



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

COLECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA

N° 46-T

Seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte

ORIENTACIONES TÉCNICAS

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.

SEGURIDAD FÍSICA DE LOS MATERIALES NUCLEARES
Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS
DURANTE EL TRANSPORTE

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

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

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 46-T

SEGURIDAD FÍSICA DE LOS
MATERIALES NUCLEARES
Y OTROS MATERIALES
RADIATIVOS
DURANTE EL TRANSPORTE
ORIENTACIONES TÉCNICAS

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2025

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas conforme a lo dispuesto en la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Ginebra) y revisada en 1971 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor para incluir la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Podría ser necesaria una autorización para utilizar textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, en formato impreso o electrónico. Para obtener más detalles a ese respecto, sírvase consultar la siguiente dirección: www.iaea.org/es/publicaciones/derechos-y-permisos. Las solicitudes de información pueden dirigirse a:

Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena, Austria
Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530
Correo electrónico: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/es/publicaciones

© OIEA, 2025

Impreso por el OIEA en Austria
agosto de 2025
STI/PUB/2090

<https://doi.org/10.61092/iaea.dljj-clri>

SEGURIDAD FÍSICA DE LOS MATERIALES NUCLEARES
Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS DURANTE EL
TRANSPORTE

OIEA, VIENA, 2025
STI/PUB/2090

ISBN 978-92-0-339224-2 (papel) | 978-92-0-339324-9 (PDF) | 978-
92-0-339424-6 (epub)
ISSN 2521-1803

PRÓLOGO

Rafael Mariano Grossi
Director General

La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* proporciona orientaciones consensuadas a nivel internacional sobre todos los aspectos de la seguridad física nuclear, con el objetivo de apoyar a los Estados en su esfuerzo por cumplir las responsabilidades que les incumben en la materia. El OIEA establece y mantiene actualizadas estas orientaciones como parte de su función central de apoyo y coordinación en la esfera de la seguridad física nuclear a escala internacional.

La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* inició su andadura en 2006 y el OIEA la actualiza constantemente en colaboración con especialistas de los Estados Miembros. Como Director General, me mueve el afán de lograr que el OIEA mantenga y vaya perfeccionando este conjunto integrado, amplio y coherente de publicaciones de orientaciones sobre seguridad física de gran calidad, actualizadas, fáciles de usar y adaptadas a su propósito. La correcta aplicación de estas orientaciones en el uso de la ciencia y la tecnología nucleares debería traducirse en un elevado nivel de seguridad física nuclear e infundir la confianza necesaria para posibilitar el uso continuo de la tecnología nuclear en beneficio de todos.

La seguridad física nuclear es una responsabilidad de cada país. La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* viene a complementar los instrumentos jurídicos internacionales en la materia y sirve de referencia mundial para ayudar a las partes a cumplir sus obligaciones. Si bien las orientaciones sobre seguridad física no son jurídicamente vinculantes para los Estados Miembros, sí son aplicadas ampliamente. Se han convertido en referencia indispensable y denominador común para la inmensa mayoría de los Estados Miembros, que las han adoptado para utilizarlas en la reglamentación nacional con objeto de mejorar la seguridad física nuclear en la generación de energía nucleoelectrónica, los reactores de investigación y las instalaciones del ciclo del combustible, así como en las aplicaciones nucleares en los ámbitos de la medicina, la industria, la agricultura o la investigación.

Las orientaciones que figuran en la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* están basadas en la experiencia práctica de sus Estados Miembros y son fruto de un consenso internacional. La participación de los miembros del Comité de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear y de otras personas es especialmente importante. Deseo expresar mi gratitud a cuantos aportan a esta labor sus conocimientos y su experiencia.

El OIEA también utiliza las orientaciones contenidas en la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* cuando presta asistencia a los Estados Miembros con sus misiones de examen y servicios de asesoramiento. Ello ayuda a los Estados Miembros a aplicar estas orientaciones y posibilita el intercambio de interesantes experiencias y conocimientos. Las observaciones recibidas sobre estas misiones y servicios, así como las enseñanzas extraídas de los eventos y la experiencia en el uso y la aplicación de las orientaciones sobre seguridad física, son tenidas en cuenta durante su revisión periódica.

Estoy convencido de que las orientaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* y su aplicación práctica son una aportación inestimable para garantizar un elevado nivel de seguridad física nuclear en el uso de la tecnología nuclear. Animo a todos los Estados Miembros a que promuevan y apliquen estas orientaciones y colaboren con el OIEA para mantener su calidad en el presente y en el futuro.

NOTA EDITORIAL

Las orientaciones publicadas en la Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA no son vinculantes para los Estados, pero estos pueden ayudarse de ellas para cumplir las obligaciones que les incumben en virtud de instrumentos jurídicos internacionales y para asumir sus responsabilidades en materia de seguridad física nuclear dentro de su territorio.

Las orientaciones en las que se usan formas verbales condicionales tienen por fin presentar buenas prácticas internacionales y señalar la existencia de 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 vengan definidos en la publicación en que aparecen o en las orientaciones más generales que esa publicación 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, que se utilizan para dar ejemplos prácticos o facilitar información o explicaciones adicionales, no son parte integrante del texto principal.

Aunque se ha extremado el cuidado para 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 denominaciones particulares de países o territorios no implica juicio alguno por parte de la entidad editora, que es el OIEA, sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones ni el trazado de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos específicos (se indique o no que son denominaciones registradas) no implica ninguna intención de infringir los derechos de propiedad ni debe interpretarse como un respaldo o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.8)	1
	Objetivo (1.9, 1.10)	3
	Alcance (1.11–1.15)	3
	Estructura (1.16)	4
2.	CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES NUCLEARES Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS Y ASIGNACIÓN DE NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE (2.1–2.6)	4
3.	ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE REGLAMENTOS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE (3.1)	11
	Elaboración de un reglamento de seguridad física del transporte (3.2–3.14)	11
	Supervisión reglamentaria de la seguridad física del transporte (3.15–3.28)	15
4.	DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE (4.1–4.5)	18
	Fase 1. Determinación de las especificaciones del sistema de seguridad física del transporte (4.6–4.8)	21
	Fase 2. Diseño del sistema de seguridad física del transporte (4.9–4.14)	21
	Fase 3. Evaluación de la eficacia del sistema de seguridad física del transporte (4.15–4.25)	23
5.	APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE (5.1–5.7)	26
	Medidas de seguridad física del transporte relacionadas con el medio de transporte (5.8–5.54)	29
	Medidas de seguridad física del transporte relacionadas con la escolta del envío (5.55–5.62)	40

Medidas de seguridad física del transporte relacionadas con el centro de control del transporte (5.63–5.71)	43
Comunicación en los sistemas de seguridad física del transporte (5.72–5.79)	45
Capacitación y cualificación del personal de seguridad física del transporte (5.80–5.88)	47
6. ELABORACIÓN, APROBACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE (6.1, 6.2)	49
Elaboración de un plan de seguridad física del transporte (6.3–6.30) .	50
Aprobación por la autoridad competente del plan de seguridad física del transporte (6.31, 6.32)	58
Evaluación del plan de seguridad física del transporte (6.33–6.38) . . .	58
7. MANTENIMIENTO DE LA SEGURIDAD FÍSICA DURANTE EL TRANSPORTE (7.1–7.3)	60
Cumplimiento de instrumentos jurídicos y recomendaciones internacionales en materia de seguridad física del transporte (7.4–7.17)	61
Gestión de la interfaz entre seguridad tecnológica y seguridad física durante el transporte (7.18–7.33).	65
REFERENCIAS	71

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* consta de diversas guías destinadas a ayudar a los Estados a aplicar y examinar sus regímenes nacionales de seguridad física nuclear y a reforzarlos cuando sea preciso. La colección también ayuda a los Estados orientándolos para que cumplan las obligaciones y compromisos que les incumben en virtud de instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes aprobados bajo los auspicios del OIEA u otras organizaciones.

1.2. En la publicación N° 13 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares* (INFCIRC/225/Rev.5) [1], se formulan recomendaciones sobre la protección física de los materiales nucleares durante su uso, almacenamiento y transporte. En la publicación N° 26-G de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Seguridad física de los materiales nucleares durante el transporte* [2], se proporcionan detalladas indicaciones sobre la aplicación de esas recomendaciones, con el fin de ayudar a las autoridades competentes de los Estados y a remitentes o transportistas¹ a cumplir sus responsabilidades con respecto a la protección física de los materiales nucleares durante su transporte.

1.3. La publicación N° 14 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas* [3], contiene recomendaciones referidas a la seguridad física de los materiales radiactivos durante su ciclo de vida, lo que incluye su transporte. En la publicación N° 9-G (Rev. 1) de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *La seguridad física de los materiales radiactivos durante su transporte* [4], se proporcionan orientaciones para establecer niveles de seguridad física en el transporte de materiales radiactivos y para instituir medidas de seguridad física contra la retirada no autorizada o el sabotaje de dichos materiales durante el transporte.

¹ En la presente publicación, la expresión “remitente o transportista” designa la entidad que tiene atribuida cualquier responsabilidad específica de protección física relacionada con el transporte.

1.4. También es importante para la presente publicación la versión revisada de las Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas [5] (conocidas también como Reglamentación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas), publicadas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa para ayudar a los Estados a elaborar requisitos de seguridad física aplicables al transporte de toda mercancía peligrosa.²

1.5. Otros organismos y programas especializados de las Naciones Unidas han adoptado medidas destinadas a promover un mayor nivel de seguridad física cuando se emplee uno u otro modo específico de transporte de mercancías peligrosas. La Organización Marítima Internacional, la Organización de Aviación Civil Internacional, la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa y la Organización Intergubernamental para los Transportes Internacionales por Ferrocarril han modificado sus correspondientes instrumentos internacionales [6 a 10] para recoger en ellos las disposiciones de la Reglamentación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas [5] en materia de seguridad física.

1.6. La Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares [11] y su Enmienda [12] establecen un marco internacional destinado a garantizar la protección física de los materiales nucleares utilizados con fines pacíficos, también durante su transporte internacional. Con ciertas excepciones, la Convención y su Enmienda se aplican también a los materiales nucleares cuando son utilizados, almacenados o transportados dentro de las fronteras nacionales.

1.7. En la publicación N° SSR-6 (Rev. 1) de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos — Edición de 2018* [13], se establecen requisitos relativos al transporte seguro de materiales radiactivos, mientras que en la publicación N° GSR Part 3 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad* [14], se fijan requisitos generales en materia de seguridad radiológica.

1.8. En la referencia [15] se proporciona información práctica sobre la interfaz entre la seguridad tecnológica nuclear y la seguridad física nuclear.

² Las disposiciones referidas al transporte de materiales radiactivos figuran en los capítulos 1.4, 1.5 y 7.2 de la Reglamentación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas [5].

OBJETIVO

1.9. La presente publicación tiene por finalidad ofrecer a los Estados y sus autoridades competentes detalladas indicaciones sobre la manera de implantar y mantener un régimen de seguridad física nuclear que se aplique al transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos. Esta publicación también puede ser de utilidad a entidades operadoras, remitentes o transportistas y demás entidades con alguna responsabilidad en la materia a la hora de diseñar sus sistemas de seguridad física del transporte.

1.10. En la presente publicación se aprovechan las recomendaciones aplicables contenidas en las referencias [1 y 3] y se explica más en detalle cómo ponerlas en práctica. Esta publicación viene también a complementar las orientaciones que figuran en las referencias [2 y 4].

ALCANCE

1.11. La presente publicación gira en torno a la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte. En ella, por lo tanto, se ofrecen indicaciones para proteger dichos materiales de toda retirada no autorizada o todo acto de sabotaje durante el transporte.

1.12. En la presente publicación no se abordan las medidas de seguridad física nuclear destinadas específicamente a localizar y ayudar a recuperar materiales nucleares y otros materiales radiactivos perdidos, extraviados o robados. Sobre este tema hay detalladas indicaciones en la publicación N° 15 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario* [16]. En esta publicación no se consideran tampoco las disposiciones de emergencia que tienen que ver con la respuesta a una emergencia nuclear o radiológica relacionada con dichos materiales, pues tales disposiciones están tratadas en las referencias [14 y 17 a 22].

1.13. En la presente publicación se aborda la interfaz entre la seguridad tecnológica nuclear y la seguridad física nuclear durante el transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la publicación SSR-6 (Rev. 1) [13] y demás reglamentos, normas, códigos y guías elaborados con fines de seguridad.

1.14. Aunque la presente publicación contiene detalladas indicaciones sobre medidas referidas específicamente al transporte en relación con la protección de la información ligada a la seguridad física, así como sobre medidas de seguridad informática, también cabe encontrar indicaciones más generales sobre estos temas en la publicación N° 23-G de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Seguridad física de la información nuclear* [23], y en la publicación N° 42-G de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Seguridad informática al servicio de la seguridad física nuclear* [24].

1.15. Las orientaciones contenidas en esta publicación guardan coherencia con la Reglamentación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas [5], y algunas medidas específicas de seguridad física vienen a complementar las que figuran en dicha reglamentación.

ESTRUCTURA

1.16. En la sección 2 se presenta a grandes líneas la clasificación de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos desde el punto de vista de la seguridad física nuclear. La sección 3 contiene orientaciones sobre las responsabilidades que incumben al Estado a la hora de establecer un régimen regulador de seguridad física del transporte. La sección 4 gira en torno al diseño y la evaluación de un sistema de seguridad física nuclear que se aplique al transporte de dichos materiales. La sección 5 trata de la aplicación de medidas de seguridad física del transporte y en la sección 6 se resume el proceso de elaboración, aprobación y evaluación de un plan de seguridad física del transporte. Por último, en la sección 7 se proporcionan indicaciones sobre el mantenimiento de la seguridad física durante el transporte, teniendo también en cuenta la interfaz entre seguridad tecnológica y seguridad física.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES NUCLEARES Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS Y ASIGNACIÓN DE NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE

2.1. Para garantizar la aplicación de un enfoque graduado respecto de la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte, es importante emplear un sistema de clasificación. En esta sección

se presentan los sistemas más utilizados para clasificar los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte, así como la finalidad principal para la cual están concebidos, los aspectos técnicos en que reposa su utilización y la forma en que se aplican. En el cuadro 1 están resumidos estos sistemas de clasificación. En las referencias [1, 4, 5, 13, 15 y 25] cabe encontrar más explicaciones sobre cada sistema.

2.2. Las referencias [1 y 2] contienen recomendaciones y orientaciones sobre las medidas de seguridad física del transporte que se aplican específicamente a cada categoría de material nuclear, conforme a la clasificación de los materiales nucleares presentada en la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares [11]. Concretamente, en el párrafo 4.5 de la referencia [1] se señala lo siguiente:

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

2.3. Las recomendaciones y orientaciones que figuran en las referencias [3 y 4] sobre la seguridad física del transporte de materiales radiactivos son coherentes con la Reglamentación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas [5] (es decir, materiales radiactivos de clase 7). En esta reglamentación se utiliza un umbral para distinguir entre los bultos de material radiactivo de alto riesgo y los demás bultos de material radiactivo y se proponen requisitos de seguridad física aplicables a las mercancías peligrosas, sea cual sea el modo de transporte, de la manera siguiente:

- a) disposiciones generales aplicables a la seguridad física de mercancías peligrosas, incluidas las mercancías peligrosas de clase 7, y
- b) disposiciones de seguridad física aplicables específicamente a mercancías peligrosas de alto riesgo, incluidos materiales radiactivos de alto riesgo.

CUADRO 1. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE

Clasificación del material y/o asignación de niveles de seguridad física en el transporte	Finalidad	Fundamento técnico	Aplicación a las operaciones de transporte
<p>Materiales nucleares: materiales nucleares de categoría I, II y III Véanse las refs. [1, 11 y 12]</p>	<p>Asignar niveles de protección física para proteger los materiales nucleares de toda retirada no autorizada (véanse los párrs. 4.2 y 4.4 de la ref. [1])</p>	<p>Posibilidad de que el material sea utilizado en un dispositivo nuclear explosivo, en función del elemento (p. ej., uranio o plutonio), el radionucleido, la cantidad, el nivel de enriquecimiento en ^{235}U y el nivel de radiación (si procede) de que se trate</p>	<p>Aplicación directa</p>
<p>Materiales radiactivos: nivel de seguridad física básica en el transporte y nivel de seguridad física reforzada en el transporte; prácticas de gestión prudente y medidas adicionales de seguridad física Véase la ref. [4]</p>	<p>Definir niveles de seguridad física del transporte y especificar las medidas de seguridad física que hay que aplicar a los materiales radiactivos en cada nivel de seguridad física del transporte</p>	<p>Las medidas de seguridad física que se apliquen durante el transporte deberían seguir un enfoque graduado, de tal modo que su profundidad y rigor varíen de forma proporcional a la amenaza y las posibles consecuencias radiológicas de un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado relacionado con materiales radiactivos (véase el apéndice I de la ref. [4])</p>	<p>Aplicación directa</p>

CUADRO 1. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE (cont.)

Clasificación del material y/o asignación de niveles de seguridad física en el transporte	Finalidad	Fundamento técnico	Aplicación a las operaciones de transporte
Fuentes radiactivas: fuentes radiactivas de categoría 1, 2, 3, 4 y 5; valores D Véanse las refs. [4, 25 y 26]	Proporcionar un sistema sencillo y lógico para clasificar las fuentes radiactivas en función de su potencial para causar daño a la salud de los seres humanos (véase el párr. 1.8 de la publicación N° RS-G-1.9 de la <i>Colección de Normas de Seguridad del OIEA, Clasificación de las fuentes radiactivas</i>) [26]	Aunque toda fuente cuya actividad supere el valor D es considerada peligrosa, se juzga poco realista aplicar medidas de seguridad física reforzada al transporte de todas las fuentes cuya actividad supere el correspondiente valor D. De ahí que se recomienda emplear un valor 10 veces superior al valor D como umbral para asignar el nivel de seguridad física reforzada a todo transporte de los radionucleidos enumerados en la referencia [20], lo que incluiría las fuentes de categoría 1 y 2 (véanse la ref. [25] y el apéndice I de la ref. [4])	Aplicación indirecta (véase “Transporte de mercancías peligrosas” <i>infra</i>)

CUADRO 1. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE (cont.)

Clasificación del material y/o asignación de niveles de seguridad física en el transporte	Finalidad	Fundamento técnico	Aplicación a las operaciones de transporte
Seguridad del transporte: valores A_1 y A_2 Véanse las refs. [13 y 27]	El sistema Q define los límites de “cantidad”, en términos de valores A_1 y A_2 , de todo radionucleido autorizado en un bulto del Tipo A (véase el párr. I.1 de la publicación N° SSG-26 (Rev. 1) de la <i>Colección de Normas de Seguridad del OIEA, Material explicativo para la aplicación del Reglamento del OIEA para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos (edición de 2018)</i> [27]).	El sistema Q tiene en cuenta una serie de vías de exposición (interna y externa) de las personas que estén en las inmediaciones de un bulto del Tipo A afectado por un accidente severo de transporte (véanse los párrs. I.8 e I.14 de la ref. [27])	Aplicación directa en los reglamentos de seguridad del transporte
			Aplicación indirecta en el ámbito de la seguridad física (véase “Transporte de mercancías peligrosas” <i>infra</i>)

CUADRO 1. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y NIVELES DE SEGURIDAD FÍSICA EN EL TRANSPORTE (cont.)

Clasificación del material y/o asignación de niveles de seguridad física en el transporte	Finalidad	Fundamento técnico	Aplicación a las operaciones de transporte
Transporte de mercancías peligrosas: toda mercancía peligrosa y mercancía peligrosa de alto riesgo y disposiciones correspondientes de seguridad física Véase la ref. [5]	Especificar las disposiciones de seguridad física que deben aplicarse al medio de transporte, el envío**[E] término que equivale aquí a la noción de expedición en la terminología empleada en el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, edición de 2018, publicación SSR-6 (Rev. 1) [13]. y/o el embalaje de materiales radiactivos	El umbral de actividad para aplicar el nivel de seguridad física reforzada en el transporte es de 10D en el caso de los radionucleidos enumerados en la ref. [25] y de 3000A2 para todos los demás materiales radiactivos	Aplicación directa

2.4. Los párrafos 3.11 y 3.12 de la referencia [4] rezan como sigue:

“3.11. Los Estados deberán utilizar uno de los siguientes criterios para determinar el umbral de actividad con fines de categorización del material radiactivo a efectos de la seguridad [física] de su transporte:

- a) en el caso de los radionucleidos enumerados en el anexo I de la referencia [25], una actividad coincidente con la correspondiente a una fuente radiactiva de categoría 2 o superior a ella⁶ (diez veces superior al valor D), o
- b) en el caso de todos los demás radionucleidos, una actividad de 3000 A₂ o superior.

(...)

“3.12. El Estado también debería determinar qué material radiactivo presenta posibles consecuencias radiológicas muy bajas si se somete a retirada no autorizada o sabotaje, por lo que no representa una preocupación relevante en materia de seguridad física. No es preciso asignar un nivel de seguridad física del transporte a los bultos que contengan material de ese tipo, sino que solo deben controlarse mediante prácticas de gestión prudente.

“⁶ Las fuentes radiactivas cuya actividad va de 10 D a 1000 D también se denominan de categoría 2, mientras que aquellas cuya actividad es superior a 1000 D se denominan de categoría 1.”

2.5. En el apéndice I de la referencia [4] se describen tres niveles de seguridad física en el transporte: a) prácticas de gestión prudente; b) nivel de seguridad física básica en el transporte, y c) nivel de seguridad física reforzada en el transporte. En él también se expone el método por el cual se utilizan los valores A₂ y D para definir el nivel umbral de actividad que luego determina la asignación a los materiales radiactivos de uno u otro nivel de seguridad física en el transporte. Con respecto a las prácticas de gestión prudente, en el párrafo 3.13 de la referencia [4] se señala que “no se recomiendan medidas de seguridad física específicas al margen de las medidas de control exigidas por la reglamentación de seguridad tecnológica y las prácticas de gestión prudente que ya ejercen los remitentes y transportistas”. Con respecto a los niveles de seguridad física básica y de seguridad física reforzada en el transporte, en la referencia [4] se ofrecen indicaciones sobre medidas más estrictas de seguridad física.

2.6. A veces puede ocurrir que se transporten a la vez varios materiales distintos, ya sea reunidos en un mismo medio de transporte³ o distribuidos en varios medios de transporte como parte de un mismo convoy. Quizá sea preciso, por lo tanto, asignar un nivel de seguridad física en el transporte a un agregado de materiales nucleares o de otros materiales radiactivos. En los párrafos 4.6 a 4.17 de la referencia [2] se dan detalladas indicaciones para determinar la categoría atribuible a un agregado de materiales nucleares y en los párrafos 3.26 a 3.28 de la referencia [4] se explica cómo calcular la categoría atribuible a un agregado de otros materiales radiactivos.

3. ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE REGLAMENTOS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

3.1. En esta sección se ofrecen orientaciones dirigidas a los Estados que estén elaborando o actualizando su reglamento de seguridad física del transporte y supervisando la aplicación de este reglamento de conformidad con el ordenamiento legislativo nacional que rija la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte. En la publicación N° 29-G de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Elaboración de reglamentos y medidas administrativas conexas de seguridad física nuclear* [28], hay también detalladas indicaciones al respecto.

ELABORACIÓN DE UN REGLAMENTO DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

3.2. El objetivo general de la elaboración de reglamentos referidos a la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte es el de establecer un conjunto básico de requisitos destinados a proteger estos materiales de toda retirada no autorizada o todo acto de sabotaje durante las operaciones de transporte.

³ En la publicación SSR-6 (Rev. 1) [13] se define “medio de transporte” como sigue: “a) [p]ara el transporte por carretera o ferrocarril: cualquier *vehículo*; b) para el transporte por vía acuática: cualquier *buque*, o cualquier bodega, compartimiento o *zona delimitada de la cubierta* de un *buque*; c) para el transporte por vía aérea: cualquier *aeronave*.”

3.3. El hecho de que las funciones y responsabilidades de todas las partes interesadas estén claramente especificadas facilita la comprensión y utilización del reglamento por parte de entidades operadoras, remitentes y transportistas. Durante el proceso de elaboración del reglamento, es una buena práctica constituir un comité de redacción encargado de trabajar con las autoridades competentes y de velar por que en el reglamento de seguridad física del transporte se tengan en cuenta el conjunto de leyes, requisitos, acuerdos, convenios y convenciones sobre seguridad física del transporte que rijan para el Estado. Tal comité de redacción podría contar entre sus miembros con juristas y técnicos especializados de las correspondientes autoridades competentes.

3.4. Los reglamentos deberían ser elaborados de manera que se tengan en cuenta todos los modos de transporte (por carretera, ferrocarril, vía aérea y vía acuática) autorizados dentro del territorio, así como el transporte nacional e internacional. Al elaborar el reglamento conviene considerar la cadena de custodia de un bulto y la responsabilidad de rendir cuentas de él durante las operaciones de transporte. Es preciso mantener el nivel requerido de seguridad física a lo largo de todo el proceso de transporte, lo que incluye las transferencias intermodales, todo almacenamiento provisional y la eventual transferencia, entre diferentes entidades operadoras, remitentes o transportistas, de la custodia o la responsabilidad de la seguridad física.

3.5. Al elaborar el reglamento conviene indicar y tener en cuenta toda condición operativa que rija en el Estado o todo equipo que se utilice en él, a fin de garantizar una aplicación del reglamento a la vez práctica y eficaz en relación con el costo.

3.6. Toda autoridad competente, toda entidad operadora y todo remitente o transportista con responsabilidades en la materia debería tener funciones y atribuciones claramente definidas, especificadas en el reglamento de seguridad física del transporte, acordes con la labor que desempeñe y coherentes con el tipo de material y el modo de transporte empleado.

Adquisición de una visión global del transporte dentro del Estado

3.7. Antes de elaborar un reglamento de seguridad física del transporte, la autoridad competente debería tener una visión de conjunto de la naturaleza y los usos de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos dentro del Estado y de las amenazas que pesan sobre estos materiales. Esta visión global ayudará a la autoridad competente a determinar cuáles son los remitentes o transportistas que van a intervenir en esas actividades dentro del Estado, así como el tipo de materiales y la frecuencia y modalidad de las operaciones de transporte.

Además, es aconsejable asegurarse de que el reglamento de seguridad física del transporte pueda dar cabida a cambios en el uso de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos dentro del país, así como a la eventual necesidad de efectuar transbordos.

Análisis de reglamentos nacionales, acuerdos internacionales y medidas administrativas conexas

3.8. La autoridad competente debería examinar los reglamentos nacionales, los acuerdos internacionales y toda medida administrativa conexas para determinar qué medidas o procesos de seguridad física ya existentes cabría utilizar en apoyo de los objetivos de seguridad física del transporte. Por ejemplo, si hubiera otra autoridad competente que ya se encargase de verificar la probidad, sería posible utilizar el proceso existente o la información reunida para verificar o aceptar la probidad de las personas que intervienen en la seguridad física del transporte. Al asignar funciones y responsabilidades respecto de la seguridad física del transporte conviene tener en cuenta asimismo otros reglamentos existentes (en materia, por ejemplo, de seguridad tecnológica del transporte, protección ambiental o respuesta a emergencias), a fin de garantizar una distribución coherente de responsabilidades entre la entidad operadora y el remitente o transportista.

3.9. Es posible que el Estado ya cuente con reglamentos que cubran la determinación y protección de la información delicada y establezcan niveles de confidencialidad de la información, así como métodos aceptados para elaborar, reproducir, transmitir, almacenar y destruir este tipo de información o para autorizar el acceso a ella. La autoridad competente puede por lo tanto utilizar tales reglamentos y medidas al elaborar planes de seguridad física del transporte y establecer medidas de seguridad física, itinerarios, planes de contingencia, planes de respuesta a emergencias y disposiciones relativas a la transmisión, el almacenamiento y el manejo de la correspondiente información delicada (véanse los párrs. 6.12 a 6.14).

Consulta con las partes interesadas

3.10. A la hora de definir los objetivos, el alcance y el contenido de un reglamento de seguridad física del transporte, la autoridad competente debería mantener consultas con todas las partes interesadas pertinentes. Estas consultas pueden servirle para cotejar textos y resolver eventuales incoherencias que pudieran surgir con otros reglamentos, por ejemplo, respecto de las atribuciones de las respectivas autoridades competentes (como las responsables de la seguridad tecnológica del transporte, de un determinado modo de transporte, del transporte

de mercancías peligrosas o de la seguridad física de instalaciones que expidan o reciban materiales nucleares u otros materiales radiactivos).

3.11. Una vez redactado el borrador del reglamento, y siempre que la legislación nacional lo permita, la autoridad competente debería ofrecer en medida suficiente la posibilidad de que todos los interlocutores pertinentes formulen observaciones sobre el proyecto de reglamento y señalen toda dificultad que se les podría plantear para poner el texto en práctica. La autoridad competente puede modificar el redactado de los requisitos en cuestión para tener en cuenta esas dificultades, en la medida de lo posible.

3.12. Durante este proceso de consulta, la autoridad competente debería responder en lo posible a las observaciones de las partes interesadas, de forma abierta y transparente y con arreglo a los requisitos legales del Estado. Procediendo de este modo, la autoridad competente tiene la posibilidad de aclarar requisitos prescriptivos y/u objetivos de desempeño y evitar así eventuales interpretaciones incorrectas del reglamento. Con este procedimiento se establece una clara línea de comunicación entre la autoridad competente y las partes interesadas, lo que puede contribuir a una eficiente aplicación del reglamento.

3.13. Una vez promulgado el reglamento por el Estado, la autoridad competente debería poner en conocimiento del público y de las entidades operadoras el reglamento, su contenido y los correspondientes mecanismos de aplicación, teniendo en cuenta los requisitos nacionales de protección de información delicada. La realización de actividades de divulgación con los correspondientes grupos de interlocutores del ramo del transporte podría facilitar la comunicación entre ellos respecto de ese reglamento. La autoridad competente también podría elaborar y dar a conocer orientaciones para ayudar a las entidades operadoras a cumplir los requisitos reglamentarios.

Coherencia del reglamento de seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte

3.14. Todo reglamento nacional de seguridad física del transporte que se aplique a materiales nucleares u otros materiales radiactivos debería ser coherente con los instrumentos internacionales en la materia y con las recomendaciones y orientaciones del OIEA, con objeto de:

- a) asegurar la compatibilidad entre los distintos reglamentos de transporte que sean de aplicación en los Estados remitentes, destinatarios y de tránsito;

- b) agilizar la preparación de envíos* con destino internacional y el proceso de aprobación del transporte mediante acuerdos bilaterales y multilaterales;
- c) reducir al mínimo las posibles deficiencias de seguridad física ocasionadas por la existencia de requisitos contradictorios o incompletos cuando un envío internacional entre en un Estado o salga de él;
- d) reducir el riesgo de pérdida, desviación o robo de materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte que pueda guardar relación con eventuales demoras del envío o con una prolongación del tiempo de almacenamiento en tránsito;
- e) evitar que un envío se vea rechazado o demorado por problemas de cumplimiento de uno u otro requisito;
- f) garantizar una interrelación eficaz con los requisitos establecidos en la publicación SSR-6 (Rev. 1) [13], y
- g) proporcionar a los Estados de tránsito la información sobre las remesas necesaria para facilitar las operaciones de tránsito.

SUPERVISIÓN REGLAMENTARIA DE LA SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

3.15. El sistema de seguridad física del transporte utilizado por una entidad operadora, un remitente o un transportista debería estar sujeto a la supervisión de la autoridad competente del Estado. La supervisión reglamentaria tiene por objetivo mejorar la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte e infundir a las partes interesadas confianza en la fiabilidad de las medidas de seguridad física del transporte.

3.16. En el ordenamiento legislativo y reglamentario se deberían describir con claridad las actividades que la autoridad competente ha de llevar a cabo como parte de sus responsabilidades de supervisión reglamentaria. El programa de supervisión reglamentaria debería incluir funciones básicas como la concesión de autorizaciones y licencias, la realización de inspecciones o la adopción de medidas coercitivas.

3.17. El personal de la autoridad competente debería estar habilitado jurídicamente para realizar inspecciones de la seguridad física del transporte y comprobar así que se respeten las condiciones de la licencia que sean de aplicación, lo que incluye el cumplimiento del plan de seguridad física del transporte (véase también la ref. [2]).

* [El término *envío* equivale aquí a la noción de *expedición* en la terminología empleada en el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, edición de 2018, publicación SSR-6 (Rev. 1) [13].

3.18. Las funciones básicas de supervisión reglamentaria permiten a la autoridad competente determinar y definir con claridad las condiciones de las licencias y verificar que las actividades del licenciario se ajusten al reglamento de seguridad física del transporte, las condiciones de la licencia y, cuando sea de aplicación, el plan de seguridad física del transporte. La autoridad competente también puede utilizar un enfoque graduado para emitir advertencias, imponer sanciones económicas, suspender actividades o revocar una licencia en caso de incumplimiento, por parte de un remitente o transportista, de las condiciones de la licencia.

3.19. La autoridad competente debería asegurarse de que las conclusiones de las inspecciones sean analizadas con objeto de evaluar el comportamiento de todos los elementos del sistema de seguridad física del transporte y también de investigar eventuales incumplimientos y determinar si se precisan medidas correctivas.

3.20. El programa de supervisión reglamentaria también debería tener por finalidad comprobar, antes de todo envío, que este se ajuste al reglamento de seguridad física del transporte, a las condiciones de la licencia y al plan de seguridad física del transporte, cuando este sea de aplicación. En caso de incumplimiento, la autoridad competente debería asegurarse de que se adopten medidas correctivas suficientes como para autorizar la salida del envío.

Inspecciones reglamentarias

3.21. Dependiendo de su finalidad y sus objetivos, las inspecciones pueden conllevar el examen de los siguientes elementos del sistema de seguridad física del transporte del licenciario:

- a) sistemas de seguridad física implantados en un punto de transbordo con fines de almacenamiento provisional o en el medio de transporte o la carga;
- b) elementos administrativos, como los referidos a la seguridad física de la información o la seguridad física, capacitación y competencia del personal;
- c) planes de seguridad física del transporte, planes de contingencia, planes de respuesta, dispositivos de rastreo, disposiciones de comunicación, medios y dispositivos de capacitación, personal de guardia y fuerzas de respuesta, y
- d) ejercicios y ensayos de seguridad física.

3.22. Hay tres tipos principales de inspecciones de la seguridad física del transporte en los emplazamientos, actividades y medios de transporte de que se trate: a) inspecciones anunciadas u ordinarias, concertadas con antelación con el licenciario; b) inspecciones no anunciadas, y c) inspecciones reactivas con breve preaviso, inducidas por la recepción de determinada información o por

un suceso relacionado con la seguridad física. Estas inspecciones se pueden realizar en varios lugares, como la sede de la entidad operadora, instalaciones de almacenamiento, zonas de carga del medio de transporte, paradas temporales o de tránsito, puntos de transbordo o destino final. El lugar de la inspección dependerá de su finalidad y sus objetivos declarados. La autoridad competente debería planificar cuidadosamente las inspecciones no anunciadas de la seguridad física del transporte y coordinarlas con el personal de escolta, el de guardia y las fuerzas de respuesta, según proceda.

3.23. Los inspectores deberían contar con la debida capacitación, conocer a fondo los requisitos reglamentarios que hagan al caso y las condiciones de la licencia, tener un conocimiento práctico de los elementos de seguridad física que se vayan a inspeccionar y estar versados en la interrelación con otros ámbitos, como la protección radiológica, la planificación para casos de emergencia o los requisitos de seguridad tecnológica del transporte. Por ejemplo, para evaluar los dispositivos relacionados con la escolta, el personal de guardia y las fuerzas de respuesta, el inspector debería conocer a fondo los requisitos nacionales aplicables y tener ciertos conocimientos sobre convoyes y fuerzas de respuesta. Para evaluar las disposiciones administrativas relacionadas con un envío internacional, el inspector debería estar familiarizado con los requisitos de seguridad física del transporte de los Estados de tránsito y también con todo requisito regional o internacional que sea jurídicamente vinculante. Una de las finalidades de la supervisión reglamentaria y las inspecciones es la de valorar y determinar si el licenciataria conoce y entiende los temas en cuestión lo bastante como para garantizar la seguridad física de un transporte en el que haya materiales nucleares y otros materiales radiactivos.

3.24. Al llevar a cabo inspecciones conviene aplicar un enfoque graduado y también enunciar con claridad la finalidad de cada inspección. Para preparar una inspección, el inspector debería realizar un minucioso estudio del plan aprobado de seguridad física del transporte, cuando este sea de aplicación, y examinar también la información conexas procedente de otras autoridades competentes. Otros pasos que conviene dar para preparar una inspección son: estimar la duración de la inspección, informar a las personas que vayan a participar en la inspección, tomar disposiciones administrativas y preparar el equipo que se vaya a utilizar durante la inspección. Una lista de verificación para la inspección puede ser de ayuda para asegurarse de que las inspecciones sean a la vez completas y minuciosas.

3.25. Una inspección puede comenzar con una reunión inicial entre la autoridad competente y altos cargos o representantes del remitente o transportista con objeto de exponerles la finalidad y el alcance de la inspección. Las actividades de inspección deberían discurrir con arreglo al plan aprobado de seguridad física

del transporte y el pertinente reglamento de seguridad física del transporte. En el informe de inspección, el inspector debería consignar de manera clara y lógica las constataciones, los hechos y sus propias valoraciones y recomendaciones, todo ello acompañado de los elementos probatorios que hagan al caso. En el informe también se deberían señalar buenas prácticas, incumplimientos y problemas de seguridad física de cierta importancia. Los informes de inspección deberían estar sujetos a examen por homólogos y ser compartidos con las partes interesadas pertinentes a efectos informativos y decisorios, teniendo en cuenta la necesidad de proteger toda información delicada. Los informes de inspección, además, deberían ser conservados, archivados y debidamente protegidos.

3.26. Tras una inspección, el inspector debería indicar con claridad si procede adoptar alguna medida ulterior en respuesta a problemas de incumplimiento. En función de la gravedad del problema, es posible suspender o revocar la licencia o autorización para operar de un remitente o transportista. Conviene poner en común buenas prácticas, así como ejemplos de constataciones y, cuando proceda, de medidas correctivas adoptadas para subsanar todo incumplimiento, con el remitente o transportista y también con otras partes que puedan beneficiarse de este conocimiento, aunque solo cuando sea necesario que dispongan de él.

3.27. Una vez realizada la inspección, conviene mantener una reunión recapitulativa con los altos cargos del licenciatario, dedicada a dar detallada cuenta de todo incumplimiento u otro problema detectado, de los motivos de ese incumplimiento u otro problema, de buenas prácticas al respecto y de medidas que haya que adoptar a partir de ahí. También conviene organizar actividades recapitulativas destinadas a otros inspectores de la autoridad competente con el objetivo de identificar posibilidades de aprendizaje.

3.28. Es posible trasladar al remitente o transportista el conjunto de registros, constataciones, evaluaciones y recomendaciones referentes a la seguridad física del transporte con objeto de darle indicaciones y apoyar la ejecución de las medidas solicitadas.

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

4.1. El párrafo 4.3 de la referencia [4] reza como sigue:

“El órgano regulador debería seleccionar un enfoque reglamentario al que tendrán que atenerse el remitente, el transportista, el destinatario y otros participantes en el transporte para cumplir el objetivo de seguridad física aplicable a un determinado nivel de seguridad física en el transporte. A continuación se indican tres enfoques distintos que puede adoptar el órgano regulador:

- a) un enfoque prescriptivo conforme al cual el órgano regulador determine las medidas de seguridad física que deben aplicar el remitente, el transportista y otros agentes que toman parte en el transporte en relación con un determinado nivel de seguridad física en el transporte;
- b) un enfoque basado en los resultados conforme al cual el órgano regulador exija al remitente, el transportista, el destinatario y otros participantes en el transporte que diseñen un sistema de seguridad física nuclear y demuestren al órgano regulador que el sistema cumple un objetivo de seguridad física establecido por el órgano regulador, y
- c) un enfoque combinado conforme al cual el órgano regulador aproveche elementos de los enfoques prescriptivo y basado en los resultados.”

4.2. En un enfoque prescriptivo, el sistema de seguridad física del transporte debe cumplir los requisitos administrativos y técnicos que vengán especificados en el reglamento del país. En un enfoque basado en los resultados, el sistema de seguridad física del transporte debe estar concebido de manera que cumpla los objetivos de seguridad física nacionales, teniendo en cuenta la “evaluación nacional de amenazas para la seguridad física nuclear, amenazas base de diseño y declaraciones de amenazas representativas” [29]. Muchos Estados optan por un enfoque combinado, en el cual el licenciario mezcla elementos del enfoque prescriptivo y del enfoque basado en los resultados.

4.3. Con independencia de que se utilice un enfoque basado en los resultados o un enfoque combinado para establecer un sistema de seguridad física del transporte, siempre se sigue un proceso sistemático que comprende las tres fases expuestas a continuación (véanse también la referencia [30] y la publicación de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 40-T*, titulada *Manual sobre el diseño de sistemas de protección física para los materiales y las instalaciones nucleares* [31]):

Fase 1. La entidad operadora define las especificaciones del sistema de seguridad física del transporte con arreglo a los objetivos, requisitos y especificaciones de seguridad física del país. En esta fase se determinan los blancos, se evalúa la información sobre amenazas, se caracteriza el medio

de transporte y se establecen las condiciones operativas y las condiciones físicas y del entorno.

Fase 2. La entidad operadora diseña el sistema de seguridad física del transporte. Esta fase gira sobre todo en torno a la configuración del medio de transporte y el diseño del sistema de seguridad física, constituido por elementos como las medidas de detección, dilación y respuesta.

Fase 3. La entidad operadora evalúa la eficacia del sistema de seguridad física del transporte. Esta fase incluye medidas para realizar evaluaciones de la vulnerabilidad, ensayos de comportamiento y análisis de escenarios.

4.4. Los resultados de la fase 3 determinarán si el diseño ya está listo para ser aplicado y si el sistema existente es adecuado o se requiere un nuevo diseño. Si los resultados de la fase 3 indicasen incumplimiento de los objetivos de seguridad física nacionales o las especificaciones del diseño definidas en la fase 1, habría que diseñar un nuevo sistema o mejorar el existente, procurando sobre todo subsanar los puntos débiles detectados en el análisis de la fase 3.

4.5. En la figura 1, adaptada a partir de la figura 1 de la referencia [31] para su aplicación a los sistemas de seguridad física del transporte, se muestra la secuencia de estas tres fases y se indican las actividades incluidas en cada una de ellas. Las tres fases están explicadas con mayor detalle en los párrafos 4.6 a 4.25.

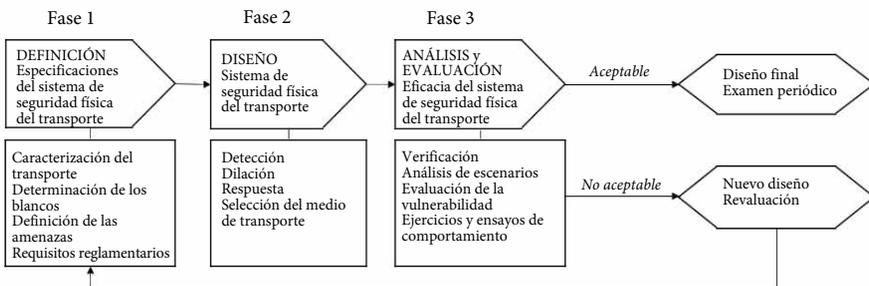


Figura 1. Proceso de diseño y evaluación de un sistema de seguridad física del transporte (adaptada a partir de la fig. 1 de la ref. [31]).

FASE 1. DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

4.6. Durante la primera fase del proceso de establecimiento de un sistema de seguridad física del transporte, en el contexto de un enfoque basado en los resultados o de un enfoque combinado, la entidad operadora debería preparar la documentación adecuada para determinar las especificaciones de seguridad física referidas al medio de transporte y también a otros elementos del sistema (como vehículos de escolta, dispositivos de comunicación, material del personal de seguridad física, configuración del centro de control del transporte, equipo, etc.). Conviene además establecer especificaciones referidas a condiciones de funcionamiento normal y otras especificaciones para situaciones de contingencia. La expresión “funcionamiento normal” designa el uso habitual del medio de transporte, sin ninguna preocupación en particular de seguridad tecnológica o de seguridad física. Dicha documentación debería cubrir los siguientes aspectos:

- a) caracterización del transporte;
- b) determinación de los blancos;
- c) definición de las amenazas, y
- d) requisitos reglamentarios y otras normas internacionales o nacionales.

4.7. Las especificaciones de seguridad física deberían ser sometidas a la aprobación de la autoridad competente y ser tenidas en cuenta cuando la entidad operadora esté redactando contratos con terceros para la expedición de materiales o vaya a adquirir equipo de seguridad física que haya de ser utilizado durante el transporte.

4.8. La entidad operadora debería evaluar las características del material que se vaya a transportar y el entorno en el que vaya a discurrir el transporte, lo que incluye el estudio de posibles amenazas y de la robustez de la infraestructura de transporte. Para determinar posibles amenazas conviene integrar en la evaluación información facilitada por fuerzas del orden, organismos de inteligencia, organismos de seguridad pertinentes y demás autoridades con competencias en la materia.

FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

4.9. Durante la segunda fase del proceso, la entidad operadora debería diseñar el sistema de seguridad física del transporte atendiendo a los resultados de la

evaluación realizada en la fase 1. Tal diseño debería incluir medidas que posibiliten las funciones de detección, dilación y respuesta (véanse la sección 5 y la referencia [4]).

Selección del medio de transporte

4.10. Dados los peligros de seguridad tecnológica y las amenazas para la seguridad física que entraña el transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, puede ser difícil seleccionar el medio de transporte. Conviene tener en cuenta el ciclo de vida operacional y las necesidades de mantenimiento del medio de transporte, así como las condiciones en que ha de funcionar el sistema de seguridad física: tipo de carretera, condiciones meteorológicas, necesidades del usuario en relación con el medio de transporte, etc. El sistema de seguridad tecnológica y el sistema de seguridad física de un medio de transporte están estrechamente imbricados y a menudo se encuentran en una sola plataforma que debe funcionar mientras está en movimiento, lo que obliga a tener en cuenta las interacciones entre los elementos de seguridad tecnológica del transporte y los de seguridad física del transporte.

4.11. La entidad operadora también debería tener en cuenta en cierta medida las especificaciones generales del medio de transporte, como la capacidad de manipulación de carga, la dotación de personal necesaria para manejarlo y su peso bruto, sus dimensiones físicas y su velocidad de servicio.

4.12. La entidad operadora debería tener en cuenta las especificaciones referidas tanto a condiciones de funcionamiento normal como a situaciones de emergencia. Las situaciones de emergencia entrañan ciertos cuestionamientos específicos de seguridad tecnológica y seguridad física que pueden presentarse durante las operaciones del medio de transporte, como la respuesta planificada a sucesos relacionados con la seguridad física nuclear. Un ejemplo de ello es la protección contra proyectiles y explosivos del conductor o el operario y también de la carga y el tren de transmisión. Pueden ser situaciones de emergencia la colisión del medio de transporte con otro vehículo, buque o aeronave, un incendio (a consecuencia de una colisión o de otro suceso anómalo) o una avería del medio de transporte.

4.13. En las especificaciones de mantenimiento se debería indicar con qué frecuencia conviene realizar el mantenimiento sistemático y qué componentes hay que sustituir y con qué periodicidad. También se debe llevar a cabo periódicamente el mantenimiento preventivo. Se deberían tener en cuenta las especificaciones de ciclo de vida, relativas a la vida útil prevista del medio de transporte desde el momento de la producción hasta su retirada de la circulación y desguace.

4.14. Se deberían considerar asimismo las especificaciones referidas a la seguridad física durante el almacenamiento, que se aplican por ejemplo cuando el medio de transporte no está en uso o está en situación de almacenamiento provisional o de almacenamiento en tránsito, casos en que es preciso mantener el necesario nivel de seguridad física del medio de transporte y/o el bulto hasta el siguiente desplazamiento de los materiales.

FASE 3. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

4.15. Durante la tercera fase del proceso de establecimiento del sistema de seguridad física del transporte, la entidad operadora debería evaluar el comportamiento del sistema para determinar si este cumple los objetivos de seguridad física con respecto a la evaluación de amenazas y/o a la amenaza base de diseño del medio de transporte. En los párrafos 4.18 a 4.21 se exponen sucintamente algunos métodos para evaluar el comportamiento del sistema de seguridad física del transporte. La selección de uno u otro método dependerá de los requisitos reglamentarios nacionales, los medios técnicos de la entidad operadora y los recursos que se dediquen a realizar el análisis.

4.16. En el caso del enfoque basado en los resultados o del enfoque combinado, incumbe a especialistas en seguridad física del transporte que conozcan específicamente el equipo y los componentes del sistema de seguridad física del transporte determinar, basándose en un análisis de la eficacia del sistema en cuestión, si este satisface o no los objetivos de comportamiento establecidos (por ejemplo, si el sistema puede demorar la actuación de un adversario el tiempo suficiente para que lleguen las fuerzas de respuesta). Si el sistema no satisface los objetivos y por lo tanto no es considerado aceptable, conviene perfeccionarlo o reevaluarlo. El perfeccionamiento consistiría en mejorar las medidas de seguridad física existentes o en aplicar medidas adicionales de seguridad física para poder cumplir los objetivos de comportamiento, sin necesidad de diseñar de nuevo todo el sistema de seguridad física del transporte.

4.17. El sistema de seguridad física del transporte debería ser evaluado periódicamente, aun cuando el análisis inicial haya llevado a la conclusión de que el sistema satisface los objetivos de comportamiento. Esta reevaluación continua aporta la certeza de que el sistema sigue siendo eficaz cuando las amenazas cambian, la tecnología envejece o queda obsoleta o se imponen nuevos requisitos reglamentarios.

Utilización de escenarios para evaluar la eficacia del sistema de seguridad física del transporte

4.18. Para juzgar la eficacia del sistema de seguridad física del transporte frente a una posible amenaza es posible servirse de escenarios. En un escenario se postulan el modo y los medios que podría elegir un adversario para perpetrar un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado, como el robo o el sabotaje de materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Aunque se trata de situaciones hipotéticas, los escenarios deberían ser realistas, creíbles y coherentes con la evaluación de amenazas y/o la amenaza base de diseño. Por este motivo, en la elaboración de los escenarios utilizados para evaluar el sistema de seguridad física del transporte deberían participar expertos cualificados, que cuenten con capacitación y bagaje en materia de aplicación de la ley, seguridad física o inteligencia y conozcan las tácticas de los eventuales adversarios.

4.19. Entre los principales aspectos que los expertos deberían tener en cuenta al elaborar escenarios están los siguientes:

- a) características del adversario;
- b) localización y momento probables de un ataque;
- c) posible uso de distracciones o engaños o del factor sorpresa;
- d) utilización de agentes internos, ya sean activos o pasivos;
- e) posibles métodos para detener el medio de transporte;
- f) posibles métodos para acceder al compartimento de carga;
- g) número de adversarios necesario para forzar el compartimento de carga, y
- h) utilización de dispositivos explosivos rudimentarios, con empleo de vehículos inclusive.

4.20. La elaboración de un escenario también supone crear un plan detallado de ataque del adversario. Se deberían reunir datos suficientes para elaborar un plan de ataque del adversario claro, que describa adecuadamente las acciones del adversario e incluya la temporalidad, las medidas de coordinación del adversario y una lista de sus supuestos de partida en el momento del ataque. La elaboración de un plan de ataque del adversario debería comprender los cuatro pasos siguientes:

- 1) determinar las posibles vulnerabilidades del convoy, como las ligadas al medio de transporte, la ruta y el sistema de seguridad física del transporte o también a la capacidad del personal que interviene en el transporte;
- 2) elaborar una lista detallada de tareas que el adversario debe efectuar para cumplir el objetivo postulado, empezando por el inicio del ataque;

- 3) establecer un plan que describa de qué manera el adversario puede realizar las tareas enumeradas en el paso anterior e incluya también el tiempo necesario para completar cada tarea, y
- 4) examinar múltiples planes de ataque.

4.21. Una vez elaborados íntegramente los escenarios (esto es, con la inclusión de un plan de ataque del adversario), tras comunicarlos por medio de la autoridad competente, será posible utilizarlos para realizar, bien una evaluación de la vulnerabilidad, bien ejercicios y ensayos de comportamiento, según lo descrito en los párrafos 4.22 y 4.23.

Evaluación de la vulnerabilidad y evaluación del riesgo

4.22. Cabe describir la evaluación de la vulnerabilidad como un método sistemático para analizar la eficacia con que funcionan contra una amenaza determinadas medidas administrativas y técnicas. Los resultados pueden ser utilizados para evaluar las especificaciones del sistema de seguridad física del transporte con respecto a la evaluación nacional de amenazas o la amenaza base de diseño. La entidad operadora utiliza la evaluación de la vulnerabilidad para determinar cuán eficaces son las tecnologías de seguridad física y las estrategias de protección empleadas en el sistema propuesto de seguridad física, distinguir sus fortalezas y debilidades y concebir mejoras equilibradas y con una buena relación costo-eficacia. En los párrafos II.1 a II.21 de la referencia [2] se proporciona más información sobre evaluaciones de la vulnerabilidad referidas a la seguridad física de los materiales nucleares durante el transporte. En el caso de materiales radiactivos, conviene utilizar una evaluación del riesgo de seguridad física según se explica en el párrafo 4.35 de la referencia [4].

Ensayos de comportamiento de alcance limitado y ejercicios

4.23. Los ensayos de comportamiento de alcance limitado y los ejercicios son sendos métodos que emplea la entidad operadora para poner a prueba el funcionamiento del sistema de seguridad física del transporte. En los ensayos de comportamiento de alcance limitado se examina un elemento en concreto del plan de seguridad física del transporte para comprobar que las medidas de seguridad física ligadas a ese elemento funcionen según lo previsto. Se podría poner a prueba, por ejemplo, un sistema de comunicación o un conjunto de procedimientos. Es importante distinguir los ensayos de cumplimiento (por ejemplo, si un sensor activa una alarma) de los ensayos de eficacia (por ejemplo, cuán eficazmente funciona un sensor, dentro de una escala progresiva). Los ejercicios son ensayos de comportamiento basados en escenarios, como simulacros, ejercicios de

simulación o ejercicios sobre el terreno, en los que se utiliza un escenario realista, creíble y coherente con la evaluación de amenazas y/o la amenaza base de diseño para evaluar el comportamiento de cualquier aspecto del plan de seguridad física del transporte. En la referencia [32] hay información más detallada sobre los ejercicios relacionados con la seguridad física del transporte.

Examen *a posteriori*

4.24. Una vez concluido satisfactoriamente un envío, el licenciatario debería realizar un estudio para determinar si hubo alguna deficiencia o vulnerabilidad durante el transporte y, de ser este el caso, plantearse la introducción de posibles mejoras en futuras operaciones de transporte. Por lo general, este examen *a posteriori* está vinculado y subordinado al sistema de gestión integrada o el sistema de gestión de la calidad del licenciatario. En el proceso de examen deberían participar las autoridades competentes y el licenciatario —así como, eventualmente, las fuerzas del orden— para determinar aquellos aspectos susceptibles de mejora, como puedan ser, en relación con la supervisión reglamentaria, los procesos de planificación de la seguridad física del transporte, la eficacia de la seguridad física operacional o las medidas específicas de respuesta de seguridad física nuclear.

4.25. El examