencional no autorizado que guarde relación con materiales nucleares u otros materiales radiactivos, especialmente si se utiliza en un lugar estratégico. Esos actos pueden comportar graves repercusiones sanitarias, sociales, psicológicas y económicas, daños materiales y consecuencias políticas y ambientales. Son ejemplos de actos posibles:

- a) la dispersión intencional de materiales radiactivos en un espacio público, por ejemplo, mediante un dispositivo de dispersión radiactiva (DDR);
- b) la colocación de materiales radiactivos en un espacio público, por ejemplo, en forma de un dispositivo de exposición a la radiación (DER), con intención de irradiar a las personas de los alrededores, y
- c) la producción de una explosión nuclear mediante un dispositivo nuclear improvisado (DNI).

2.2. De conformidad con la publicación pertinente de las *Recomendaciones de seguridad física nuclear* [6], el diseño de sistemas y medidas de seguridad física nuclear para los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario debe seguir cuatro pasos para hacer frente a las amenazas:

- determinación de las amenazas;
- determinación y evaluación de los blancos y las consecuencias;

⁵ Para simplificar, en la presente publicación la expresión “dispositivo” se emplea en relación con DDR, DER o DNI, lo cual coincide con la definición que figura en el *Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear* [2].

- evaluación de la amenaza y del riesgo, y
- uso de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos para establecer prioridades entre los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

2.3. La determinación de la amenaza debería incluir un examen de posibles adversarios que podrían contemplar el uso de materiales nucleares u otros materiales radiactivos en un acto delictivo o intencional no autorizado para cumplir sus objetivos y de la posibilidad de que esas personas u organizaciones dispongan, dentro o fuera del Estado, de materiales nucleares o radiactivos adecuados para la comisión de dicho acto.

2.4. En la determinación y evaluación de los posibles blancos de un acto de ese tipo que guarde relación con materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario se debería tener en cuenta el atractivo del blanco para un adversario. Ese atractivo podrá guardar relación con la vulnerabilidad del blanco al acto o con las posibles consecuencias de un acto que apunta al blanco.

2.5. Al evaluar la amenaza deberá tenerse en cuenta la motivación, las intenciones y las capacidades de las personas o grupos que, conforme a una estimación basada en el análisis de los datos y la información obtenidos, podrían cometer un acto delictivo o intencional no autorizado. Las evaluaciones de la posible disponibilidad para esas personas de materiales nucleares u otros materiales radiactivos y la experiencia de incidentes conocidos con materiales no sometidos a control reglamentario son factores que deberían tenerse en cuenta cuando se evalúan las amenazas. Para garantizar la exhaustividad, la evaluación podrá incorporar información procedente de organismos dedicados a la lucha contra el terrorismo y al cumplimiento de la ley, así como contribuciones de todos los organismos que se dediquen a la seguridad tecnológica y física de los materiales nucleares, otros materiales radiactivos y las instalaciones y actividades conexas. Al evaluar la amenaza también deberían tenerse en cuenta la viabilidad técnica y el contexto histórico del uso de esos materiales en actos delictivos o intencionales no autorizados.

2.6. La evaluación del riesgo incluye el examen de las probabilidades de que se lleve a cabo un acto, junto con las probabilidades de éxito y el nivel de las consecuencias, y puede contribuir al establecimiento de prioridades en cuanto a los sistemas y medidas de seguridad física nuclear que deben implantarse. El proceso de incluir información sobre el riesgo en el establecimiento de prioridades respecto de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear y de gestionar de forma general los sistemas de seguridad física nuclear se conoce con el nombre de enfoque basado en el conocimiento de los riesgos. En las normas

internacionales de la industria se indican las mejores prácticas en materia de gestión del riesgo [7]. Estas prácticas se han adaptado a la elaboración de sistemas y medidas de seguridad física nuclear y al correspondiente establecimiento de prioridades en el marco de la presente guía de aplicación.

POLÍTICA Y ESTRATEGIA NACIONAL EN MATERIA DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

2.7. Los sistemas y medidas eficaces de seguridad física nuclear para los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario deberían proceder de una política y estrategia nacional amplia e integrada en materia de seguridad física nuclear. Esa política y estrategia nacional debería fundarse en evaluaciones de la amenaza y del riesgo nacionales e indicar la autoridad competente encargada de realizar las evaluaciones de la amenaza y del riesgo de ámbito nacional para la seguridad física nuclear y de fomentar la cooperación y la coordinación entre todas las autoridades y organizaciones competentes implicadas. En esta política y estrategia debería definirse el alcance de las medidas preventivas y las medidas de detección y respuesta en el ámbito de la seguridad física nuclear, junto con las prioridades correspondientes, sobre la base de un enfoque graduado. La política y estrategia también debería incorporar un requisito de actualización periódica de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo a la luz de la información nueva y la evolución de las condiciones, y a su vez debería revisarse y actualizarse conforme a los cambios resultantes en dichas evaluaciones. El diseño de sistemas y medidas de seguridad física nuclear también debería basarse en el resultado de una evaluación de la amenaza y la aplicación de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos [6].

MARCO JURÍDICO Y ADMINISTRATIVO

2.8. Para elaborar y aplicar la política y estrategia nacional en materia de seguridad física nuclear debería establecerse un marco jurídico y administrativo apropiado [6, 13]. Ello reviste especial importancia en cuanto a la asignación de responsabilidades a las autoridades competentes y a la elaboración de un mecanismo de cooperación y coordinación para las evaluaciones de la amenaza y del riesgo. El marco debería incorporar:

- a) la obligación de realizar evaluaciones de la amenaza y del riesgo y de aplicar enfoques basados en el conocimiento de los riesgos;

- b) la asignación a una autoridad competente de funciones y responsabilidades con fines de realización de evaluaciones de la amenaza y del riesgo para los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario;
- c) la asignación a la autoridad competente pertinente de la responsabilidad específica de preparar un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos y de todas las facultades jurídicas y administrativas necesarias para emprender ese proceso;
- d) una disposición a efectos de que todas las autoridades competentes pertinentes cooperen con la autoridad competente encargada de la realización de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo en la aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear en relación con los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario;
- e) una disposición a efectos de que la autoridad competente encargada de la realización de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo actualice dichas evaluaciones de forma periódica y en función de las necesidades, y
- f) una disposición a efectos de que las autoridades competentes encargadas de aplicar sistemas y medidas de seguridad física nuclear basen el diseño de tales sistemas y medidas en los resultados del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

2.9. La autoridad competente encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo planteados por los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario debería disponer de los recursos y las capacidades necesarios para realizar dichas evaluaciones en coordinación con otras autoridades competentes pertinentes que adoptan decisiones con conocimiento de los riesgos en su propia esfera de responsabilidad.

2.10. La autoridad competente designada debería velar por que se reúnan y analicen todos los datos pertinentes y por que las evaluaciones de la amenaza y del riesgo estén a cargo de personal cualificado y competente. Las autoridades competentes pertinentes deberían examinar los resultados de las evaluaciones con fines de diseño de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear y de establecimiento de prioridades al respecto. Todas las autoridades competentes pertinentes deberían cooperar en la totalidad del proceso de evaluación de la amenaza y del riesgo para velar por que los resultados de las evaluaciones reflejen su perspectiva y les suministren información útil que contribuya a su propio enfoque basado en el conocimiento de los riesgos.

2.11. En vista de que las evaluaciones de la amenaza y del riesgo deben mantenerse actualizadas, todas las autoridades competentes pertinentes deberían formular observaciones y mantener informada a la autoridad competente encargada de realizar las evaluaciones en relación con todos los sucesos que puedan tener consecuencias para la seguridad física nuclear. Dado que las evaluaciones de la amenaza y del riesgo se utilizan para establecer prioridades respecto de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear, los ciclos de estas evaluaciones podrán coordinarse con los ciclos presupuestarios o programáticos para brindar a los encargados de formular políticas acceso a información y resultados actuales.

MECANISMO DE COORDINACIÓN

2.12. La realización de evaluaciones de la amenaza y del riesgo se basa en información de carácter estratégico aportada por varias autoridades competentes. El intercambio de información fiable y oportuna relacionada con las necesidades de seguridad física nuclear deberá estar bien coordinado a escala tanto nacional como internacional, de conformidad con las políticas y reglamentos nacionales de seguridad física de la información y con las obligaciones internacionales. Los mecanismos de ese tipo de intercambio de información deberían basarse en protocolos y procedimientos consolidados para la notificación de sucesos que puedan tener consecuencias para la seguridad física nuclear, como en caso de materiales nucleares y otros materiales radiactivos perdidos, desaparecidos o robados. La autoridad competente encargada de realizar las evaluaciones de la amenaza y del riesgo debería mantener a todas las demás autoridades competentes pertinentes informadas de las actualizaciones de las evaluaciones respetando la norma de la necesidad de conocer. En los casos en que las evaluaciones de la amenaza y del riesgo correspondan a varias autoridades competentes, la cooperación y la coordinación estrechas adquirirán una importancia vital.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

2.13. Puede que la participación efectiva en actividades internacionales reporte información y experiencia que podrán usarse para mejorar los métodos y procedimientos de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo. El conocimiento de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear que tengan lugar fuera del Estado también facilitará la comprensión de la amenaza dentro de un Estado. La Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito (ITDB) del OIEA ofrece un foro internacional para obtener información actualizada sobre los casos notificados de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control

reglamentario, encontrados o detectados [14]. El análisis de los datos de la ITDB puede ofrecer indicios de posibles amenazas o movimientos transfronterizos que podrían afectar a un Estado y de posibles consecuencias para las evaluaciones de la amenaza y del riesgo. Los Estados Miembros podrían beneficiarse teniendo en cuenta esa información en sus evaluaciones.

2.14. Además, la participación en talleres de sensibilización y capacitación a cargo de organizaciones internacionales y de otras iniciativas bilaterales y multilaterales puede servir para familiarizar al personal con los últimos procedimientos y metodologías y para ayudarlo a adquirir conocimientos especializados y competencias. La asistencia en cuestiones relacionadas con la evaluación de la amenaza podrá estar facilitada por organizaciones internacionales pertinentes o podrá solicitarse directamente con carácter bilateral o multilateral.

3. DETERMINACIÓN DE AMENAZAS PARA LA SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

3.1. Las amenazas pueden determinarse en función de “quiénes provengan” y “a qué van dirigidas”. Para determinar de “quién proviene” una amenaza se estudia quién es el adversario, a qué tipo de materiales nucleares u otros materiales radiactivos pudiera este tener o querer acceso y cómo podría intentar utilizarlos para provocar daños. En el contexto de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario, donde el adversario podría estar en posesión de dichos materiales, el “cómo” normalmente dependerá del tipo de dispositivo que el adversario podría intentar utilizar. Para determinar “a qué va dirigida” una amenaza se estudian los lugares estratégicos en los que podrían utilizarse materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. En la figura 1 se resumen los componentes específicos que podrían tenerse en cuenta para evaluar las amenazas. Los Estados también podrían considerar otros componentes según les convenga.

3.2. El componente QUIÉN/POR QUÉ identifica y describe a los adversarios que podrían intentar cometer actos delictivos o actos intencionales no autorizados. Debería realizarse un análisis de los posibles adversarios para determinar su

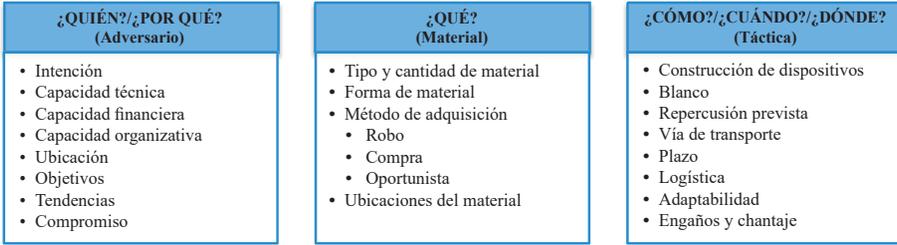


Fig. 1. Componentes de las amenazas.

motivación⁶, intención y capacidad. En el marco de este análisis deberían incluirse los adversarios que podrían intentar cometer dentro del Estado actos delictivos o intencionales no autorizados cuyas consecuencias afectarían a otro Estado. La evaluación de los adversarios debería basarse en la probabilidad de que estos se aventuren a cometer determinados actos, su capacidad para obtener la financiación y las destrezas técnicas necesarias para adquirir el material y fabricar un dispositivo, y sus conocimientos de la información indispensable para intentar llevar a cabo el acto con éxito. En los párrafos 3.18 a 3.23 se describen con más detalle los métodos y procesos para el análisis de adversarios.

3.3. El componente QUÉ determina el material que podría utilizar un adversario. Si un Estado tiene un número reducido de lugares en los que se almacenan o utilizan materiales nucleares y otros materiales radiactivos, podría realizarse una evaluación por separado de cada una de las instalaciones y actividades conexas. Si un Estado tiene muchas instalaciones y actividades, estas podrían evaluarse por grupos de afinidad o por separado, dependiendo del nivel de detalle que se desee obtener en la evaluación. Además de dichas instalaciones y actividades, debería estudiarse la posibilidad de que se adquiriera material fuera del Estado o tras su tráfico ilícito. Las diferentes posibilidades podrían incluir las distintas clases de material que podría adquirirse, los diferentes tipos de emplazamientos en los que se almacena o utiliza el material y los métodos que podría elegir un adversario para adquirir el material y transportarlo de contrabando dentro o fuera

⁶ El análisis de la motivación podría ser útil para identificar posibles adversarios y los tipos de actos delictivos u otros actos no autorizados que pudieran intentar cometer (por ejemplo, las motivaciones de los adversarios podrían influir en la selección del blanco). No obstante, si bien las medidas de seguridad física nuclear pueden intentar influir en las intenciones y capacidades de los adversarios, no tienen por finalidad ejercer influencia sobre su motivación. Por lo tanto, aunque el análisis de la motivación pueda ser importante para determinar la amenaza, podría no ser tan pertinente para otros aspectos de la evaluación de la amenaza o para el diseño y la aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

del Estado. La estimación de la probabilidad de que se elija determinado material o instalación, debería basarse en la información de que se dispone sobre las preferencias generales del adversario, la accesibilidad del material o el tipo de dispositivo que el adversario pudiera preferir. La probabilidad de que el adversario adquiera material depende de su capacidad y de la vulnerabilidad del material. En ocasiones, la información obtenida en evaluaciones de la vulnerabilidad realizadas previamente puede utilizarse para evaluar la probabilidad de que el material acabe en manos del adversario. En los párrafos 3.6 a 3.9 se describe cómo evaluar la posibilidad de que se adquiera material en las instalaciones y actividades conexas del Estado. En los párrafos 3.10 a 3.17 se describen las vulnerabilidades que podrían afectar al material no sometido a control reglamentario dentro del Estado y al material que traspasa sus fronteras.

3.4. El componente CÓMO/CUÁNDO/DÓNDE describe las características de la táctica en cuestión. Por ejemplo, en el caso de que un adversario haya adquirido material, hay dos acciones clave que tendrá que realizar para fabricar un dispositivo. La primera, transformar el material en un dispositivo o procesarlo para modificar su forma a fin de utilizarlo en un dispositivo. La segunda acción consiste en diseñar y fabricar el dispositivo. Las diferencias en los diseños y los niveles de destreza para fabricar dispositivos pueden dar lugar a dispositivos con distintos grados de eficacia. Los diseños más complicados podrían exigir más tiempo, un mayor número de personas y el desarrollo de infraestructura más compleja (por ejemplo, herramientas especializadas o un lugar de trabajo seguro), mientras que los diseños menos sofisticados pueden fabricarse más rápidamente y con mayor fiabilidad sin necesidad de equipo especializado. El análisis da como resultado una estimación de la probabilidad de que existan dispositivos con distintos grados de eficacia dependiendo de las hipótesis relacionadas con el material adquirido y la capacidad del adversario. Otros escenarios, como el tráfico ilícito, no necesariamente están relacionados con dispositivos y podrían analizarse como parte de un escenario de adversarios más amplio que guarde relación con un dispositivo o como acto aparte. Por lo general será necesario transportar un dispositivo terminado hasta el blanco en el que se va a desplegar, por lo que es necesario tener en cuenta tanto el blanco final (que, a su vez, afecta al nivel de consecuencias) como la ruta de transporte. Es posible estimar la probabilidad de que los adversarios sean interceptados antes de que lleguen a desplegar el dispositivo; para ello hay que estudiar las posibilidades de detección con alarmas de instrumentos, alertas informativas u otras actividades e iniciativas de sensibilización ordinarias relacionadas con el cumplimiento de la ley que forman parte de la arquitectura de detección en la esfera de la seguridad física nuclear de un Estado [11]. En los párrafos 4.3 a 4.6 se ofrecen orientaciones más detalladas para evaluar cómo, cuándo y dónde. Al evaluar el despliegue de un dispositivo, es

importante considerar su eficacia y las posibles consecuencias. Las repercusiones deberían evaluarse teniendo en cuenta tanto los efectos previstos como los probables efectos reales. En los párrafos 4.7 a 4.18 se ofrecen orientaciones más detalladas sobre la evaluación de las repercusiones de un acto con consecuencias para la seguridad física nuclear.

3.5. Una evaluación de la amenaza tiene por objeto caracterizar y, en la medida de lo posible, cuantificar las amenazas mediante el proceso de identificar o evaluar adversarios o acciones que pudieran causar daño a personas, bienes, la sociedad o el medio ambiente. La evaluación de la amenaza se basa, por regla general, en un análisis de la intención y la capacidad de los adversarios, donde la intención se expresa normalmente en términos de frecuencia (por ejemplo, número de intentos por año) y la capacidad es la probabilidad de éxito en caso de intento. A continuación se describen tres enfoques comunes, que pueden combinarse:

- a) La amenaza puede medirse de forma cualitativa, simplemente como baja, media o alta (o con una escala como la que figura en el cuadro 1 de la sección 4), o con escalas más sofisticadas en las que se utilizan descriptores o calificadores cualitativos para describir las calificaciones de las amenazas y que, a veces, reciben el nombre de “escalas de palabras”. Esta forma más básica de evaluación cualitativa de la amenaza se basa necesariamente en la obtención de opiniones de expertos.
- b) Las amenazas pueden estimarse de forma cuantitativa a partir de análisis de expertos y datos empíricos. Si se utilizan estas estimaciones cuantitativas puede resultar muy difícil calcular los valores de la probabilidad, por lo que también es importante estimar la incertidumbre de cada estimación de la probabilidad.
- c) En el caso de aplicaciones de la seguridad física, no suelen estimarse las probabilidades asociadas a las amenazas, sino que las medidas de seguridad física se evalúan respecto a un adversario concreto real o hipotético con una capacidad definida. Este enfoque recibe el nombre de amenaza base de diseño (ABD) debido a que la capacidad establecida permite determinar de forma eficaz las especificaciones operacionales para el diseño de los sistemas y medidas de seguridad física. El proceso de elaboración de una ABD para una instalación nuclear se describe en la publicación *Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat* [8]. Puede utilizarse un proceso similar en el caso de otras aplicaciones de seguridad física nuclear (por ejemplo, las medidas de seguridad física nuclear para un evento público importante).

VULNERABILIDAD DE LOS MATERIALES NUCLEARES Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS SOMETIDOS A CONTROL REGLAMENTARIO

3.6. Para que un adversario cometa un acto delictivo o intencional no autorizado que guarde relación con materiales nucleares u otros materiales radiactivos, es necesario que adquiera dichos materiales.⁷ Un adversario puede intentar adquirir material de instalaciones y actividades existentes, de otras personas que poseen material que ya no está sometido a control reglamentario o de fuera del Estado. Como parte de la evaluación de la amenaza, es importante estimar la probabilidad de que el material sometido a control reglamentario deje de estarlo. En la ITDB se indica que el material puede perderse o extraviarse del control reglamentario a escala mundial por robo, pérdida accidental y disposición final sin autorización [14].

3.7. Un método para estimar la probabilidad de que el material sometido a control reglamentario deje de estarlo consiste en comparar las capacidades de los adversarios identificados con la vulnerabilidad de las instalaciones y actividades conexas en las que se encuentra dicho material.

3.8. Es posible que los explotadores de las instalaciones o actividades conexas ya hayan realizado evaluaciones de la vulnerabilidad contra una ABD o una evaluación alternativa de la amenaza y, por lo tanto, podrían tener una idea del comportamiento de sus sistemas y medidas de seguridad física nuclear frente a esa amenaza específica. La ABD debería definirse de tal forma que la probabilidad de que un sistema de seguridad física nuclear bien diseñado no logre evitar la retirada de material por un adversario con una capacidad igual o menor a la de la ABD sea muy baja. No obstante, debería evaluarse la vulnerabilidad de todas las instalaciones y actividades pertinentes, algunas de las cuales tal vez no hayan efectuado por sí mismas evaluaciones de la vulnerabilidad. Además, en caso de que se identifiquen adversarios que tengan una capacidad superior o cualitativamente diferente a la de la ABD, podría ser necesario efectuar una evaluación adicional similar a la realizada para la ABD a fin de estimar la probabilidad de éxito de dichos adversarios. Deberían examinarse varios métodos alternativos que podrían emplearse para adquirir material de una instalación o actividad (incluido durante

⁷ Como se indica en el párrafo 1.9, el ámbito de la presente guía de aplicación son los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario y, por lo tanto, los actos delictivos o intencionales no autorizados dirigidos contra materiales nucleares u otros materiales radiactivos o contra sus instalaciones y actividades conexas (es decir, actos de sabotaje) quedan fuera del ámbito de aplicación de esta publicación.

el transporte), como el asalto a mano armada, la ayuda interna, la contabilidad falsificada del material y el robo.

3.9. Es probable que los adversarios busquen instalaciones o actividades en las que el material es más vulnerable. Por lo tanto, la probabilidad de que un adversario adquiera material podría ser aproximadamente igual a la probabilidad de que adquiera el material del lugar más vulnerable. Del mismo modo, la probabilidad de que un adversario seleccione una determinada instalación o ruta de transporte para adquirir material está relacionada con la vulnerabilidad de esa instalación o ruta de transporte. Los lugares más vulnerables tienen más posibilidades de ser elegidos. Así pues, un cambio en la vulnerabilidad de un emplazamiento implica también un cambio en la amenaza. Esto tiene consecuencias para el análisis de las alternativas. Cuando se introduce un cambio en los sistemas y medidas de seguridad física nuclear de un lugar, la vulnerabilidad del material allí presente podría cambiar y, por lo tanto, también podría hacerlo la amenaza, posiblemente tanto en su magnitud como en los escenarios específicos más probables.

DISPONIBILIDAD DE MATERIALES NUCLEARES Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS NO SOMETIDOS A CONTROL REGLAMENTARIO

3.10. Los adversarios también podrían intentar adquirir materiales nucleares y otros materiales radiactivos que ya no están sometidos a control reglamentario. En casi todos los países hay material radiactivo sometido a diferentes niveles de seguridad física. Es posible que algunos materiales nucleares no estén debidamente contabilizados y que algunas fuentes radiactivas no estén debidamente registradas [5]. Puede suceder que algunos materiales nucleares y otros materiales radiactivos abandonados, perdidos, extraviados o robados no se hayan notificado como no sometidos a control reglamentario.

3.11. Entre 1993 y finales de 2012, la ITDB recibió muchas más de 2000 notificaciones de casos de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario [14]. En una evaluación de la amenaza deberían tenerse en cuenta las notificaciones de materiales no sometidos a control reglamentario. Se sabe que personas no autorizadas han ofrecido materiales nucleares y otros materiales radiactivos para su venta, y otras han intentado comprar materiales nucleares y otros materiales radiactivos, al parecer para su uso en actos delictivos. Aunque muchas ofertas de suministro de dichos materiales han resultado ser fraudulentas, es posible que haya casos no detectados de adquisición

efectiva de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario por parte de adversarios.

3.12. Es posible que algunas fuentes radiactivas no sometidas a control reglamentario sean simplemente descubiertas por adversarios u ofrecidas en venta a adversarios. Estas posibilidades deberían tenerse en cuenta para estimar la probabilidad de que un adversario adquiera material no sometido a control reglamentario.⁸ En las evaluaciones de la amenaza también deberían contemplarse escenarios aún menos probables, como la compra o adquisición de otro modo por un adversario de un dispositivo terminado que contenga material que ya no está sometido a control reglamentario.

3.13. Por estos motivos, la evaluación de la amenaza debería incluir estimaciones de la probabilidad de que un adversario adquiera material que ya no está sometido a control reglamentario, tanto dentro como fuera del Estado, y descripciones de los tipos de material que podría adquirir. Para estimar esta probabilidad podría ser necesario que la autoridad competente determinara todos los lugares en los que se ha creado, utilizado, almacenado o transportado material. Asimismo, la autoridad competente debe conocer los usos frecuentes de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos dentro del Estado, así como su historial de control y contabilidad de materiales nucleares y los registros de fuentes radiactivas y otros mecanismos para otros materiales radiactivos. Podría asignarse una probabilidad a la adquisición por un adversario de materiales nucleares u otros materiales radiactivos perdidos, extraviados o robados. Puesto que los registros de dichos casos podrían, por definición, ser incompletos o inexactos, esta probabilidad será más difícil de determinar y, por lo tanto, también podría ser necesario estimar límites de incertidumbre adecuados.

MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS

3.14. La ITDB muestra que existen casos de movimientos transfronterizos de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Por lo tanto, la probabilidad de que un adversario adquiera materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario dependerá de la disponibilidad de dichos materiales en cualquier lugar, no solo dentro del Estado.

⁸ Asimismo podría haber casos en que un remitente o transportista traslade sin su conocimiento materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario.

3.15. Por esta razón es difícil evaluar la amenaza que plantean los materiales que ya no están sometidos a control reglamentario, ya que el Estado podría no conocer en detalle la probabilidad de que en otros Estados exista material. Podrían utilizarse los datos de la ITDB para obtener una estimación conservadora de la cantidad de material disponible. Con todo, se desconoce la cantidad de material no sometido a control reglamentario que no ha sido notificado a la ITDB. Al evaluar la amenaza la autoridad competente tendrá que decidir qué importancia asignar a este factor.

3.16. En el marco de su evaluación nacional del nivel de amenaza, la autoridad competente responsable debería considerar, además de los tipos y cantidades de material no sometido a control reglamentario, las rutas de tránsito de entrada y salida del Estado por las que podría circular ese material. Por lo tanto, la autoridad competente debería tener en cuenta los materiales nucleares u otros materiales radiactivos:

- a) que entran o salen del Estado a través de puntos de entrada designados (tierra, aire o agua), en tráfico comercial o en vehículos privados;
- b) que entran o salen del Estado a través de puntos de entrada no designados, y
- c) que circulan por el Estado en tránsito (es decir, que ingresan al Estado pero el punto final de entrega no está en ese Estado). En muchos casos, estos materiales no son detectados y no necesariamente cumplen los procedimientos de control interno del Estado.

3.17. La autoridad competente debería considerar la posibilidad de que un adversario se sirva de la cadena de suministro mundial para transportar de forma ilícita materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. La aplicación de sistemas y medidas eficaces de vigilancia de las fronteras como parte de la arquitectura de detección en la esfera de la seguridad física nuclear puede ayudar a disuadir, detectar o impedir movimientos transfronterizos de dichos materiales y podría reducir considerablemente el riesgo [11]. La eficacia de los procedimientos y las capacidades del Estado, así como el conocimiento que un adversario tiene de ellos, afectará al nivel de amenaza estimada de adquisición de material fuera del Estado.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD Y LA INTENCIÓN DEL ADVERSARIO

3.18. Los párrafos 3.10 a 3.17 se centran en la evaluación de la disponibilidad de materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control

reglamentario que podrían utilizarse en un acto delictivo o intencional no autorizado. La probabilidad de que dichos materiales se utilicen en un acto depende en gran medida de los posibles adversarios. La presente subsección está dedicada a la evaluación de los adversarios a partir del análisis de sus capacidades (por ejemplo, técnicas o financieras) e intenciones (en particular, si es probable que utilicen materiales nucleares u otros materiales radiactivos y, en caso afirmativo, cómo podrían utilizarlos y cuál sería su posible actitud en caso de correr riesgos radiológicos y de otro tipo). La evaluación de los adversarios es un proceso dinámico. Puede resultar difícil adquirir información fiable y actualizada sobre la capacidad y la intención de un adversario, y es posible que la información disponible sea contradictoria e incierta. La dificultad radica, en parte, en las medidas adoptadas por los adversarios para ocultar sus actividades. Además, los adversarios se adaptan a circunstancias cambiantes, y los cambios en la postura defensiva del Estado (como aumentar la seguridad física en un determinado lugar) generalmente harán variar la probabilidad de que determinado adversario lleve a cabo determinado acto. Estos cambios no necesariamente disminuyen o aumentan la probabilidad global, sino que podrían únicamente desviar la atención del adversario hacia otros blancos u otro tipo de actos. Las estimaciones de la probabilidad para diferentes tipos de actos deberían ser dinámicas, es decir, las probabilidades relativas deberían cambiar a medida que mejora el régimen de seguridad física nuclear del Estado.

3.19. El primer paso para evaluar a los adversarios es identificar a los posibles adversarios (como se muestra en la columna “Adversario” de la figura 1). La autoridad competente responsable de llevar a cabo las evaluaciones de la amenaza y del riesgo debería trabajar en estrecha colaboración con las autoridades encargadas del cumplimiento de la ley y los servicios estatales de inteligencia para conocer la información de que dispone un Estado sobre determinado adversario. Un Estado también puede obtener información a través de acuerdos bilaterales o multilaterales o de organizaciones internacionales encargadas del cumplimiento de la ley. Hay muchas motivaciones posibles para cometer actos delictivos o intencionales no autorizados, y muchos posibles adversarios. Cuando sea posible identificar a los adversarios como individuos o grupos específicos, se podrán caracterizar sus intenciones y capacidades de forma más exacta y específica. De manera alternativa, o complementaria, clasificar a los adversarios por tipos de individuos o grupos podría permitir un análisis más eficiente que contemple a adversarios todavía desconocidos.

3.20. Los adversarios identificados deberían caracterizarse según sus posibles intenciones. A menudo las intenciones específicas del adversario se ven muy influidas por su motivación general. Las motivaciones podrían incluir aspectos

financieros, políticos, ideológicos o personales. A continuación se enumeran elementos clave de esta caracterización:

- a) ¿Estaría dispuesto el adversario a desplegar materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario en un acto delictivo o intencional no autorizado?
- b) ¿Tiene el adversario la intención de llevar a cabo un acto dentro del Estado?
- c) ¿Tiene el adversario la intención de utilizar el Estado como zona de operaciones para cometer un acto en otro Estado o contra él?

3.21. Las probabilidades de que un adversario intente cometer diferentes tipos de actos delictivos o intencionales no autorizados podrían evaluarse de forma cuantitativa (idealmente, una distribución de la probabilidad), pero las evaluaciones podrían ser cualitativas (por ejemplo, probabilidad baja, media o alta) si fuera necesario. En todos los casos, debería comprenderse y utilizarse la incertidumbre de la estimación en la evaluación global de la amenaza.

3.22. Además de evaluar las posibles intenciones de un adversario de cometer un acto delictivo o intencional no autorizado utilizando material nuclear u otro material radiactivo no sometido a control reglamentario, debería evaluarse también su capacidad para llevar a cabo con éxito dicho acto. El examen de la capacidad suele dividirse en dos categorías: capacidad organizativa y logística. Un adversario necesitaría adquirir material que ya no está sometido a control reglamentario o material que está sometido a control reglamentario del lugar en donde se está utilizando, almacenando o transportando. Es probable que en ambos casos se necesiten importantes recursos de algún tipo; por ejemplo, podría resultar relativamente sencillo acceder a material que no está sometido a control reglamentario si se dispone de suficientes recursos financieros, mientras que el acceso a material sometido a control reglamentario podría requerir más recursos técnicos o humanos. Una vez adquirido el material, también se necesitan infraestructura y conocimientos especializados para fabricar un dispositivo. Estas capacidades suelen estar sometidas a un control y seguimiento estrictos paralelamente a la seguridad física del material, lo que podría dificultar su adquisición por un adversario. La autoridad competente debería evaluar la probabilidad de que dicha capacidad exista dentro del Estado o de que pueda adquirirse fuera del Estado y trasladarse a él.

3.23. La labor de la autoridad competente para evaluar la intención y la capacidad de los adversarios se complica por la falta de datos históricos necesarios para estimar la probabilidad. La autoridad competente podría estimar la intención y la capacidad sobre la base de las declaraciones de un adversario, las pruebas de

la actividad que podría haberse llevado a cabo para cometer un acto delictivo o intencional no autorizado y los conocimientos acerca de los objetivos y las preferencias de un adversario. Esta información sobre los adversarios podría considerarse sensible, y debería protegerse de conformidad con la política nacional sobre seguridad física de la información. Si bien las estimaciones de la probabilidad pueden ser altamente inciertas cuando se basan en este tipo de datos, también pueden proporcionar indicios relativos de la amenaza de diferentes adversarios o tipos de adversario.

4. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS BLANCOS Y LAS POSIBLES CONSECUENCIAS

4.1. La sección 3 se centra en la determinación de las amenazas, incluidos los adversarios y los medios de llevar a cabo un acto delictivo o intencional no autorizado (uso de materiales nucleares u otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario en dispositivos). En la presente sección se ofrece orientación sobre los métodos y enfoques de determinación y evaluación de los blancos y las posibles consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear que guarde relación con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Para que una evaluación general del riesgo esté completa, es preciso comprender el atractivo de los distintos blancos y las consecuencias probables del despliegue de distintos dispositivos contra esos blancos, pues las probabilidades de que un adversario se aventure a dirigir un acto contra un blanco dependen del valor de ese enfoque específico para ese adversario en particular.

4.2. En las *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario* [6] se define “blanco” como materiales nucleares u otros materiales radiactivos, instalaciones conexas, actividades conexas u otros lugares u objetos que podrían ser explotados por una amenaza para la seguridad física nuclear, entre ellos los eventos públicos importantes, los lugares estratégicos, la información de carácter estratégico y los recursos de información de carácter estratégico. En vista de que la presente guía de aplicación se centra en los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario, el uso del término “blanco” en este contexto no se refiere a los materiales sometidos a control reglamentario ni a las instalaciones y actividades conexas.

DETERMINACIÓN DE BLANCOS

4.3. Los blancos pueden determinarse de forma muy concreta (por ejemplo, un determinado edificio, monumento o evento) o dentro de una categoría (por ejemplo, edificios de oficinas, monumentos, eventos deportivos o lugares en una ciudad determinada). A efectos de una evaluación general de la amenaza para la que se carece de inteligencia específica, la determinación de blancos concretos dará lugar a una lista de blancos más larga (tras lo cual deberán establecerse prioridades) que si se determinan categorías de blancos. A veces es apropiado combinar blancos concretos con categorías de blancos si existen determinados lugares correspondientes a algunas categorías que son mucho más evidentes o presentan mayores probabilidades que otros de la misma categoría. Dada la dificultad de adquirir materiales nucleares u otros materiales radiactivos y el carácter relativamente poco común de los dispositivos que contienen materiales de ese tipo, puede que convenga limitar la lista de blancos a los de mayor valor disponibles (como los que ofrecen altas probabilidades de éxito o gran repercusión) en lugar de incluir todos los blancos posibles.

4.4. Cuando se determinan blancos, pueden examinarse las consecuencias para la población, los bienes y el medio ambiente agrupándolas en las categorías siguientes:

- a) Edificios, monumentos o lugares de importancia simbólica: puede tratarse de edificios gubernamentales, importantes instituciones privadas, monumentos, palacios, museos, lugares de culto o lugares con gran valor desde el punto de vista del patrimonio cultural o gran importancia política. También pueden encerrar valor por su vinculación con otro Estado (como una embajada o un consulado).
- b) Infraestructura crítica: lugares que pueden albergar nodos críticos en materia de energía, agua, recursos naturales, transporte o comunicaciones. Puede que las presas, centrales energéticas, refinerías, plantas de tratamiento de aguas, puentes u otras instalaciones y sistemas o estructuras de información que prestan servicios necesarios a un gran número de personas resulten atractivos como posibles blancos.
- c) Centros de población: las zonas de gran densidad demográfica pueden ser atractivas para adversarios que se proponen causar lesiones, muertes o graves perturbaciones. También pueden dirigirse actos contra concentraciones de determinados grupos de personas (como grupos étnicos o religiosos).
- d) Puede que los eventos especiales que combinen aspectos de gran simbolismo con un gran número de personas en una zona reducida resulten atractivos para los adversarios. Esos eventos, como grandes competiciones deportivas,

mítines políticos, celebraciones nacionales o festivales religiosos, pueden pertenecer a esta categoría de blancos.

e) Recursos ambientales o ecosistemas.

4.5. Es posible establecer prioridades entre los blancos determinados en función de las probabilidades de su elección, el atractivo que supongan para el adversario o las posibles consecuencias de un atentado. La autoridad competente debería reconocer que tal vez los distintos adversarios prefieran blancos distintos en función de sus objetivos y sus capacidades. Además, algunos blancos pueden resultar más atractivos que otros para ciertos tipos de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear. El atractivo relativo de los distintos blancos dependerá de los objetivos del adversario e irá normalmente aparejado a las repercusiones que se buscan, por ejemplo:

f) la población afectada: quiénes y cuántos;

g) la repercusión financiera de la perturbación y los daños;

h) la importancia económica o logística del blanco, y

i) el valor simbólico del blanco.

4.6. El atractivo dependerá también de la vulnerabilidad del blanco, es decir, de la facilidad con que se puede atacar, la facilidad con que se puede escapar del lugar y las probabilidades de éxito. Así pues, la evaluación del atractivo de un blanco va íntimamente ligada a la evaluación de su vulnerabilidad y de las posibles consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. Es posible que el atractivo relativo de los blancos varíe con el tiempo a medida que cambien las defensas del blanco o los objetivos del adversario.

CONSECUENCIAS DE LOS SUCESOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

4.7. Las consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear dependerán de la naturaleza, la ubicación y otras circunstancias del suceso. Las consecuencias pueden amplificarse y pasar de los efectos iniciales directos a

efectos posteriores secundarios y terciarios.⁹ En el caso de los actos delictivos o intencionales no autorizados que guarden relación con materiales nucleares y otros materiales radiactivos, deben evaluarse las posibles consecuencias para la población (por lo general, repercusiones para la salud o la sociedad), los bienes (por lo general, repercusiones económicas) y el medio ambiente. Para realizar una evaluación de la amenaza es preciso comprender las posibles consecuencias y analizarlas con cierto detalle al llevar a cabo una evaluación del riesgo. Los párrafos 4.7 a 4.18 están dedicados a la estimación de esas consecuencias.

4.8. Respecto de los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, deberían estimarse las posibles consecuencias para la salud humana en el marco de la evaluación del riesgo. Podrán tenerse en cuenta las víctimas (muertes y lesiones) causadas por el dispositivo (por ejemplo, provocadas por una explosión), así como la exposición a la radiación o las incorporaciones de radionucleidos procedentes de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos que podrían causar muerte, lesión grave o un deterioro considerable de la función de un tejido o un órgano. En el caso de un DNI, puede que la explosión nuclear tenga efectos inducidos por la radiación y que el estallido y el calor de la explosión tengan efectos no radiológicos, aparte de los efectos radiológicos a más largo plazo derivados de la lluvia radiactiva.

4.9. Muchos aspectos de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear pueden acarrear costos económicos, en particular cuando se abordan las repercusiones en la población, los bienes y el medio ambiente. Se trata, por ejemplo, de los costos de tratamiento de quienes enferman (o quienes sienten preocupación por la posibilidad de enfermarse), de descontaminación de las zonas afectadas (o del retiro y la disposición final del suelo, los edificios y los objetos que no son fáciles de descontaminar) y de la evacuación y reubicación, así como los costos derivados de las perturbaciones y la recuperación de las empresas. Además de los costos directos de un suceso, puede que la economía del Estado también sufra efectos indirectos.

⁹ Los efectos secundarios y terciarios son consecuencias que se derivan de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear sin ser efectos directos del atentado. Por ejemplo, la detonación de un DDR en un puerto puede tener efectos directos, como lesiones a personas y daños materiales, pero también puede comportar el cierre del puerto durante la investigación y las obras de rehabilitación, lo cual redundaría en una disminución del comercio y, tal vez, el cierre de empresas que dependen del puerto. Estas consecuencias ulteriores son efectos secundarios y terciarios, respectivamente.

4.10. Un suceso relacionado con la seguridad física nuclear puede tener consecuencias ambientales. Puede que se utilicen intencionalmente materiales radiactivos para contaminar, por ejemplo, suelos, aguas subterráneas o zonas ecológicas frágiles que no son fáciles de descontaminar, o puede que los radionucleidos dispersados por un dispositivo se incorporen al medio ambiente. La contaminación de una zona puede dar lugar a que sus habitantes la abandonen de forma permanente y a que se evite el consumo de productos agrícolas y otros productos industriales de la zona. El largo período de semidesintegración de algunos radionucleidos hace que las repercusiones de la contaminación tal vez se prolonguen mucho tiempo.

4.11. Por último, un acto delictivo o intencional no autorizado puede tener consecuencias sociales para un Estado, una región o el mundo entero. Las personas o comunidades afectadas pueden sucumbir a la indignación o la ansiedad. En el ámbito local, pueden evacuarse zonas que posteriormente se eviten. En el ámbito nacional, el proceso político (como las elecciones) podría verse interrumpido o influido. Las consecuencias sociales también pueden traspasar las fronteras del Estado en el que tiene lugar el suceso, por ejemplo, en caso de perturbación de las cadenas de suministro, desplazamientos de personas a gran escala o complicaciones diplomáticas. Estas consecuencias son muy difíciles de prever o cuantificar, y en muchos casos el alcance de las consecuencias depende de la respuesta de las autoridades al acto tanto como del acto en sí. Así pues, es preciso proceder con gran cautela al tratar de estimar esas consecuencias.¹⁰

4.12. Las consecuencias pueden estimarse de varias maneras, en particular mediante una clasificación cualitativa o la elaboración de modelos de consecuencias detallados.

4.13. Para la clasificación cualitativa de las consecuencias se precisan expertos en la materia que clasifiquen las posibles consecuencias en categorías basadas en descripciones cualitativas como “grave”, “moderada” y “mínima”. En el cuadro 1 se presenta un ejemplo de matriz de consecuencias con cuatro tipos distintos de efecto y cinco categorías de clasificación.

¹⁰ Puede que también convenga señalar que las cuatro categorías de consecuencias descritas (salud, economía, medio ambiente y sociedad) no se excluyen mutuamente. Las consecuencias de una categoría podrían tener repercusión directa en las consecuencias de otra categoría. Por ejemplo, las preocupaciones de las personas que habitan en las cercanías del lugar de una explosión (consecuencia social) en relación con la consiguiente contaminación radiactiva (consecuencia ambiental) pueden provocar el abandono de la zona y el descenso de la actividad comercial (repercusión económica).

CUADRO 1. EJEMPLO DE MATRIZ CUALITATIVA DE CONSECUENCIAS

Elementos de la repercusión	1	2	3	4	5
Repercusión sanitaria	Probabilidad de que no se produzcan víctimas	Probabilidad de que se produzcan menos de 10 víctimas	Probabilidad de que se produzcan más de 10 víctimas	Probabilidad de que se produzcan más de 100 víctimas	Probabilidad de que se produzcan más de 1000 víctimas
Repercusión económica	Costos equivalentes a la reposición de un edificio	Costos considerables a nivel de distrito metropolitano	Costos considerables a nivel de la ciudad	Costos entre el 1 % y el 10 % del PIB ^a	Costos superiores al 10 % del PIB ^a
Repercusión ambiental	Sin contaminación significativa	Zona reducida o contaminación temporal	Contaminación significativa en una zona reducida	Zona extensa con contaminación cuantificable o zona reducida en la que no se dispone de recursos críticos	Zona extensa en la que no se dispone de recursos críticos a causa de la contaminación
Repercusión social	Sin cambios apreciables en el comportamiento de la población ni efectos en el funcionamiento social a escala local o nacional	Pérdida ocasional o menor de funciones sociales no esenciales en una zona geográfica delimitada	Pérdida de muchas funciones sociales no esenciales en una zona geográfica delimitada	Comportamiento disfuncional y perturbación de funciones sociales importantes durante un período sostenido	Pérdida de confianza en el gobierno y las instituciones Desdén generalizado de las instrucciones oficiales Saques y disturbios generalizados

Nota: Las cifras y descripciones, que se presentan únicamente a título indicativo, tendrían que adaptarse a las circunstancias y prioridades nacionales.

^a PIB: producto interno bruto.

4.14. El método de clasificación cualitativa suele utilizar categorías amplias a fin de describir las consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear para las personas, los bienes y el medio ambiente. La magnitud de las consecuencias representadas por estas categorías podrá variar por órdenes de magnitud (como por ejemplo, en el renglón del cuadro 1 correspondiente a la repercusión en la salud). El objetivo debería consistir en crear categorías suficientemente amplias para ayudar a los expertos en la materia a seleccionar la categoría adecuada para describir las consecuencias del suceso manteniendo a la vez distinciones significativas entre las diversas categorías. De ese modo, mediante categorías de amplitud adecuada puede darse cabida a la incertidumbre en las estimaciones de las consecuencias al tiempo que se garantiza la asignación fiable de cada caso a la categoría apropiada. Las definiciones de las categorías pueden incorporar mediciones cuantitativas de algunos tipos de consecuencias, como repercusiones sanitarias, económicas y ambientales, mientras que es probable que otras categorías, como las consecuencias sociales, solo puedan definirse en términos cualitativos. Con ello es posible evaluar elementos diversos de la repercusión mediante un marco común. Sin embargo, al elaborar las categorías debe procederse con cuidado para velar por que las repercusiones descritas con los mismos términos cualitativos sean de magnitud comparable para cada tipo de repercusión. Este procedimiento se conoce como calibración de las escalas entre tipos distintos. También es importante velar por que las categorías de la escala de clasificación reflejen todos los niveles de repercusión: es habitual el error de fijar la categoría más alta en un nivel demasiado bajo, con lo cual las repercusiones extremas no pueden distinguirse de las repercusiones importantes.

4.15. Mediante los modelos de consecuencias detallados se procura modelizar los efectos del acto elegido por un adversario (por ejemplo, el despliegue de un dispositivo) en un blanco determinado. Las estimaciones de factores como, entre otros, los efectos explosivos, la dispersión de materiales radiactivos, la distribución de dosis individuales y colectivas entre la población y los niveles y el alcance de la contaminación se determinan mediante modelos matemáticos del suceso y no mediante estimaciones subjetivas. Los modelos pueden ser muy sencillos (por ejemplo, el radio de un estallido y la dispersión uniforme por un cuadrante afectado en función de la dirección del viento) o muy detallados (como modelos del flujo del aire basados en la dinámica de fluidos computacional), y, siempre que sea posible, deben basarse en datos empíricos. En la práctica, incluso cuando se utilizan modelos detallados es habitual que las estimaciones del nivel de consecuencias presenten una incertidumbre considerable derivada de factores imprevisibles (como la velocidad y la dirección del viento), por lo que es normal que los márgenes de error de las estimaciones sean relativamente amplios.

4.16. Entre los criterios comunes para evaluar las consecuencias figuran el número de víctimas y el costo económico de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. En ocasiones, el número de víctimas y el costo económico de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear se combinan aplicando un valor monetario nominal a cada víctima (por ejemplo, el valor de una vida estadística¹¹) y añadiendo el resultado al costo económico.

4.17. La evaluación de las consecuencias sociales presenta dificultades. Aunque es patente la importancia de incorporar en toda evaluación de las consecuencias los efectos en la sociedad —y, en la práctica, es posible que los efectos sociales sean las principales consecuencias a las que aspira el adversario, así como los más importantes para el Estado—, las consecuencias sociales son muy difíciles de estimar, incluso cualitativamente. Además, las consecuencias sociales pueden verse influidas espectacularmente por la respuesta del Estado al suceso relacionado con la seguridad física nuclear, con lo cual no están determinadas totalmente por el suceso en sí. No existe un método generalmente aceptado para estimar las consecuencias sociales. Así pues, los Estados deberán crear enfoques propios para incorporar los efectos sociales en las evaluaciones de las consecuencias.

4.18. En vista de que las consecuencias vienen determinadas por los materiales radiactivos utilizados, las características del dispositivo, las características del blanco, la eficacia de la respuesta y la población, los bienes y el medio ambiente que se encuentran en las proximidades del blanco, las estimaciones de las consecuencias pueden articularse en torno a una gama muy amplia. Por consiguiente, puede que baste con realizar estimaciones de las consecuencias por orden de magnitud para distinguir entre distintos escenarios. En el caso de los análisis sencillos las consecuencias pueden estimarse en forma de niveles (por ejemplo, 1 a 5, o descripciones de categorías cualitativas, como en el cuadro 1), y para los cálculos numéricos puede utilizarse un número que represente una estimación central de la repercusión económica. Como alternativa, pueden eliminarse todas las unidades de las estimaciones de las consecuencias y emplearse una “clasificación normalizada de la repercusión” para indicar las consecuencias relativas. La clasificación normalizada de la repercusión se utiliza para demostrar los niveles de repercusión relativos sin hacer referencia a sumas monetarias específicas.

¹¹ El concepto de valor de una vida estadística tiene por objeto representar la suma que las personas estarían dispuestas a pagar para reducir el riesgo de modo que, en promedio, pueda preverse que muera una persona menos por efecto de la fuente del riesgo.

5. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y DEL RIESGO

5.1. En las secciones 3 y 4 se describen los componentes de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo. En esta sección se describen los métodos más utilizados para generar evaluaciones útiles combinando esos componentes. En la figura 2 se muestran los componentes de la amenaza y del riesgo y la relación que mantienen entre sí. En este uso, la amenaza normalmente comprende la intención y la capacidad, y se fundamenta en las posibles consecuencias y la probabilidad de éxito (desde el punto de vista del adversario) de un determinado tipo de suceso relacionado con la seguridad física nuclear. El riesgo está determinado por la amenaza, la vulnerabilidad y las consecuencias, y puede expresarse cuantitativamente —por ejemplo, como pérdida prevista (consecuencia por año)— o cualitativamente utilizando clasificaciones relativas (por ejemplo, bajo, medio y alto). Habida cuenta de que la estimación del riesgo depende de la estimación de la amenaza, la vulnerabilidad y las consecuencias, la evaluación de la amenaza se realiza generalmente antes de la evaluación del riesgo y orienta esta última.

5.2. Existen muchos tipos de evaluación de la amenaza y del riesgo y muchas metodologías apropiadas para distintas situaciones. La metodología elegida en cada caso debería adaptarse a las situaciones específicas que se están evaluando y a los recursos y las capacidades técnicas disponibles. La elección de un formato fundamentalmente cualitativo o cuantitativo para las evaluaciones es una decisión importante. Por lo general, si una evaluación cualitativa (por ejemplo, en términos de bajo, medio y alto) alcanza para orientar las decisiones de priorización, deberían

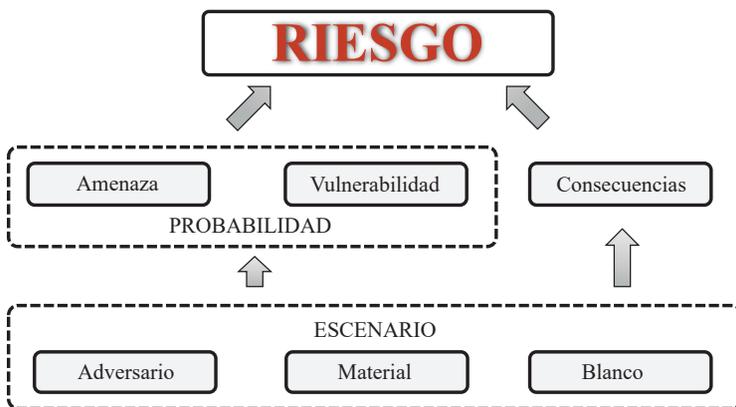


Fig. 2. Relación entre la amenaza y el riesgo y componentes conexos.

utilizarse métodos cualitativos. Si, por el contrario, se necesita una caracterización más afinada de la amenaza o del riesgo, o una mayor diferenciación entre las distintas amenazas o riesgos, habría que elegir una metodología más cuantitativa.

5.3. Las evaluaciones de la amenaza y del riesgo tienen también diferentes niveles de énfasis, siendo los dos más habituales el estratégico y el táctico. Las evaluaciones estratégicas analizan escalas temporales más amplias y se centran en la gestión de los recursos y la elaboración de planes para mejorar las capacidades. Las evaluaciones tácticas se suelen llevar a cabo en situaciones en que se dispone de muy poco tiempo y sirven para orientar las decisiones operacionales en casos específicos. Dado que la presente publicación se centra en evaluaciones de la amenaza y del riesgo para respaldar el diseño y la aplicación de medidas de seguridad física nuclear, las evaluaciones aquí descritas son de carácter estratégico.

5.4. La evaluación de la amenaza en relación con la seguridad física nuclear difiere de otras evaluaciones de la amenaza por varios motivos. Por ejemplo, en el caso de materiales nucleares y otros materiales radiactivos las características técnicas y científicas son un factor importante para determinar la naturaleza y el nivel de la amenaza, a diferencia de casos que guarden relación con armas más convencionales, como armas de fuego y explosivos. Además, la disponibilidad y posible utilización de materiales nucleares y otros materiales radiactivos es el aspecto decisivo en la evaluación de la amenaza, lo cual implica un alcance más restringido y específico que en el caso de un acto delictivo o intencional no autorizado, por ejemplo, que depende de la adquisición de un arma de fuego. Por otro lado, debido al reducido número de casos de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, se dispone de una base empírica limitada para evaluar con precisión las amenazas y los riesgos.

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

5.5. Existen diferentes técnicas a la hora de realizar evaluaciones de la amenaza. Dos metodologías habituales son:

- a) el enfoque basado en la descripción de la amenaza: método cualitativo para describir el nivel de amenaza y sus características, y
- b) el enfoque basado en la clasificación de la amenaza: método semicuantitativo para estimar los componentes de una amenaza y combinarlos para obtener una evaluación global de la amenaza.

Estas metodologías pueden combinarse o utilizarse por separado. Con el enfoque basado en la descripción de la amenaza se obtiene una descripción de la amenaza que puede utilizarse eficazmente para evaluar el nivel de una amenaza y apoyar una metodología cualitativa de evaluación del riesgo. Dado que no proporciona estimaciones cuantitativas, no es adecuado utilizarlo con una metodología cuantitativa de evaluación del riesgo, a menos que se complemente con un enfoque que ofrezca datos cuantitativos. El enfoque basado en la clasificación de la amenaza puede utilizarse en metodologías cualitativas o cuantitativas de evaluación del riesgo, dado que las clasificaciones pueden convertirse fácilmente en estimaciones de la probabilidad relativa.

5.6. En ambos casos, las metodologías de evaluación siguen un mismo ciclo de análisis en tres etapas, similar al que se presenta en la figura 3. En la primera fase del ciclo, la autoridad competente planifica la evaluación de la amenaza, recopila fuentes de información nuevas o existentes sobre la amenaza, evalúa la calidad y la credibilidad de la información y establece correlaciones entre la información que se refiere a las mismas amenazas, eventos o actividades. La segunda fase consiste en el análisis, donde se integra e interpreta la información para componer un cuerpo coherente de conocimientos. En la última fase de la evaluación de la amenaza, la autoridad competente responsable de la evaluación estima el nivel o la probabilidad relativos de las amenazas consideradas en la evaluación y elabora la descripción o la clasificación de la amenaza.

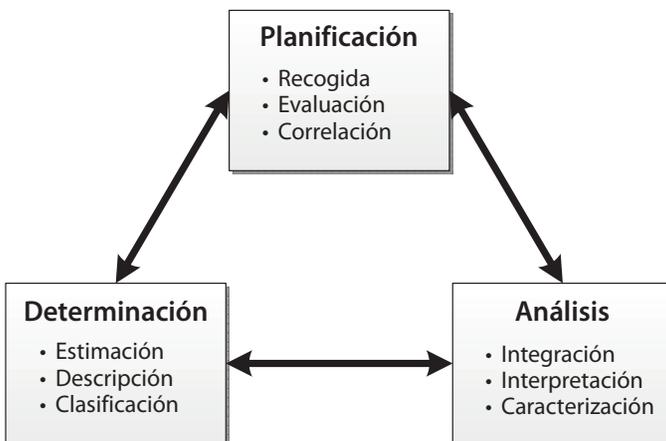


Fig. 3. Proceso de evaluación de la amenaza, con las actividades principales.

Enfoque basado en la descripción de la amenaza

5.7. El enfoque basado en la descripción de la amenaza ofrece una medida cualitativa de la amenaza. Expertos en la materia elaboran un perfil detallado de las intenciones, las capacidades y las motivaciones de los adversarios. Las evaluaciones de la amenaza ayudan a entender la organización, las capacidades, las operaciones y los mecanismos de apoyo de los adversarios. Esta información es útil para evaluar los posibles tipos de acciones, blancos y *modus operandi* de los distintos adversarios.

5.8. El enfoque basado en la descripción de la amenaza utiliza una serie de técnicas normalizadas centradas en la elaboración de hipótesis, la reconstrucción del curso de sucesos individuales relacionados con la seguridad física nuclear, la identificación de un conjunto de sucesos conexos relacionados con la seguridad física nuclear, la comprensión de las redes de los adversarios y el análisis del alcance y los patrones de las actividades conexas. Permite al analista incluir evaluaciones y declaraciones afinadas para reflejar la incertidumbre y la imprevisibilidad y ampliar la información incompleta [15].

5.9. El enfoque basado en la descripción de la amenaza comprende dos técnicas principales: el análisis de los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y el análisis de las características específicas del adversario. En el primero se buscan tendencias e indicadores de preferencias en sucesos relacionados con la seguridad física nuclear conocidos. Es posible examinar los sucesos según el tipo de material radiactivo presente, el lugar del incidente, el nivel de capacidad del adversario y la naturaleza de la acción del adversario. El análisis de las características específicas del adversario incluye el estudio de las intenciones, capacidades, organizaciones y recursos financieros de los adversarios, así como sus actividades, preferencias y tendencias en el pasado.

5.10. Entre las técnicas que apoyan estos análisis figuran el uso de sistemas de información geográfica para mostrar la relación entre los lugares de los adversarios, los sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y las actividades conexas; estructuras de bases de datos para comprender dichas relaciones, y gráficos de los vínculos entre personas y grupos (por ejemplo, instrumentos de análisis de redes sociales). En el apéndice II figuran ejemplos de algunas de estas técnicas.

5.11. Con el enfoque basado en la descripción de la amenaza se obtienen descripciones de las características y tendencias específicas de un adversario. En el cuadro 2 se presenta un ejemplo de conjunto de adversarios hipotéticos.

CUADRO 2. EJEMPLO DE LOS RESULTADOS DE UNA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA APLICANDO EL ENFOQUE DESCRIPTIVO

Amenaza	Intención	Capacidad
Grupo A	Si el grupo A estuviera en posesión de material, probablemente lo utilizaría en un DDR con el objetivo de contaminar una zona urbana y causar un elevado costo económico. Sin embargo, es improbable que participe en actividades que ocasionen un gran número de víctimas.	El grupo A tiene contacto con grupos de tráfico ilícito de drogas y delincuencia organizada y, conjuntamente con ellos o por sí solo, podría adquirir material radiactivo.
Grupo B	El grupo B no pretende causar un gran número de víctimas, pero se sabe que cometen ataques selectivos. La contaminación de determinados alimentos o de reservas de agua sería compatible con sus tácticas habituales.	El grupo B tiene contacto con grupos de contrabando y delincuencia organizada y, conjuntamente con ellos o por sí solo, podría adquirir material radiactivo.
Grupo C	El grupo C está interesado en prácticamente cualquier ataque que cause una perturbación importante, destrucción o un elevado número de víctimas. Ha perpetrado este tipo de ataques en el pasado y fue responsable de una serie de ataques planeados que resultaron fallidos. Está interesado en adquirir material radiactivo para utilizarlo en un DDR. Si lograra adquirirlo y fabricar un DNI, o hacerse con un dispositivo nuclear ya fabricado, lo detonaría en un centro poblacional urbano.	El número limitado de contactos con la delincuencia organizada y contrabandistas reduce la capacidad del grupo C para obtener materiales o dispositivos por medio de traficantes. El grupo tiene una cantidad de recursos lo suficientemente importante para suponer una amenaza significativa de robo directo de material de una instalación o actividad reguladas.

Nota: Todas las descripciones son hipotéticas. DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva.

Enfoque basado en la clasificación de la amenaza

5.12. El enfoque basado en la clasificación de la amenaza permite obtener una evaluación cuantitativa de la amenaza. Este método combina la estimación de las probabilidades relativas de la amenaza con descripciones de los tipos de amenazas, utilizando una combinación de escalas de calificación con descriptores cualitativos, también denominados “escalas de palabras”. El enfoque que utiliza este método para obtener una visión global de la amenaza es similar al utilizado

en el enfoque basado en la descripción de la amenaza, pero la fase de evaluación de la clasificación de la amenaza se centra en estimar las probabilidades relativas de los diferentes aspectos de la amenaza. Entre estos aspectos se encuentran normalmente la capacidad y la intención, y pueden incluirse otros aspectos del suceso relacionado con la seguridad física nuclear, como los tipos de material, de dispositivo o de blanco. Posteriormente, los resultados obtenidos de la evaluación de estos aspectos de la amenaza se combinan en una “puntuación de la amenaza” global, utilizando una técnica definida de antemano. La técnica empleada para combinar las clasificaciones de los diferentes aspectos de la amenaza debe tener una base matemática sólida. Es importante señalar que en el caso de una evaluación cuantitativa de la amenaza realizada específicamente para la seguridad física nuclear, es probable que las escalas empleadas para evaluar las diferentes amenazas (o aspectos de estas) se calibren comparándolas entre sí, pero no en relación con algún otro tipo de amenaza. Así pues, una amenaza relacionada con la seguridad física nuclear clasificada como de riesgo “alto” podría ser de riesgo bajo si se compara con la amenaza que suponen otros tipos de ataque, como atentados con explosivos y armas de fuego. Por el contrario, en el caso de evaluaciones que incluyen todos los peligros, las amenazas relacionadas con la seguridad física nuclear se evalúan junto con otras amenazas.

5.13. El proceso de calificación es el elemento más crítico del enfoque basado en la clasificación de la amenaza. El proceso debería seguir las buenas prácticas en lo que respecta a la obtención de datos de expertos en la materia y debería incluir definiciones bien establecidas para las diferentes calificaciones. Los atributos (criterios, factores o categorías) que se califican deberían ser ortogonales, es decir, no debería haber solapamientos entre ellos que llevaran a la doble contabilización de aspectos de la amenaza. Para cada atributo que ha de calificarse se describen normalmente escalas de evaluación independientes. Por ejemplo, podría haber escalas independientes para “recursos financieros” y “capacidades técnicas” y, en ese caso, deberían calificarse de forma independiente. Una buena práctica consiste en utilizar texto descriptivo para explicar cada nivel de la escala. Son habituales las escalas con cinco, siete o diez niveles, que ofrecen cierto grado de diferenciación sin complicar en exceso el proceso de evaluación; pero el número de niveles no es, por sí solo, indicativo de exactitud o precisión, ya que seguirá habiendo incertidumbre en las valoraciones. Documentar la incertidumbre o confianza para cada una de las calificaciones sigue siendo un aspecto importante de la evaluación.

5.14. Las calificaciones de un adversario para cada atributo se combinan en una calificación global de cada adversario, lo que ofrece una visión global de la amenaza. Hay muchos enfoques diferentes que pueden emplearse para combinar

las calificaciones, dependiendo de los enfoques de calificación para cada atributo. Los enfoques más comunes son:

- a) Calificación más alta: se aplica la calificación más alta de cualquier atributo para obtener la calificación global de la amenaza para ese adversario. Este enfoque sirve para obtener evaluaciones de la amenaza conservadoras y refleja la idea de que los adversarios intentarán reducir sus puntos débiles, por lo que cabría prever que las calificaciones de atributos que se encuentran en las esferas de puntuación más bajas aumentarán.
- b) Calificación media: se calcula la media de las puntuaciones asignadas a los diferentes atributos, para lo cual suelen aplicarse valores numéricos (por ejemplo, una escala de 1 a 5) a cada estimación y se obtiene el promedio. En este enfoque se atribuye la misma importancia a todos los atributos. El valor más próximo a la media se utiliza como puntuación global de la amenaza. Este enfoque tiende a minimizar los efectos de las calificaciones muy altas o muy bajas en determinados atributos que, en realidad, merecerían ser objeto de un estudio más profundo.
- c) Calificación más baja: se aplica la puntuación más baja de cualquier atributo para obtener la puntuación global de la amenaza del adversario. En este enfoque se presupone que la puntuación más baja representa el obstáculo más difícil de superar por el adversario y refleja la idea de que un adversario no tendrá éxito si no supera dicho obstáculo.
- d) Conversión a probabilidad: las puntuaciones se convierten a valores de probabilidad para cada atributo (por ejemplo, motivación, capacidad e intención), normalmente con límites de incertidumbre, que se multiplican entre sí para obtener la probabilidad global para el adversario. Al aplicar este tipo de enfoque es necesario tener especial cuidado para garantizar que los valores de probabilidad sean suficientemente específicos para ofrecer una diferenciación significativa entre las amenazas. Por ejemplo, en algunas evaluaciones puede ser necesario diferenciar entre sucesos poco frecuentes (por ejemplo, sucesos relacionados con la seguridad física nuclear) y sucesos más comunes (por ejemplo, inundaciones o terremotos). En este caso, las probabilidades pueden variar por órdenes de magnitud.
- e) Ponderación personalizada: En este enfoque se combinan las calificaciones de la amenaza, al igual que en la metodología de calificación media, pero las calificaciones de los distintos atributos se ponderan de forma diferente según su importancia percibida para la amenaza global. (Recuérdese que para obtener la media todos los atributos se ponderan igual). Por ejemplo, podría considerarse que para un adversario es más importante tener la capacidad técnica suficiente para llevar a cabo el ataque con éxito que tener una sólida capacidad organizativa. De ser así, la estimación de la capacidad técnica

tendrá una mayor influencia en la calificación global de la amenaza, y por lo tanto debería asignarse un mayor peso a la calificación de la capacidad técnica que cuando se calcula la “media”.

5.15. Una ventaja importante de asignar calificaciones a las amenazas es la posibilidad de transformarlas en estimaciones de probabilidad o interpretarlas como tales, ya que estas estimaciones pueden respaldar metodologías cuantitativas de evaluación del riesgo. En el cuadro 3 se muestra un ejemplo de escala de amenazas definida. Estas descripciones también podrían aplicarse en un enfoque basado en la descripción de la amenaza. En el apéndice II figura un ejemplo de proceso de puntuación de las amenazas y escala de palabras.

CUADRO 3. EJEMPLO DE ESCALA DE PALABRAS PARA DESCRIBIR LOS NIVELES GLOBALES DE AMENAZA

Calificación de la evaluación de la amenaza	Descripción
Muy alta	Los adversarios tienen capacidad establecida e intención actual de atacar el blanco. Se estima que es muy probable que se produzca un ataque.
Alta	Los adversarios tienen la capacidad para atacar el blanco y dicho ataque coincide con las intenciones actuales del grupo. Se estima que es probable que se produzca un ataque.
Media	Los adversarios tienen cierta capacidad para atacar el blanco, y dicho ataque sería compatible con las intenciones del grupo; o tienen la capacidad pero su intención podría depender de las circunstancias actuales. Se estima que un ataque es posible.
Baja	Los adversarios tienen actualmente poca capacidad y/o intención de atacar el blanco. Se estima que un ataque es poco probable.
Muy baja	Los adversarios no tienen actualmente capacidad y/o intención de atacar el blanco. Se estima que un ataque es muy improbable.

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO

5.16. En el ámbito de la seguridad física nuclear, el riesgo viene determinado, en general, por tres componentes: amenaza, vulnerabilidad y consecuencias. La evaluación del riesgo combina el cálculo de la probabilidad de determinados sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, como expresión de la amenaza y la vulnerabilidad, con sus consecuencias para obtener una medición útil con fines de diseño o mejora de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear. Un determinado suceso relacionado con la seguridad física nuclear puede calificarse de “alto riesgo” porque se considera probable, porque tendría consecuencias significativas o por ambos motivos. Al calcular los valores previstos de la pérdida económica debida a posibles sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, las evaluaciones del riesgo pueden generar en algunos casos estimaciones comparables con los costos de los sistemas y medidas dirigidos a prevenir este tipo de sucesos a fin de determinar la eficacia de esos sistemas y medidas en relación con los costos. En la práctica, esas comparaciones deben realizarse con sumo cuidado para tener debidamente en cuenta la incertidumbre en las evaluaciones del riesgo y evitar la sensación de que las evaluaciones son más fiables o precisas de lo que son en realidad a fin de no confundir a las autoridades competentes encargadas de aplicar las medidas.

5.17. Como ocurre con las evaluaciones de la amenaza, el nivel de detalle y la complejidad y el alcance del análisis cuantitativo de la evaluación del riesgo deberán ajustarse en función de las decisiones en materia de prioridades que se pretende respaldar con dicha evaluación. Para cada esfera de estudio son apropiadas distintas metodologías de evaluación del riesgo. En la presente subsección se describen dos métodos, uno cualitativo y otro cuantitativo, que se utilizan normalmente y se consideran apropiados para determinar las prioridades en la aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear. Se trata de los siguientes enfoques:

- a) Registro de los riesgos: cartografía de los escenarios determinados en una matriz de escalas de probabilidades y consecuencias, con fines de visualización comparada de los riesgos. Esta metodología puede ser cualitativa o semicuantitativa.
- b) Evaluación probabilista del riesgo: enfoque basado en escenarios creados mediante una combinación de los principales elementos o “pasos” que dan lugar a un suceso con consecuencias (normalmente representados gráficamente en forma de árbol de sucesos, árbol de decisiones o árbol de fallos) y una estimación de las consecuencias finales para cada uno de los escenarios determinados. Este método combina estimaciones cuantitativas

de la probabilidad (o verosimilitud) de cada elemento principal (denominado “nodo” en el árbol de sucesos) para determinar las probabilidades generales de los escenarios. Esta metodología se asemeja al análisis probabilista de la seguridad [16].

5.18. Ambos enfoques, en particular el segundo, dependen del uso de modelos matemáticos para representar posibles sucesos y de valoraciones por expertos en la materia para determinar las probabilidades (cuando estas no puedan obtenerse a partir de observaciones empíricas de la frecuencia) y otros parámetros [17]. A continuación se exponen los principios fundamentales para estimar el riesgo mediante expertos en la materia o modelos y para incorporar la incertidumbre en las estimaciones y los resultados.

5.19. En las normas internacionales de la industria en materia de gestión del riesgo se indican las tres etapas esenciales de la evaluación del riesgo: determinación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo propiamente dicha [7]. Las metodologías de evaluación del riesgo descritas en la presente publicación no emplean expresamente estos nombres en la descripción de cada etapa, pero comprenden efectivamente las tres. La determinación del riesgo tiene lugar mediante la selección o la elaboración de escenarios en el debate metodológico. El análisis del riesgo se realiza en general mediante estimaciones de las probabilidades y cálculos de los riesgos. La evaluación del riesgo se aborda en la descripción del análisis de incertidumbre y el análisis de sensibilidad.

Metodología del registro del riesgo

5.20. Un registro de los riesgos es una lista o catálogo de riesgos determinados que se asemeja al registro de los riesgos en la gestión de un proyecto. En él se documenta el riesgo, la gravedad de las consecuencias y las probabilidades de que tengan lugar, así como las medidas que deben adoptarse para mitigar el riesgo. Normalmente se lleva a cabo un análisis del escenario más desfavorable posible en relación con cada riesgo genérico, a raíz de lo cual se obtiene un número reducido de escenarios representativos plausibles. Sin embargo, algunas técnicas hacen uso de un conjunto normalizado de escenarios comunes (o nominales) cuyas probabilidades son mayores. Esos escenarios pueden servir de base de referencia para las evaluaciones relativas entre diversos tipos de escenarios de riesgo o dentro de uno solo. La gravedad de las consecuencias reflejada en los riesgos a menudo presenta varios aspectos, que podrán constar de algunos de los siguientes o de todos ellos: víctimas humanas, pérdidas económicas, perturbaciones sociales y daños ambientales.

5.21. Los registros de los riesgos se utilizan con frecuencia para comparar diversos tipos de riesgos amplios (como desastres naturales, sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y accidentes industriales) y ayudar a asignar presupuestos en relación con todos los peligros. Los registros de los riesgos suelen prepararse a un nivel alto (es decir, estratégico) en el marco del cual expertos en la materia formulan estimaciones de la probabilidad y la gravedad relativas empleando escalas logarítmicas.

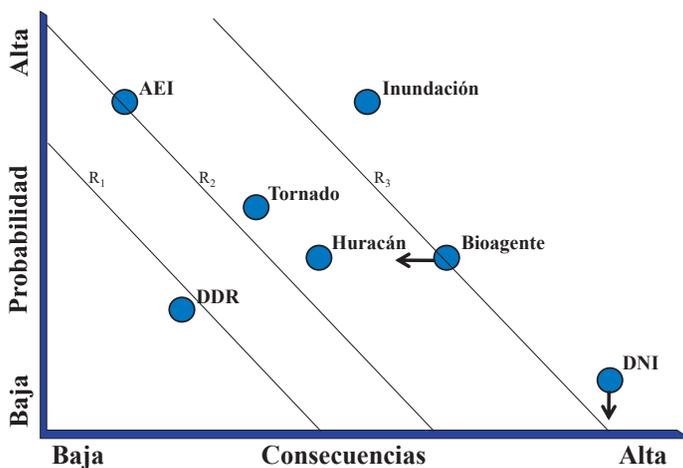
5.22. Todo registro de los riesgos debe constar de lo siguiente:

- a) Plazo: en vista de que el registro es un documento que se actualiza de forma periódica, es importante dejar constancia de cuándo se estimaron los riesgos y del período de validez de las estimaciones. Pueden producirse cambios en el riesgo si tienen lugar cambios en la amenaza o en las medidas aplicadas para mitigar los riesgos. Estos cambios deberán incorporarse en futuras evaluaciones según proceda.
- b) Descripción del riesgo: en vista de que los registros de los riesgos utilizan un número reducido de escenarios representativos, en la descripción del riesgo deben figurar todos los parámetros que definen cada escenario determinado y que se utilizaron para evaluar el riesgo. Se trata, entre otras cosas, de lo siguiente:
 - los supuestos en relación con el blanco;
 - el tipo de dispositivo;
 - la cantidad del material utilizado;
 - la capacidad del adversario;
 - todo supuesto que obedezca a valoraciones sobre la calidad probable del dispositivo (como su fiabilidad, eficiencia o rendimiento);
 - la supuesta secuencia de sucesos anteriores al suceso relacionado con la seguridad física nuclear;
 - las condiciones imperantes en el momento en que tuvo lugar el suceso (como las condiciones meteorológicas o la población afectada), y
 - la eficacia probable de las medidas de mitigación.
- c) Probabilidad o frecuencia del suceso: se trata de una evaluación de la probabilidad de que tenga lugar el suceso (expresada como nivel de verosimilitud, por ejemplo, bajo (<30 %), medio (31-70 %) o alto (>70 %)) o de la frecuencia con que cabe preverlo (en forma, por ejemplo, de 10 veces al año, una vez al año, cada 10 años o cada 100 años). Las probabilidades de que tenga lugar un suceso pueden determinarse en una escala absoluta si se desea, pero habitualmente es más importante (y a menudo más fiable) determinar la frecuencia o las probabilidades relativas de un suceso (por ejemplo, un acto de terrorismo nuclear es mucho menos probable que una

inundación y mucho más probable que la destrucción de la Tierra por un asteroide). Dependiendo del objetivo, puede que sea suficiente una escala relativa para evaluar los riesgos.

- d) Gravedad del efecto: se trata de una evaluación de las posibles consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. Puede constar de varias evaluaciones independientes de distintas consecuencias que pueden combinarse en una sola evaluación general. Como ocurre con las probabilidades, es posible que las mediciones relativas de la gravedad revistan más importancia (y utilidad) que las estimaciones absolutas de las consecuencias.
- e) Contramedidas adicionales: se trata de medidas que deben adoptarse para prevenir o reducir las consecuencias del suceso. Pueden incluir las medidas de respuesta previstas, que tal vez ya se hayan tenido en cuenta en los cálculos de las probabilidades y la gravedad. También pueden incluir posibles medidas específicas que podrían adoptarse para reducir la probabilidad o la gravedad de determinados sucesos. En este último caso, el uso de las contramedidas a menudo se muestra en el gráfico del registro de los riesgos como flecha que indica la cuantía y la dirección de la posible reducción del riesgo derivada de la contramedida.

5.23. En la figura 4 se presenta un ejemplo de diagrama de registro de los riesgos con datos hipotéticos. En este ejemplo, el diagrama indica que el escenario correspondiente a los DNI tiene las mayores consecuencias, pero las menores probabilidades. Es posible que las inundaciones tengan aproximadamente las mismas probabilidades que el uso de un artefacto explosivo improvisado (AEI), pero sus consecuencias son mucho mayores. La flecha situada en el símbolo de ataque mediante agentes biológicos (“bioagentes”) indica la posible reducción de las consecuencias (pero no de las probabilidades) gracias al empleo de una determinada contramedida médica. La flecha que parte del símbolo DNI indica una reducción de las probabilidades (pero no de las consecuencias) de un ataque mediante DNI que podría derivarse de la aplicación de medidas mejoradas de seguridad física nuclear. Otras medidas o combinaciones de medidas podrían reducir tanto las probabilidades como las consecuencias. En esos casos, las flechas apuntarían en diagonal hacia la nueva probabilidad y consecuencia en relación con el riesgo reducido. Por último, las líneas diagonales son líneas de igualdad en el riesgo: todos los puntos de la línea tienen la misma calificación en cuanto a riesgo. Esas líneas pueden ayudar a los encargados de adoptar decisiones a comparar distintos escenarios con un mismo nivel de riesgo.



Nota: Toda estimación de las probabilidades y las consecuencias es hipotética y no refleja valores reales. $R_1 < R_2 < R_3$ (las líneas representan igualdad en el riesgo). AEI: artefacto explosivo improvisado; DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva.

Fig. 4. Ejemplo de registro de los riesgos para todos los peligros utilizado para dar prioridad a los recursos entre todos los peligros.

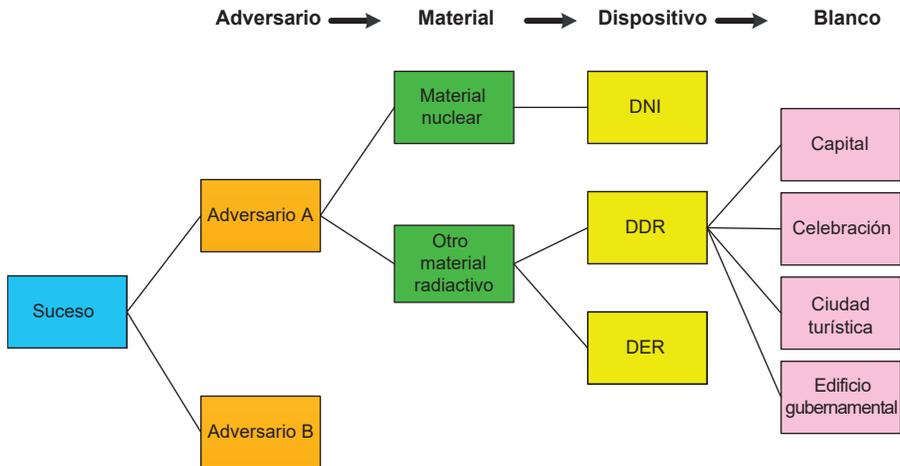
Metodología de la evaluación probabilista del riesgo

5.24. La evaluación probabilista del riesgo puede utilizarse para determinar el riesgo de diversos escenarios especificados de manera cuantitativa o semicuantitativa. Cuando se evalúan los riesgos derivados de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, los escenarios se construyen normalmente a partir de elementos esenciales representados, por lo general, en forma de árbol de fallos, árbol de sucesos o árbol de decisiones.

5.25. El enfoque basado en la evaluación probabilista del riesgo ofrece un método sistemático para construir escenarios de riesgos definiendo los elementos importantes de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear y construyendo un “espacio de escenarios” integrado por todos los casos posibles de cada uno de los elementos. Los elementos importantes pueden ser aspectos como las decisiones de un adversario con respecto a una determinada línea de acción entre diversas opciones, el éxito o el fracaso de las etapas intermedias de la línea de acción del adversario o la eficacia, o falta de eficacia, de las medidas de seguridad física nuclear para impedir la actuación del adversario. Cabe describir y presentar estos elementos como puntos de ramificación en un árbol de sucesos

en el que las distintas vías que recorren el árbol representan distintos escenarios individuales. Cada punto de ramificación del árbol se denomina nodo o nivel. Los nodos finales del árbol (a partir de los cuales no se producen más ramificaciones), a veces denominados hojas, representan distintos resultados finales. Para calcular el riesgo se estiman por separado las consecuencias para cada uno de los nodos finales del árbol. La autoridad competente deberá decidir qué consecuencias juzga importantes (por ejemplo, víctimas, contaminación ambiental, repercusiones económicas y repercusiones sociales) y, por consiguiente, han de estimarse. La probabilidad de un escenario cualquiera se calcula como el producto de las probabilidades de cada una de las ramas del árbol que componen ese escenario.

5.26. El árbol se construye determinando las distintas posibilidades para cada nodo del árbol. En la figura 5 se representa a título de ejemplo parte de un árbol de sucesos sencillo. En el ejemplo se tienen en cuenta dos grupos adversarios, junto con dos tipos de materiales que podrían adquirir y con los que podrían construir varias clases de dispositivos. En el ejemplo se tienen en cuenta cuatro blancos posibles. En la práctica, el número de blancos posibles puede ser muy superior, o puede que los blancos se describan como categorías o tipos de blancos más amplios, en lugar de edificios o sucesos determinados.



Nota: Solo se muestra parte del árbol. DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva; DER: dispositivo de exposición a la radiación.

Fig. 5. Ejemplo de árbol de sucesos para elaborar escenarios de riesgos.

5.27. A continuación deben evaluarse las probabilidades de cada vía que recorre el árbol. En este ejemplo, la combinación de todas las posibilidades de todos los nodos que componen estas vías generaría 48 escenarios distintos, y la autoridad competente debe estimar las probabilidades de cada opción en cada nodo a fin de que se puedan calcular las probabilidades de cada uno de los escenarios.

5.28. El árbol representado es deliberadamente muy sencillo para fines ilustrativos y no aborda todos los aspectos que constituyen una evaluación probabilista del riesgo. En la práctica, es posible que la estimación de las probabilidades dependa de otros nodos, y puede que se necesiten modelos o cálculos adicionales para determinar los valores de las probabilidades en nodos en los que las posibilidades son complejas. El árbol sirve de ejemplo de construcción posible de un conjunto completo de escenarios a partir de un árbol de sucesos. Un árbol construido minuciosamente debería permitir identificar la gama completa de escenarios plausibles y ofrecer garantías de que los resultados dan cuenta de todos los riesgos significativos derivados de posibles sucesos relacionados con la seguridad física nuclear.

Determinación de las probabilidades de escenarios de riesgos

5.29. Un factor esencial para comprender el riesgo consiste en estimar las probabilidades de distintos tipos de posibles sucesos relacionados con la seguridad física nuclear, un proceso que es intrínsecamente incierto. En esta subsección se describen enfoques generales para determinar las probabilidades, sus correspondientes ventajas y desventajas y los recursos necesarios para realizar el análisis. También se presenta una comparación entre las estimaciones absolutas y relativas. Se tienen en cuenta los siguientes aspectos principales:

- a) A menudo se cuantifican las probabilidades para que puedan utilizarse en una evaluación del riesgo en la que el riesgo depende de la probabilidad de que se trate de cometer un acto delictivo o intencional no autorizado que guarde relación con materiales nucleares u otros materiales radiactivos y de la probabilidad de que la tentativa surta efecto (así como de las consecuencias).
- b) En vista de que la estimación de la probabilidad es intrínsecamente incierta, es importante estimar no solo la probabilidad, sino también la incertidumbre correspondiente a la probabilidad estimada. Este valor puede describirse como un error en la estimación (es decir, \pm una cantidad absoluta o proporcional) o una distribución de probabilidad o empleando expresiones que den a entender que las cifras son aproximadas.

- c) La probabilidad puede estimarse como verosimilitud o frecuencia absoluta. Sin embargo, este enfoque a menudo es muy difícil y puede que no sea necesario cuando se aplica la evaluación del riesgo al determinar alternativas. Es posible que la probabilidad relativa (es decir, la determinación de qué conjunto de escenarios entre una serie de ellos presenta más probabilidades y en qué medida) sea más fácil de estimar y sea suficiente, a no ser que la probabilidad de estos ataques deba compararse con otros peligros.

5.30. Un enfoque para la estimación de probabilidades consiste en que expertos en la materia formulen valores de verosimilitud. De ese modo, para la evaluación del riesgo pueden aprovecharse los conocimientos especializados y generales de que dispone el Estado y adaptarse a las circunstancias nacionales y a escenarios específicos. Sin embargo, las formulaciones por parte de expertos pueden llevar mucho tiempo y verse influidas por numerosos sesgos estructurales si no se procede con mucha cautela. Pueden consultarse técnicas para evitar o mitigar los efectos de estos sesgos en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° RS-G-1.9, *Clasificación de las fuentes radiactivas* [18].

5.31. Otra posibilidad consiste en elaborar modelos para generar estimaciones de la verosimilitud. Los modelos pueden abarcar muy diversos escenarios posibles y ser más flexibles y adecuados para el análisis de un mayor número de opciones. Constituyen ejemplos de tipos de modelización utilizados a menudo con dicho fin los árboles de sucesos, los árboles de fallos y los modelos basados en la teoría de juegos. Puede consultarse un examen exhaustivo de los enfoques de modelización en la referencia [19].

Análisis de incertidumbre

5.32. Todas las evaluaciones del riesgo parten de datos y valoraciones inciertos, limitaciones de la capacidad de predecir o modelar sucesos reales y resultados inciertos o ambiguos. Cada uno de estos aspectos del manejo de la incertidumbre deberían abordarse mediante técnicas como las siguientes:

- a) Deberán determinarse, en el marco del proceso de solicitud de formulaciones o modelización, las incertidumbres derivadas de las aportaciones de expertos a una evaluación del riesgo. La incertidumbre suele describirse mediante una distribución de valores posibles. Puede pedirse a los expertos en la materia que presenten estimaciones de múltiples puntos de la distribución (como la media y los extremos a cada lado de la media, que suelen ser los percentiles 5° y 95°) que podrán interpretarse partiendo del entendimiento de la manera en que las distribuciones puedan estar distorsionadas o sesgadas. En el caso

de la modelización, podrán utilizarse métodos estadísticos para obtener distribuciones de las estimaciones de las aportaciones a la evaluación del riesgo.

- b) La incertidumbre en las aportaciones deberá tenerse en cuenta en los cálculos de todos los riesgos, junto con otras incertidumbres vinculadas a esos cálculos. Dado que rápidamente se hace difícil desde el punto de vista matemático calcular de forma directa las distribuciones para las múltiples incertidumbres en parámetros múltiples, a menudo se recurre a otras técnicas, como el muestreo de Montecarlo, para estimar las distribuciones de la incertidumbre en los resultados [20].
- c) Es fundamental transmitir a los encargados de adoptar decisiones las incertidumbres inherentes a las aportaciones a la evaluación del riesgo y a los cálculos conexos y, por consiguiente, también a los resultados. Cuando los resultados se presentan numéricamente (por ejemplo, los riesgos), las estimaciones deberían indicar un rango y no una cifra única, y al comunicar los resultados deberían evitarse indicaciones de precisión equívocas, como vincular resultados inciertos con varias cifras significativas.

5.33. El análisis de incertidumbre es importante porque ofrece un indicio justificable de la fiabilidad de los resultados de una evaluación del riesgo como fundamento para la toma de decisiones. Especialmente cuando las cuestiones son complicadas o controvertidas, contar con modelos validados y verificados que incorporen la incertidumbre ayuda a velar por que las decisiones se basen en la mejor información disponible.

6. UTILIZACIÓN DE ENFOQUES BASADOS EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS

6.1. Las posibles consecuencias de un suceso relacionado con la seguridad física nuclear son a veces catastróficas. Por eso, los Estados deben adoptar todas las medidas apropiadas para prevenirlas. Sin embargo, los Estados no disponen de recursos ilimitados, por lo que deben contar con métodos para determinar las medidas de seguridad física nuclear con probabilidades de resultar más eficaces en la reducción del riesgo. Puede adoptarse un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos para ayudar a los Estados a evaluar opciones y priorizar medidas de seguridad física nuclear.

6.2. El enfoque basado en el conocimiento de los riesgos es un proceso iterativo mediante el cual se determinan y evalúan los riesgos; se elaboran, evalúan, seleccionan y aplican medidas para reducir los riesgos; se vigila la eficacia de las medidas resultantes, y se realizan los ajustes que proceda [7]. Este tipo de enfoque puede emplearse para orientar sólidamente las labores de prevención, detección, respuesta, mitigación y recuperación a fin de reducir los riesgos al mínimo. El enfoque sirve de base a una amplia gama de decisiones, en particular en materia de planificación estratégica, formulación de políticas, presupuestación, concesión de prioridad a la investigación y el desarrollo y diseño de actividades operacionales orientadas a la seguridad física nuclear.

6.3. Todo enfoque iterativo basado en el conocimiento de los riesgos debería aspirar a mejorar y reforzar constantemente con el paso del tiempo los sistemas y medidas de seguridad física nuclear de un Estado. En la figura 6 se muestra un ejemplo de ese tipo de enfoque. En los siguientes párrafos se describen las cinco fases principales del ejemplo.

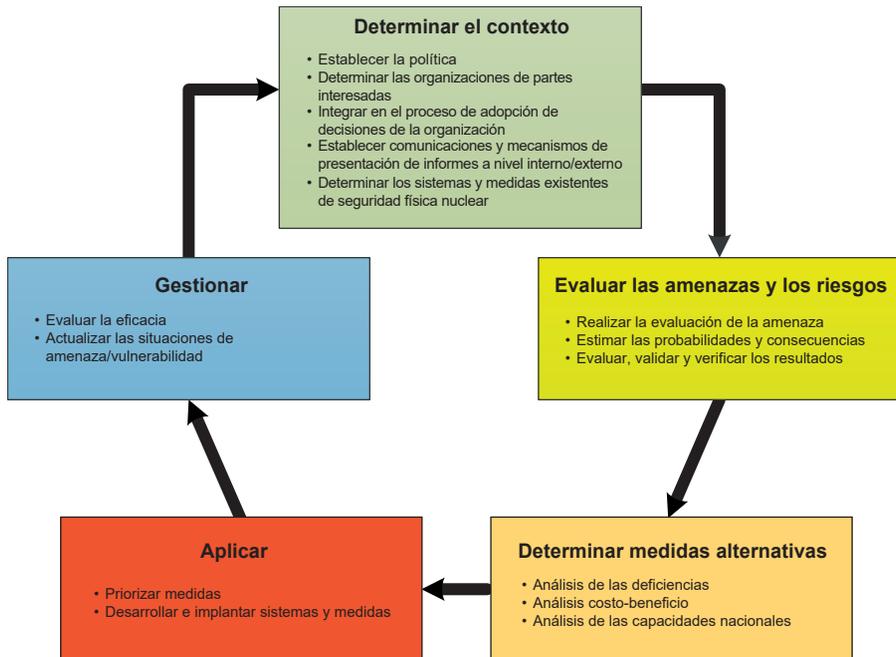


Fig. 6. Ejemplo de enfoque basado en el conocimiento de los riesgos para aplicar sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

6.4. El ciclo se repite de forma periódica (coincidiendo con una necesidad de adoptar decisiones o un cambio notable de las circunstancias) para mejorar el análisis y los resultados y la eficacia de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear. Durante todo el proceso son importantes la comunicación y las consultas entre las partes interesadas internas y externas para que puedan cumplirse los objetivos del Estado.

6.5. Además de estar incorporada en la parte del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos correspondiente a la evaluación del riesgo, la evaluación de la amenaza forma parte integral de la determinación de los riesgos. También tiene importancia para la evaluación de estrategias o sistemas y medidas de seguridad física nuclear alternativos (en vista de que cabe prever que el adversario se adapte a los cambios incorporados en esas medidas) y para la vigilancia de las tendencias en el comportamiento de las amenazas y en la eficacia de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

DETERMINACIÓN DEL CONTEXTO

6.6. En esta fase, las autoridades competentes designadas determinan qué tipos de riesgo se gestionarán, quién se encarga de su gestión, qué decisiones dependen de la información sobre los riesgos (y qué tipo de información) y quiénes son las partes interesadas respecto de la aplicación del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos. Además, se determinan los recursos necesarios para aplicar el enfoque, con inclusión del presupuesto, el personal y la estructura orgánica. Se establecen procesos de comunicación entre las partes interesadas y se procede a un estudio inicial de las funciones y actividades en materia de seguridad física nuclear.

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y DEL RIESGO

6.7. En esta fase la autoridad competente designada evalúa los riesgos utilizando los sistemas, las políticas y las medidas vigentes en materia de seguridad física nuclear. Dentro de esta fase la autoridad competente designada estima la amenaza, la vulnerabilidad y las consecuencias de acciones relacionadas con la seguridad física nuclear que podrían llevar a cabo diversos adversarios. La metodología de evaluación debería ajustarse al tipo de decisión que se adopte, la cantidad y la calidad de los datos disponibles y el nivel y el tipo de recursos disponibles. Los métodos pueden ir de un ejercicio de simulación sencillo con expertos en la materia a cálculos detallados de los riesgos. Independientemente del método que

se elija, es importante mantener la transparencia en la metodología utilizada para que las instancias decisorias confíen en la validez del proceso y de los datos.

DETERMINACIÓN DE SISTEMAS Y MEDIDAS ALTERNATIVOS DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

6.8. Partiendo de los resultados de la evaluación del riesgo, las autoridades competentes encargadas de la aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear deberían estar en situación de determinar posibles mejoras para abordar con mayor eficacia los riesgos de prioridad alta de que se lleven a cabo actos delictivos o intencionales no autorizados que guarden relación con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Ejemplos posibles de medidas alternativas de seguridad física nuclear son la seguridad adicional o el fortalecimiento de las capacidades de protección en las instalaciones y actividades reglamentadas, la mejora en las capacidades de vigilancia de las fronteras o en la sensibilización en el ámbito del cumplimiento de la ley o nuevos protocolos y procedimientos para proteger determinados blancos. Al determinar, priorizar y diseñar sistemas y medidas de seguridad física nuclear debe tenerse en cuenta el concepto de defensa en profundidad.

6.9. Las autoridades competentes designadas podrán aplicar a la determinación y evaluación de alternativas los tres enfoques comunes siguientes: análisis de las deficiencias, análisis costo-beneficio y análisis de las capacidades nacionales.

Análisis de las deficiencias

6.10. Existe una deficiencia cuando se carece de capacidad adecuada para abordar una amenaza viable. El análisis de las deficiencias consiste en encontrar elementos o funciones de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear considerados necesarios conforme a la evaluación de la amenaza que no existan, no se pongan en práctica o no aborden las amenazas en cuestión. A menudo se detectan deficiencias examinando las amenazas que desembocan en los riesgos más altos y determinando oportunidades de acabar con esas amenazas añadiendo capacidad, cambiando las operaciones o reduciendo las vulnerabilidades.

Análisis costo-beneficio

6.11. Mediante el análisis costo-beneficio se compara el costo de una medida de seguridad física nuclear con el beneficio que reporta (reducción del riesgo). En este análisis deberían tenerse en cuenta los costos de la medida durante todo

su ciclo de vida, lo cual puede comprender los costos en concepto de equipo, instalación, funcionamiento, mantenimiento, recursos humanos y capacitación, así como los costos correspondientes a mejoras o a la clausura. La reducción de los riesgos se expresa normalmente en términos monetarios para que pueda compararse con los costos de la medida, lo que favorece un enfoque graduado de mejora de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear. También puede que algunos “costos” de las medidas no tengan carácter monetario, como ocurre con los cambios de planes y procedimientos y la reasignación de activos.

Análisis de las capacidades nacionales

6.12. El análisis de las capacidades nacionales consiste en evaluar el conjunto completo de sistemas y medidas de seguridad física nuclear como sistema integrado para abordar la amenaza. A menudo se utiliza este enfoque cuando es necesario modelizar las intenciones de adversarios flexibles, que pueden cambiar en función de las medidas concretas de seguridad física nuclear que se apliquen. Por ejemplo, al aumentarse la seguridad física en un solo lugar estratégico puede que sean mayores las probabilidades de que un adversario ataque un lugar distinto. Si se aumenta la seguridad física en ambos lugares es posible que el adversario se incline por un tipo de ataque distinto. Así pues, el valor real del aumento de la seguridad física en un lugar solo puede evaluarse en el contexto de los cambios (o falta de cambios) en la seguridad física en otros lugares. El método más sencillo de análisis de las capacidades nacionales es evaluar el riesgo correspondiente a varios conjuntos completos alternativos de sistemas y medidas e inferir el valor de un tipo de medida determinado en función de la frecuencia con que se incluye en los conjuntos cuyo desempeño es mejor.

6.13. Al evaluar el efecto de riesgo que tienen los sistemas y medidas importa recordar que los adversarios podrán modificar sus enfoques en respuesta a las medidas de seguridad física nuclear nuevas o adicionales. Por consiguiente, lo normal es que la reducción general de los riesgos sea menor, en la medida en que los adversarios se limitan a cambiar de táctica, en comparación con una situación en que la amenaza es estática (es decir, cuando el adversario se plantea un solo tipo de ataque a un único blanco). El aumento de la seguridad física en un solo lugar puede a veces alentar a los adversarios a decantarse por otro escenario que habría tenido más éxito incluso en el marco de los sistemas y medidas anteriores. En ese caso, en la práctica podría aumentar el riesgo general como consecuencia de la mejora de la seguridad física en algunos lugares. Comprender las tendencias y las respuestas probables de los adversarios puede ayudar a lograr que la seguridad física adicional redunde en la reducción de los riesgos que se pretende.

6.14. En vista de que la responsabilidad respecto de todos los sistemas y medidas de seguridad física nuclear de un Estado se reparte a menudo entre una serie de autoridades competentes distintas, es esencial coordinar la aplicación de los recursos y los enfoques en materia de reducción del riesgo. Una coordinación adecuada puede ayudar a que los sistemas y medidas favorables al ejercicio efectivo de las responsabilidades correspondientes a una determinada autoridad competente sean implantados oportunamente por otra autoridad competente.

APLICACIÓN DE SISTEMAS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

6.15. Cuando un Estado ha determinado una línea de acción, pueden aplicarse (diseñarse, implantarse y mantenerse) los sistemas y medidas de seguridad física nuclear. La aplicación debe guiarse por prácticas de gestión apropiadas para velar por que los proyectos se ejecuten conforme a lo especificado, a tiempo y dentro del presupuesto.

6.16. Una vez priorizados y diseñados los sistemas y medidas de seguridad física nuclear, la aplicación consta normalmente del desarrollo, la adquisición, el despliegue, la puesta en práctica, el mantenimiento y la sostenibilidad de capacidades [11]. En el marco de la aplicación debe tenerse en cuenta la protección de la información de carácter estratégico y de los recursos de información de carácter estratégico relacionados con los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

6.17. El enfoque basado en el conocimiento de los riesgos en materia de establecimiento de prioridades y de aplicación es distinto del enfoque basado en el riesgo, en el que el riesgo es el factor primario y determinante al establecerse las prioridades. Son muchos los factores que deben tenerse en cuenta al establecer prioridades en relación con los sistemas y medidas de seguridad física nuclear (como factores presupuestarios, factores políticos, la viabilidad y aceptabilidad de las medidas, el desempeño u otros costos derivados de las medidas). El riesgo es uno de los factores que determinan la decisión general en materia de prioridades, y las instancias decisorias deben tenerlo en cuenta junto con estos otros factores.

GESTIÓN DE LOS RIESGOS

6.18. La implantación y aplicación de sistemas y medidas de seguridad física nuclear no debe ser una acción puntual sin más. Los sistemas y medidas deben

gestionarse, mantenerse y sostenerse, al igual que deben mejorarse o adaptarse conforme cambie la situación. Los sistemas y medidas deben ponerse a prueba para verificar su funcionamiento conforme al diseño. En esta fase deberá volverse a evaluar la eficacia de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear en la práctica (es decir, determinar si efectivamente funcionan conforme a lo previsto). Además, las amenazas y vulnerabilidades deberán someterse a vigilancia constante para determinar los cambios que afectan a la amenaza, como información sobre nuevos adversarios, cambios en los objetivos o capacidades de los adversarios, elaboración de nuevos sistemas y medidas de seguridad física nuclear y otros factores. Los resultados del proceso de vigilancia deberán utilizarse para actualizar el contexto y la información sobre el análisis de riesgos con miras al siguiente ciclo del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos.

Evaluación de la eficacia

6.19. Los parámetros de medición de la eficacia están diseñados para determinar el grado en que los sistemas y medidas de seguridad física nuclear previenen y detectan amenazas relacionadas con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario y responden a ellas. En la práctica resulta sumamente complejo calcular parámetros de medición útiles pues las tentativas de robo de materiales o de comisión de actos con consecuencias para la seguridad física nuclear son muy poco habituales. A falta de experiencia efectiva de sucesos reales, deben elaborarse modelos o indicadores indirectos.

6.20. Mediante ejercicios de capacitación que tengan en cuenta todos los recursos necesarios para el funcionamiento de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear puede determinarse el desempeño de las medidas y obtenerse información sobre la eficacia general del sistema aplicado. Lo normal es que pueda utilizarse una combinación de resultados de los ejercicios, otras mediciones del desempeño (como el tiempo medio entre fallos) y modelos para determinar el desempeño de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear.

Análisis de tendencias

6.21. Además de estimar la eficacia de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear en función de amenazas determinadas de antemano, es importante actualizar la evaluación de la amenaza para dar cuenta de los cambios en las capacidades. En el análisis de tendencias podrá tenerse en cuenta lo siguiente:

- ¿Ha cambiado el comportamiento de los adversarios conocidos? ¿Han dado muestras estos adversarios de capacidades o conocimientos especializados adicionales? ¿Han entablado contacto con nuevos agentes no estatales?
- ¿Existen nuevos adversarios que pueden plantearse la comisión de actos con consecuencias para la seguridad física nuclear?
- ¿Han mostrado los adversarios un interés adicional en el Estado como blanco, refugio seguro o fuente de materiales nucleares u otros materiales radiactivos?
- ¿Ha variado apreciablemente el tráfico comercial o el tráfico de contrabando a través del Estado? ¿Exige este aumento del volumen un mayor grado de control?
- ¿Ha habido modificaciones importantes de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear? ¿Se están utilizando nuevos lugares para almacenar o usar materiales nucleares u otros materiales radiactivos, o han variado considerablemente las cantidades o las clases de materiales de ese tipo disponibles?

6.22. Es importante determinar las tendencias en las amenazas y los cambios en los sistemas y medidas de seguridad física nuclear del Estado a fin de establecer cuándo conviene actualizar o poner en marcha un nuevo ciclo del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos. El ciclo deberá repetirse de forma periódica en consonancia con los procesos de decisión. Además, cuando tienen lugar cambios significativos en los sistemas y medidas del Estado para la detección y respuesta en el ámbito de la seguridad física nuclear [10, 11] o en la amenaza, deberá examinarse y actualizarse la evaluación del riesgo y repetirse el ciclo del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos.

Apéndice I

MODELO DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA Y ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS

I.1. En el organigrama que figura en este apéndice (véase la figura 7) se muestra el ciclo completo del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos. Todas las fases importantes que se describen en la presente publicación se han integrado en un proceso global único.

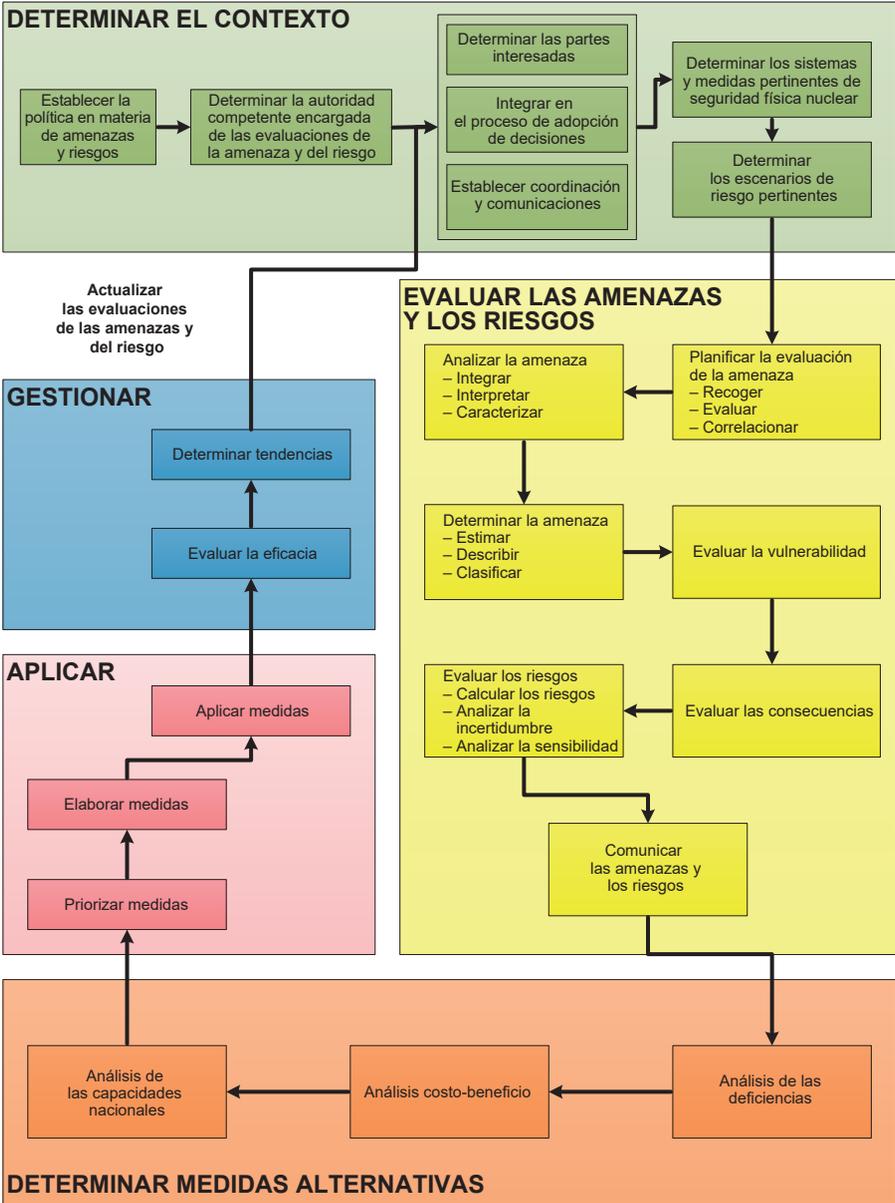


Fig. 7. Modelo de evaluación de la amenaza y enfoque basado en el conocimiento de los riesgos.

Apéndice II

EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

CONTEXTO DE LA AMENAZA

II.1. Por razones de brevedad se omiten en este ejemplo todos los argumentos, procesos y análisis que sustentan las evaluaciones. Lo que se muestra son ejemplos de resultados de los procesos y la forma en que se pueden presentar los resultados a las partes interesadas.

II.2. En los apéndices II a IV se toma como ejemplo un mismo Estado hipotético. El Estado ejemplo posee una central nuclear y un reactor de investigación, pero no un ciclo del combustible nuclear completo. El Estado ejemplo también tiene hospitales en los que se almacenan y utilizan materiales y fuentes radiactivos, y otras industrias (por ejemplo, la construcción) que poseen un número importante de fuentes radiactivas que obtienen su licencia a través de la autoridad reguladora del Estado ejemplo.

II.3. La responsabilidad de regular los materiales nucleares y otros materiales radiactivos presentes en las instalaciones y actividades conexas, así como de detectar sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y responder a ellos, recae sobre varias autoridades competentes del Estado ejemplo. Todas estas autoridades cooperan y colaboran con la autoridad competente encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo para aplicar un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos a las medidas de seguridad física nuclear relacionadas con materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Además, la autoridad competente del Estado ejemplo describe las deficiencias conocidas, la pertinencia y la oportunidad de la información y la inteligencia utilizadas en apoyo de la evaluación de la amenaza.

II.4. Existen varios procesos de toma de decisiones que podrían beneficiarse de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos que ayudara a priorizar los escasos recursos. El Estado ejemplo se muestra optimista ante la posibilidad de que un proceso de gestión del riesgo ayude a conservar los recursos.

DETERMINACIÓN DEL MATERIAL Y LOS ADVERSARIOS

II.5. La autoridad competente del Estado ejemplo lleva a cabo un proceso de detección de amenazas en el que se estudian los adversarios así como los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Del análisis de incidentes de los datos que figuran en la ITDB se desprende que:

- a) En el Estado ejemplo se han robado, y no se han recuperado, calibres de construcción que contienen material radiactivo.
- b) En el Estado vecino al oeste se registran más de tres veces más incidentes que en los Estados al norte, este y sur.
- c) No se ha producido pérdida, extravío ni robo de materiales nucleares adecuados para la fabricación de un DNI en el Estado ni en los Estados vecinos; no obstante, no se puede descartar por completo la posibilidad de adquisición de materiales en esos u otros Estados.

II.6. La autoridad competente realiza una evaluación y decide que existen tres tipos de posibles adversarios que es necesario tener en cuenta para determinar la amenaza y el riesgo:

- a) un grupo adversario internacional que podría cometer un acto en el territorio del Estado ejemplo o utilizar el Estado ejemplo como base de operaciones para cometer un acto contra otro Estado;
- b) un grupo adversario nacional que ha propugnado el derrocamiento del Gobierno actual y ha cometido otros actos violentos, y
- c) una persona o un grupo pequeño con un plan concreto y tendencia a la violencia.

II.7. La autoridad competente facilita a los analistas de amenazas información sobre las tendencias, así como los planes y objetivos conocidos de los grupos. Se recopilan los incidentes conexos recientes (actos indicativos de las tendencias de un grupo o actos relacionados con la seguridad física nuclear) y se establecen correlaciones entre ellos.

DETERMINACIÓN DE BLANCOS

II.8. La autoridad competente del Estado ejemplo encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo determina varios posibles blancos clave de actos relacionados con materiales nucleares u otros materiales radiactivos no

sometidos a control reglamentario. Los analistas de amenazas consideran blancos principales:

- la zona centro de la capital del Estado ejemplo;
- el principal distrito comercial de la ciudad turística más importante del Estado ejemplo;
- varios edificios gubernamentales críticos que albergan organismos clave del Estado ejemplo, y
- la celebración anual de la fiesta nacional.

II.9. Dado que el Estado ejemplo tiene un número relativamente pequeño de blancos determinados, estos se evalúan uno por uno. Si la autoridad competente decidiera evaluar muchos más blancos potenciales, estos podrían agruparse por tipos de blancos.

DETERMINACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

II.10. La autoridad competente del Estado ejemplo reúne a un grupo de expertos en explosivos, radiación y actos delictivos o intencionales no autorizados para evaluar las consecuencias probables de una serie de posibles actos contra los blancos determinados. Los expertos consideran muchas variables que pueden influir en los valores reales de las consecuencias, incluidos la cantidad y el tipo de material radiactivo, las condiciones meteorológicas en el momento del acto, la naturaleza del blanco y las características del propio acto. Posteriormente el grupo proporciona estimaciones de las consecuencias por orden de magnitud para un conjunto de escenarios. Es posible estimar el número de víctimas y los costos económicos para cada escenario (por razones de simplicidad, las consecuencias ambientales y sociales se incluyen en los costos económicos). El valor combinado de las consecuencias (Valor) y la clasificación normalizada de las consecuencias pueden calcularse como se indica a continuación:

$$\text{Valor} = \text{víctimas} \times \text{valor nominal de víctimas} + \text{costos económicos} + \text{ambientales} + \text{sociales} \quad (1)$$

$$\text{Clasificación normalizada de las consecuencias} = 100 \times \frac{\text{Valor}}{\text{Max(valor)}} \quad (2)$$

II.11. Habida cuenta de que el objetivo de la autoridad competente es asignar una gravedad relativa a los escenarios, las víctimas pueden multiplicarse por un valor de costo medio de un millón de unidades monetarias (con fines ilustrativos) y

añadirse a los costos económicos para obtener una medida de costos combinada. Los valores resultantes podrían normalizarse por el valor más alto para crear una clasificación normalizada de las consecuencias de 0 a 100. En el cuadro 4 se muestra una tabla con las consecuencias derivadas de este análisis.

EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS

II.12. La autoridad competente del Estado ejemplo encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo coordina la labor realizada por las distintas autoridades competentes para extraer una descripción de la amenaza correspondiente a los

CUADRO 4. GRAVEDAD RELATIVA DE LOS ESCENARIOS HIPOTÉTICOS DEL ESTADO EJEMPLO

Escenario	Salud humana (Nº de víctimas)	Costo económico (millones de unidades monetarias)	Clasificación normalizada de las consecuencias
DNI en una capital	20 000	250 000	100
DNI en una ciudad turística	10 000	100 000	40,74
DDR en una capital	500	500	0,37
DDR en un edificio gubernamental	20	100	0,04
DDR en una celebración	2 000	250	0,83
DER en una ciudad turística	150	10	0,06
DER en una celebración	350	50	0,15
DER en un edificio gubernamental	15	5	0,01
Suceso de contaminación	800	250	0,39

Nota: Las cifras son hipotéticas y no se contempla su uso fuera del ejemplo. DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva; DER: dispositivo de exposición a la radiación.

tres tipos de adversarios determinados. Se facilitan a los expertos datos y gráficos en los que se muestran incidentes presuntos o confirmados de tráfico ilícito de materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Posteriormente los incidentes se desglosan según el tipo de material, localización e incidente, así como el origen o uso legítimo del material. Asimismo se proporcionan a los expertos en la materia informes en los que se describen los objetivos declarados, las actividades recientes y la retórica de cada uno de los grupos conocidos a fin de obtener una evaluación y un enfoque comunes del grupo. En el cuadro 5 se expone un ejemplo de consenso obtenido por los expertos.

II.13. A través de un enfoque basado en la clasificación de las amenazas, la autoridad competente encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo también pide asesoramiento a expertos en la materia para clasificar cada uno de los escenarios específicos junto con los tipos de adversarios. El enfoque específico divide la evaluación en varias subcategorías. La capacidad puede dividirse en organizativa, técnica y financiera. La intención puede dividirse en ideología y objetivo. La probabilidad de crear un dispositivo puede dividirse en el material, la dificultad para adquirir el material y la dificultad para fabricar el dispositivo. Finalmente, la vulnerabilidad del blanco puede dividirse en el tipo de blanco y el momento elegido para el ataque. Cada uno de estos criterios o factores se evalúa utilizando escalas de calificación definidas (también denominadas “escalas de palabras”) que establecen los criterios para cada nivel de clasificación. En los cuadros 6 a 8 y en los párrafos II.14 a II.16 se muestra un ejemplo de evaluación de un determinado grupo insurgente nacional que despliega un DDR en una celebración anual.

II.14. El grupo nacional tiene una organización sólida y está bien financiado, pero no ha manifestado interés en materiales nucleares u otros materiales radiactivos, ni conocimientos al respecto. Aunque por lo general no pretenden provocar víctimas civiles, están muy motivados para cometer un acto que aumente su perfil y credibilidad.

II.15. El material radiactivo deseado se encuentra en el Estado ejemplo, pero el acceso a él está sujeto a controles estrictos. No obstante, una vez adquirido el material es fácil fabricar un dispositivo. El blanco es civil y sumamente vulnerable, pero el tiempo de ejecución es muy limitado para garantizar el máximo impacto.

II.16. En general, esta combinación de factores da lugar a una clasificación alta de la amenaza de que el grupo nacional despliegue un DDR en la celebración anual del Estado ejemplo: tanto la capacidad como la intención obtienen una

CUADRO 5. GRÁFICO DE EJEMPLO DE ANÁLISIS BASADO EN LA DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA CORRESPONDIENTE A TRES ADVERSARIOS

Adversario	Intención	Capacidad
Grupo internacional	El grupo pretende provocar grandes pérdidas económicas o un gran número de víctimas.	El grupo ha intentado comprar o robar material radiactivo, pero las autoridades encargadas del cumplimiento de la ley han impedido que llevaran a cabo sus planes. El grupo ha obtenido importantes fondos mediante actividades delictivas, pero debido a las medidas de seguridad física internas les ha sido difícil contratar expertos técnicos o contactar con personas que tuvieran acceso a material radiactivo.
Grupo nacional	El objetivo del grupo es causar pérdidas económicas al Gobierno del Estado ejemplo a fin de lograr autonomía territorial, sin que ello resulte en un gran número de víctimas que llevaría a la indignación internacional.	El grupo tiene una jerarquía clara basada en lazos familiares y participa en delitos con fines lucrativos como el tráfico ilícito de drogas. Ninguno de los miembros conocidos posee un título universitario avanzado en física o ingeniería, aunque han demostrado ser capaces de fabricar armas convencionales improvisadas. Nunca han intentado comprar materiales nucleares u otros materiales radiactivos en el pasado.
Adversario único	El adversario único tiene como objetivo principal causar pérdidas al empleador y ponerlo en evidencia. Aunque la idea de provocar lesiones graves o muerte podría satisfacer al adversario, un elevado número de muertes no es parte de su objetivo.	El adversario tiene acceso a materiales nucleares u otros materiales radiactivos y experiencia en su manipulación, pero nunca ha fabricado un dispositivo completo. Por lo tanto, únicamente es probable que lleve a cabo acciones relacionadas con un dispositivo de exposición a la radiación o que causen cierta contaminación.

CUADRO 6. EJEMPLO DE CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA SEGÚN LA CAPACIDAD Y LA INTENCIÓN

Calificaciones de los componentes de la evaluación de la amenaza	Capacidad			Intención	
	Organizativa	Conocimientos técnicos especializados	Financiera/ logística	Ideología/ tendencias	Objetivo/ motivo
Muy alta					
Alta					
Media					
Baja					
Muy baja					

CUADRO 7. EJEMPLO DE CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA SEGÚN EL MATERIAL Y LA VULNERABILIDAD

Calificaciones de los componentes de la evaluación de la amenaza	Material			Vulnerabilidad en el blanco	
	Tipo de material	Adquisición	Dispositivo	Tipo de blanco	Oportunidad/ marco temporal
Muy alta					
Alta					
Media					
Baja					
Muy baja					

CUADRO 8. EJEMPLO RESUMEN DE LA CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA

Calificación global de la evaluación de la amenaza
Muy alta
Alta
Media
Baja
Muy baja

puntuación alta y el atractivo del material y el blanco obtienen una puntuación entre alta y muy alta. La metodología empleada determinará la forma de realizar esta evaluación, así como la clasificación global de la amenaza.

II.17. Se emplean evaluaciones similares para cada combinación adversario-escenario a fin de calificar los posibles actos. Estas clasificaciones respaldan estimaciones de la probabilidad relativa para las opciones evaluadas de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear en los que se utilizan materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario. Esta evaluación global se fundamentaría sobre la base de las pruebas para cada evaluación de criterio y se validaría a través del examen de expertos en la materia.

Apéndice III

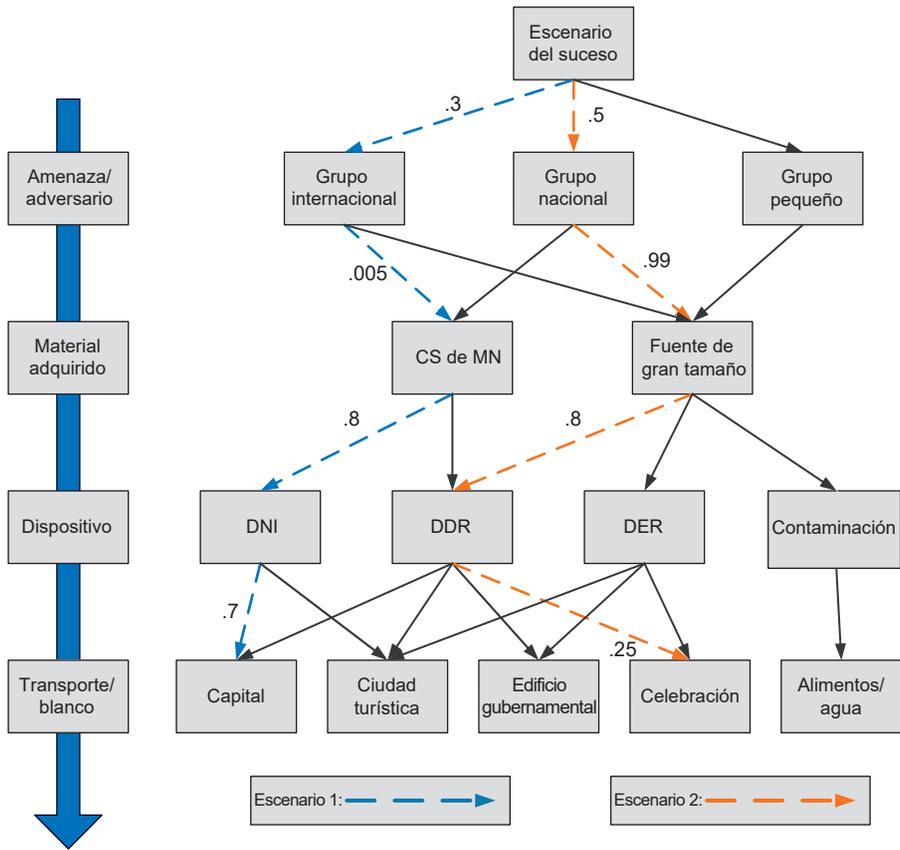
EJEMPLO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO

III.1. En el siguiente ejemplo se muestra el uso de la metodología de la evaluación probabilista del riesgo con la creación de un árbol de sucesos para el Estado ejemplo. Se estiman los valores que componen los cálculos de probabilidad para los escenarios del árbol y se presentan los resultados de los análisis de muestra. Este ejemplo se basa en el ejemplo de evaluación de la amenaza que figura en el apéndice II y utiliza sus resultados.

ESTRUCTURA DEL ESCENARIO

III.2. En la figura 8 se presentan los nodos del árbol y todas las alternativas en cada nodo. Este árbol representa un conjunto mínimo de los tipos de nodos necesarios para describir sucesos relacionados con la seguridad física nuclear con presencia de material no sometido a control reglamentario. Por razones de simplicidad se ha reducido al mínimo el número de alternativas en cada nodo. La probabilidad de cada uno de los nodos se trata como distribución de probabilidad. Como suele suceder en este tipo de árbol de sucesos, la probabilidad en algunos nodos depende de los valores en otros nodos. Por ejemplo, el nodo dispositivo depende del material adquirido. Puede ser necesario o deseable incluir dependencias adicionales en la labor de evaluación del riesgo de un Estado.

III.3. Un determinado escenario creado por el árbol de sucesos se representa mediante una vía que recorre el árbol. Por ejemplo, un escenario sería un grupo nacional que obtiene una fuente de gran tamaño y decide utilizarla como DDR para cometer un ataque en la celebración anual (escenario 2 en la figura, indicado en naranja). Si el árbol representado se amplía al máximo podría incluir hasta 120 escenarios (tres posibles adversarios \times dos tipos de material \times cuatro tipos de dispositivo \times cinco posibles blancos). Sin embargo, si se eliminan las combinaciones poco realistas (por ejemplo, una fuente de radiación gamma de gran tamaño no es adecuada para la construcción de un DNI, un DNI podría no incluirse como opción para la contaminación de alimentos y agua), el número total de escenarios con coherencia interna que quedan en el modelo de riesgo disminuye a 36. Para finalizar la evaluación del riesgo se estima la probabilidad de cada escenario y las consecuencias en caso de que lo previsto en el escenario



Nota: En el ejemplo de árbol de sucesos figuran dos tipos de material que pueden adquirirse: una fuente de gran tamaño (fuente de la categoría 1 [18]) y una cantidad significativa de material nuclear (CS de MN). DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva; DER: dispositivo de exposición a la radiación.

Fig. 8. Árbol de sucesos en el que se destacan dos escenarios a modo de ejemplo.

suceda. Las consecuencias se estimaron previamente en el apéndice II y las estimaciones pertinentes se enumeran en el cuadro 4, apéndice II. A efectos de la evaluación del riesgo, se emplea la clasificación normalizada de las consecuencias para realizar las estimaciones de las consecuencias.

ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD

III.4. Para estimar la probabilidad de los escenarios se estima la probabilidad de cada uno de los elementos del escenario (teniendo en cuenta las dependencias cuando proceda). En la figura 8 se muestran algunos ejemplos de estimaciones de probabilidad para el Estado ejemplo. Las estimaciones de la probabilidad que aparecen en la figura son probabilidades relativas para cada nivel del árbol. Dicho de otro modo, para una determinada alternativa en un nivel del árbol de sucesos, el valor de la probabilidad estima las probabilidades relativas de las alternativas en el nivel inmediatamente inferior. Este tipo de estimaciones podrían obtenerse de expertos en la materia, y en una evaluación completa de los riesgos deberían incorporarse distribuciones de incertidumbre. Es importante señalar que solo se asignan probabilidades a las ramas posibles del árbol de sucesos. En la figura 8, son suficientes 23 estimaciones para determinar las probabilidades de todos los escenarios.

EVALUACIÓN DEL RIESGO

III.5. Para evaluar el riesgo del escenario se calcula la probabilidad del escenario y se multiplica por el valor de la clasificación de las consecuencias (la clasificación normalizada de las consecuencias se enumera en el cuadro 4, apéndice II). Para este ejemplo puede utilizarse una hoja de cálculo que permita realizar automáticamente todas las expansiones y cálculos del escenario. Sin embargo, el ejemplo del cuadro 9 muestra el cálculo para los dos escenarios destacados en la figura 8.

III.6. El escenario 1 consiste en un DNI desplegado en la capital. El escenario 2 consiste en un DDR desplegado en la celebración anual. Se estima que el escenario 2 es aproximadamente 100 veces más probable que el escenario 1 (0,099 frente a 0,000 84), pero el escenario 1 tiene consecuencias casi 100 veces mayores (100 frente a 0,83). La diferencia en las probabilidades relativas se equilibra con la diferencia en las consecuencias, de forma que ambos escenarios presentan un riesgo casi similar. Por lo tanto, los valores del riesgo se utilizan para comparar escenarios y no como valor absoluto del riesgo.

III.7. En las descripciones de los escenarios 1 y 2 se ofrece información detallada sobre el cálculo de dos escenarios concretos. En la evaluación global del riesgo hay muchos más escenarios y con frecuencia no es posible examinar cada uno de ellos de forma independiente. En tal caso, los escenarios se agrupan según sus características (por ejemplo, el mismo adversario o el mismo material). Es

CUADRO 9. EJEMPLO DE LOS CÁLCULOS DE LOS RIESGOS PARA DOS ESCENARIOS

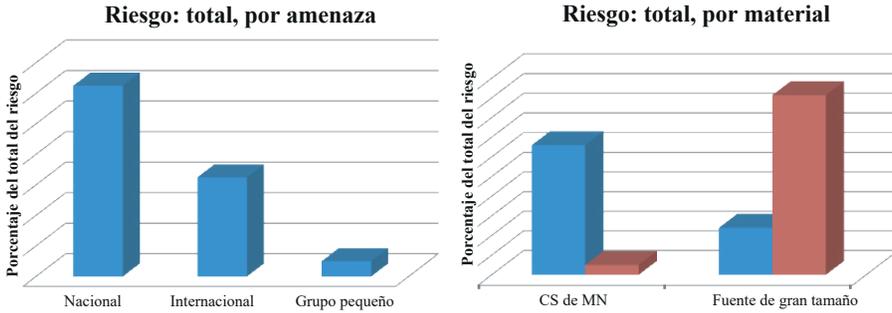
Escenario 1: Un grupo internacional obtiene una CS de MN y despliega un DNI en una capital		
Probabilidad =	$0,3 \times 0,005 \times 0,8 \times 0,7$	= 0,000 84
Riesgo del escenario ^a =	$0,000 84 \times 100$	= 0,084
Escenario 2: Un grupo nacional obtiene una fuente radiactiva de gran tamaño y despliega un DDR en la celebración		
Probabilidad =	$0,5 \times 0,99 \times 0,8 \times 0,25$	= 0,099
Riesgo del escenario =	$0,099 \times 0,83$	= 0,082

Nota: DNI: dispositivo nuclear improvisado; DDR: dispositivo de dispersión radiactiva; CS de MN: cantidad significativa de material nuclear.

^a Riesgo del escenario = Probabilidad \times clasificación normalizada de las consecuencias. Véase el cuadro 4, apéndice II.

posible elaborar representaciones útiles del riesgo tomando un aspecto particular del riesgo (por ejemplo, el adversario o el blanco) y examinando la suma del riesgo en todos los escenarios asociados con ese blanco o grupo de amenaza. Para este ejemplo se muestran dos de esas representaciones en la figura 9. Conviene señalar que en este ejemplo, el escenario del DNI y el del DDR presentan riesgos casi similares, pero si se examinan todos los escenarios, el riesgo del DNI es mucho mayor que el del DDR.

III.8. La figura a la izquierda muestra el riesgo asociado a los siguientes grupos de adversarios: nacional, internacional y pequeño. En este caso, el grupo nacional representa el mayor riesgo y el grupo pequeño, el menor riesgo. La figura a la derecha muestra la diferencia entre el riesgo y la probabilidad de los dos tipos de material en la evaluación del riesgo. Las barras azules de cada par representan el riesgo. En el diagrama, las CS de MN representan mayor riesgo. Las barras marrones de cada par representan la probabilidad de los escenarios en los que se utiliza ese material. La fuente de gran tamaño es, por lejos, la que se asocia a una mayor probabilidad. La diferencia entre el riesgo y la probabilidad queda reflejada en las consecuencias. Las fuentes de gran tamaño pueden utilizarse en otros dispositivos, pero los DNI deben contener material nuclear. No obstante,



Nota: Las barras azules representan el riesgo. Las barras marrones representan la probabilidad de los escenarios en que se hace uso de ese material. CS de MN: cantidad significativa de material nuclear.

Fig. 9. Dos ejemplos de representación del riesgo.

los DNI pueden llegar a tener consecuencias mucho más graves (de acuerdo con esta evaluación del ejemplo hipotético), por lo que la diferencia en las consecuencias supera la diferencia en la probabilidad. Una parte importante de la evaluación del riesgo radica en comprender esta interacción entre probabilidad, consecuencias y riesgo.

III.9. Otro factor clave para comprender el riesgo consiste en mostrar la incertidumbre en las estimaciones. En la figura 10 se muestra un ejemplo de incertidumbre en un gráfico del riesgo en posibles ubicaciones de blancos. Además del riesgo medio (representado por la barra para cada uno de los blancos), en el gráfico se marca con una línea la incertidumbre en la estimación del riesgo para cada blanco. Los extremos superior e inferior de la línea en cada blanco representan los percentiles 95° y 5° de la distribución de la incertidumbre, respectivamente, y normalmente se calculan a partir de las distribuciones de la probabilidad incierta, utilizando técnicas de Montecarlo. En este gráfico, el analista puede determinar las distinciones importantes en el riesgo. Por ejemplo, está claro que la capital representa un riesgo mayor que cualquier otro blanco; no obstante, la ciudad turística y la celebración anual presentan solapamientos en las distribuciones de la incertidumbre.

III.10. Por lo tanto, es fundamental en una evaluación del riesgo comprender cómo la incertidumbre influye en los resultados. En algunas evaluaciones en las que existen grandes incertidumbres puede ser difícil distinguir de forma fiable entre riesgos con valores medios más altos y más bajos. En muchos casos, solo podrían distinguirse claramente los valores atípicos (los riesgos más altos y más

Riesgo: total, por blanco

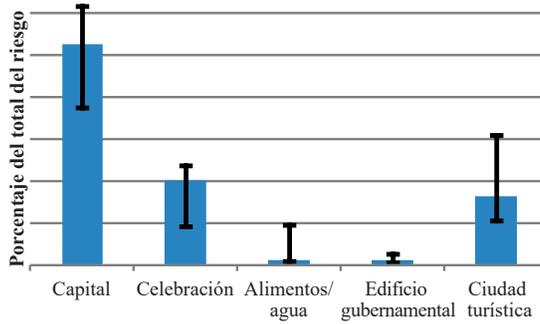


Fig. 10. Ejemplo de conspiración que comporta riesgo, incluidas bandas que generan incertidumbre.

bajos), mientras que en el intervalo habría muchos riesgos de magnitud similar. Si se utilizan únicamente los valores medios del riesgo, la evaluación del riesgo tiende a parecer más precisa de lo que se justifica y, por lo tanto, podría inducir a error. Estos gráficos pueden ayudar al analista de riesgos a realizar la evaluación del riesgo y comunicar el riesgo a los encargados de adoptar decisiones.

Apéndice IV

EJEMPLO DE ENFOQUE BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS

IV.1. El siguiente ejemplo demuestra el uso de los resultados de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo en el marco de un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos haciendo uso de sus aportaciones y sus productos (descritos, respectivamente, en los apéndices II y III). El presente apéndice se centra en la segunda mitad del ciclo del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos: el análisis y la elección de alternativas, la aplicación de los sistemas y medidas seleccionados y una gestión permanente del programa que incluya actualizaciones de las evaluaciones de la amenaza y las evaluaciones de la eficacia de los sistemas y medidas de seguridad física nuclear aplicados.

DETERMINACIÓN, ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES Y APLICACIÓN

IV.2. Al término de la evaluación del riesgo descrita en el apéndice III, las autoridades competentes pertinentes (la autoridad competente encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo y las autoridades competentes encargadas de la seguridad física en los diversos blancos) determinan posibles sistemas y medidas cuya aplicación puede reducir el riesgo de que se produzca un acto con consecuencias para la seguridad física nuclear. En algunos casos solo podrá evaluarse una medida; en otros, podrán evaluarse múltiples medidas alternativas. En el cuadro 10 se enumeran los posibles sistemas y medidas que han de evaluarse. Para cada sistema o medida, las autoridades competentes estiman la reducción de las probabilidades del suceso relacionado con la seguridad física nuclear que se espera obtener mediante el sistema o medida, así como los costos de aplicación correspondientes.

IV.3. Estos sistemas y medidas se evalúan de forma individual y en combinación para determinar el grado de reducción de los riesgos para cada nivel de gasto. En la figura 11 puede consultarse un gráfico de este análisis costo-beneficio (en el que el beneficio se define como reducción de los riesgos). Cada punto representa una opción de seguridad (es decir, un posible conjunto de sistemas y medidas) en cada una de las ubicaciones de blancos indicadas en el cuadro 10. Los recuadros representan el conjunto de opciones seleccionadas que pueden aplicarse una a una para mejorar la seguridad física de manera óptima. Las opciones de seguridad

CUADRO 10. POSIBLES SISTEMAS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR PARA EL ESTADO EJEMPLO

Ubicación del blanco	Opción de sistemas o medidas	Descripción
Capital	Base de referencia	Capacidad actual existente en la capital.
	Policía añadida	Aumentar el número de agentes de policía que patrullan la capital.
	Sensores añadidos	Comprar y desplegar detectores de radiación por toda la capital.
Ciudad turística	Base de referencia	Capacidad actual existente en la ciudad turística.
	Procedimientos mejorados	Crear actividades de capacitación y ofrecer capacidad de apoyo a los agentes de policía de la ciudad turística para el reconocimiento y la detección de amenazas para la seguridad física nuclear.
Edificio gubernamental	Base de referencia	Capacidad actual existente en los edificios gubernamentales.
	Protección física añadida	Mejorar las barreras físicas (cerraduras, sistemas de acceso, puertas y ventanas y barreras de hormigón) que protegen los edificios.
	Sistema de seguridad	Instalar un sistema de seguridad con alarmas en las puertas y ventanas, algunos detectores de radiación y videomonitores.
Celebración de un día nacional	Base de referencia	Capacidad actual existente para proteger la celebración.
	Seguridad del perímetro	Mejorar la seguridad del perímetro en la celebración estableciendo barreras y velando por que se acceda a la zona por puntos de estrechamiento bien definidos donde pueda llevarse a cabo la labor de detección.
	Procedimientos mejorados	Preparar sesiones de sensibilización y ofrecer a los agentes de policía capacidad de apoyo a distancia para el reconocimiento y la detección de amenazas para la seguridad física nuclear.

CUADRO 10. POSIBLES SISTEMAS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR PARA EL ESTADO EJEMPLO (cont.)

Ubicación del blanco	Opción de sistemas o medidas	Descripción
Celebración de un día nacional	Aumento de las patrullas	Aumentar el número de patrullas de personal de seguridad durante la celebración y reducir su previsibilidad.
Alimentos y agua	Base de referencia	Capacidad actual existente en las plantas de procesamiento de alimentos y los sistemas de suministro de agua.
	Aumento de la vigilancia	Vigilar determinadas muestras de alimentos y agua.

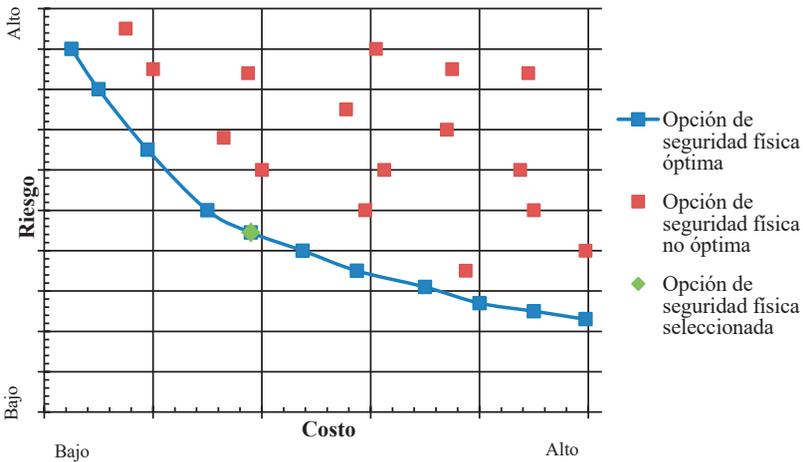


Fig. 11. Gráfico del análisis costo-beneficio en el que figuran las opciones de seguridad física y la opción seleccionada.

que ofrecen el menor riesgo por costo unitario aparecen en la línea azul (que representa la categoría “opción de seguridad física óptima”).

IV.4. En vista de que el Estado ejemplo puede constatar que la reducción de los riesgos decrece considerablemente tras la ejecución de los cuatro primeros

programas, las autoridades competentes convendrán en aplicar la selección óptima en ese punto del diagrama (calificado de opción elegida). La opción consiste en las siguientes mejoras: refuerzo policial en la capital, mejoras de los procedimientos en la ciudad turística y establecimiento de un perímetro de seguridad en torno al lugar de la celebración anual. Cabe señalar que, además de la reducción de los riesgos, otros factores pueden afectar a la decisión. Sin embargo, a efectos de este ejemplo sencillo, en la selección solo se tiene en cuenta la reducción de los riesgos.

GESTIÓN DE LOS RIESGOS

IV.5. El Estado ejemplo aplica los cuatro conjuntos de sistemas y medidas de la opción elegida partiendo de las mejores prácticas de gestión de programas y despliegue de sistemas. En el marco del enfoque de gestión, la capacidad del perímetro de la celebración anual se ejercita en un evento público semejante pero de proporciones muy inferiores, y los procesos se modifican en función de los problemas y las preocupaciones resultantes del ejercicio. El perímetro y los procesos modificados se despliegan en la celebración anual. Se contrata y capacita a fuerzas policiales adicionales para la capital. Aunque es imposible medir directamente el rendimiento potencial de los nuevos activos en relación con los posibles actos con consecuencias para la seguridad física nuclear (debido a su escasez), se mide la disminución de la delincuencia, que se usa como indicador del incremento de la capacidad para impedir actos que tengan ese tipo de consecuencias. Además, se crea un simulacro de dispositivo que se utiliza en un ejercicio no anunciado para poner a prueba el grado de sensibilización de las autoridades de hacer cumplir la ley y evaluar su capacidad de detectar e interceptar un posible acto. Por último, se elaboran nuevos procedimientos para la ciudad turística y, tras su aplicación, se evalúan los efectos en los turistas y los residentes locales.

IV.6. La autoridad competente encargada de las evaluaciones de la amenaza y del riesgo se mantiene al tanto de la posible presencia de materiales no sometidos a control reglamentario vigilando la actividad que tenga lugar en el Estado ejemplo, así como los informes a la ITDB y las alertas de INTERPOL. La evaluación de la amenaza se actualiza periódicamente con nueva información sobre las intenciones y capacidades de los distintos adversarios. Cuando se actualiza la evaluación de la amenaza también se actualiza la evaluación del riesgo. La evaluación actualizada del riesgo se comunica en el ámbito del Gobierno del Estado ejemplo a través de la autoridad competente en función de las necesidades. En consonancia con los ciclos de presupuestación y compras, el proceso completo de gestión del riesgo

se ejerce a medida que el Estado ejemplo mejora iterativamente su capacidad de hacer frente a actos con consecuencias para la seguridad física nuclear derivadas de materiales no sometidos a control reglamentario.

REFERENCIAS

- [1] *Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares*, INFCIRC/274/Rev.1, OIEA, Viena, 1980.
- [2] *Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear*, resolución A/59/290, Naciones Unidas, Nueva York, 2005.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] INSTITUTO INTERREGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA INVESTIGACIONES SOBRE LA DELINCUENCIA Y LA JUSTICIA, OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL, 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.
- [7] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, *Gestión del riesgo: principios y directrices*, ISO 31000:2009, ISO, Ginebra, 2009.
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat*, IAEA Nuclear Security Series No. 10, IAEA, Vienna (2009).
- [9] EUROPEAN POLICE OFFICE, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION, WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, *Combating Illicit Trafficking in Nuclear and other Radioactive Material*, IAEA Nuclear Security Series No. 6, IAEA, Vienna (2007).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Cultura de la seguridad física nuclear*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 7, OIEA, Viena, 2017.
- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Sistemas y medidas de seguridad física nuclear para la detección de material nuclear y otro material radiactivo no sometido a control reglamentario*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 21, OIEA, Viena, 2020.

- [12] INSTITUTO INTERREGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA INVESTIGACIONES SOBRE LA DELINCUENCIA Y LA JUSTICIA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL-INTERPOL, *Gestión de la escena de un delito radiológico, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 22-G, OIEA, Viena, 2019.
- [13] STOIBER, C., CHERF, A., TONHAUSER, W., VEZ CARMONA, M., *Manual de derecho nuclear: Legislación de aplicación*, OIEA, Viena, 2012.
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Incident and Trafficking Database (ITDB): Incidents of nuclear and other radioactive material out of regulatory control, 2014 Fact Sheet (2014), <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/itdb-fact-sheet.pdf>.
- [15] INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION—INTERPOL, Guidelines on Criminal Intelligence Analysis, Version 4 (LEJEUNE, P., MASON-PONTING, J., Eds), Criminal Analysis Sub-Directorate, INTERPOL General Secretariat, Lyon (2002).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SSG-3, IAEA, Vienna (2010).
- [17] KEENEY, R.L., VON WINTERFELDT, D., Eliciting probabilities from experts in complex technical problems, *IEEE Trans. Eng. Manage.* 38 (3) (1991) 191–201.
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de las fuentes radiactivas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° RS-G-1.9, OIEA, Viena, 2009.
- [19] LAW, A., *Simulation Modeling and Analysis*, 4th edn, McGraw-Hill, New York (2006).
- [20] METROPOLIS, N., ULAM, S., The Monte Carlo Method, *J. Am. Stat. Assoc.* 44 (247) (1949) 335–341.

GLOSARIO

actividad conexas (*associated activity*). Posesión, producción, procesamiento, utilización, manipulación, almacenamiento, disposición final o transporte de material nuclear u otro material radiactivo.

amenaza para la seguridad física nuclear (*nuclear security threat*). Persona o grupo de personas con motivación, intenciones y capacidades para la comisión de actos delictivos o actos no autorizados deliberados, ya se trate de actos relacionados con material nuclear u otro material radiactivo o con instalaciones o actividades conexas, o dirigidos contra ellos, o de otros actos que el Estado ha determinado que tienen efectos negativos en la seguridad física nuclear.

autoridad competente (*competent authority*). Organización o institución gubernamental designada por un Estado para que ejerza una o más funciones relacionadas con la seguridad física nuclear. Las autoridades competentes pueden ser órganos reguladores, organismos encargados de la aplicación de la ley, organismos de control aduanero y fronterizo, servicios de inteligencia y seguridad y organismos de salud.

autorización (*authorization*). Concesión, por parte de una autoridad competente, de permiso por escrito para la explotación de una instalación conexas o para la realización de una actividad conexas, o documento por el que se otorga ese permiso.

control reglamentario (*regulatory control*). Cualquier forma de control institucional aplicado a material nuclear u otro material radiactivo, instalaciones conexas o actividades conexas por cualquier autoridad competente según lo requerido en las disposiciones legislativas y reglamentarias relacionadas con la seguridad tecnológica, la seguridad física o las salvaguardias. La expresión “no sometido a control reglamentario” se utiliza para describir una situación en la que hay presencia de material nuclear u otro material radiactivo en cantidad suficiente para que debiera estar sometido a control reglamentario pero no lo está, ya sea porque por una u otra razón los controles han fallado, o porque nunca existieron.

dispositivo de dispersión radiactiva (DDR) (*radiological dispersal device (RDD)*). Dispositivo que sirve para dispersar material radiactivo mediante explosivos convencionales o por otros medios.

dispositivo de exposición a la radiación (DER) (*radiation exposure device (RED)*). Dispositivo que contiene material radiactivo y que está concebido para exponer deliberadamente a la radiación a personas del público.

dispositivo nuclear improvisado (DNI) (*improvised nuclear device (IND)*). Dispositivo que contiene material radiactivo diseñado para producir una reacción nuclear de potencia. Tales dispositivos pueden fabricarse de forma totalmente improvisada o pueden ser una modificación improvisada de un arma nuclear.

enfoque graduado (*graded approach*). Aplicación de medidas de seguridad física nuclear proporcionales a las posibles consecuencias de actos delictivos o actos no autorizados intencionales, ya se trate de actos relacionados con material nuclear u otro material radiactivo o con instalaciones o actividades conexas, o dirigidos contra ellos, o de otros actos que el Estado ha determinado que tienen efectos negativos en la seguridad física nuclear.

evaluación de la amenaza (*threat assessment*). Análisis de las amenazas —basado en información disponible de los servicios de inteligencia y los cuerpos del orden, así como de fuentes de libre acceso— en el que se describen la motivación, las intenciones y las capacidades de esas amenazas.

evaluación de la vulnerabilidad (*vulnerability assessment*). Proceso de evaluación y documentación de las características y la eficacia del sistema general de seguridad física en un objetivo determinado.

evaluación del riesgo (*risk assessment*). Proceso general por el que se identifica, estima, analiza y evalúa sistemáticamente el riesgo con el fin de determinar prioridades, desarrollar o comparar líneas de acción y orientar la adopción de decisiones.

instalación conexas (*associated facility*). Instalación (incluidos los edificios y el equipo relacionados con ella) en la que se produce, procesa, utiliza, manipula o almacena material nuclear u otro material radiactivo o en la que se realiza su disposición final, y para la que se requiere una autorización.

lugar estratégico (*strategic location*). Lugar de gran interés para la seguridad física del Estado que podría ser objetivo de ataques terroristas con material nuclear u otro material radiactivo, o lugar donde se encuentran el material nuclear u otro material radiactivo no sometido a control reglamentario.

material nuclear (*nuclear material*). Todos los materiales básicos o los materiales fisionables especiales, según se definen en el artículo XX del Estatuto del OIEA.

material radiactivo (*radioactive material*). Material que, según lo establecido en la legislación o los reglamentos nacionales o por un órgano regulador, está sometido a control reglamentario debido a su radiactividad. En ausencia de tal designación por un Estado, se entiende por material radiactivo todo material para el que se requiera protección de acuerdo con la versión vigente de las Normas básicas internacionales de seguridad¹.

medidas de seguridad física nuclear (*nuclear security measures*). Medidas que tienen por fin impedir que una amenaza para la seguridad física nuclear culmine en actos delictivos o actos intencionales no autorizados que estén relacionados con material nuclear, otro material radiactivo, instalaciones conexas o actividades conexas, o que se dirijan contra ellos, o detectar sucesos relacionados con la seguridad física nuclear o responder a ellos.

no sometido a control reglamentario (*out of regulatory control*). Véase control reglamentario.

otro material radiactivo (*other radioactive material*). Cualquier material radiactivo que no es material nuclear.

riesgo (*risk*). Posibilidad de que un suceso relacionado con la seguridad física nuclear dé lugar a un resultado no deseado, determinado por su probabilidad y las consecuencias conexas.

sistema de seguridad física nuclear (*nuclear security system*). Conjunto integrado de medidas de seguridad física nuclear.

¹ AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMISIÓN EUROPEA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3*, OIEA, Viena, 2016.

suceso relacionado con la seguridad física nuclear (*nuclear security event*).

Suceso que tiene o puede tener repercusiones para la seguridad física nuclear que es preciso afrontar.

vulnerabilidad (*vulnerability*). Característica física o atributo operacional que deja a una entidad, activo, sistema, red, instalación, actividad o zona geográfica en situación de exposición a la explotación o de susceptibilidad a una amenaza determinada.



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 Viena, Austria

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

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: <https://www.iaea.org/es/publicaciones>

Se ha reconocido que la amenaza de terrorismo nuclear es motivo de preocupación para todos los Estados, y el riesgo de un posible uso de materiales nucleares u otros materiales radiactivos en un acto delictivo plantea una amenaza grave a la seguridad nacional e internacional que puede tener graves consecuencias para la población, los bienes y el medio ambiente. En la presente guía de aplicación se describen los conceptos y metodologías del enfoque basado en el conocimiento de los riesgos para planificar, diseñar y aplicar medidas de seguridad física nuclear en relación con los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario.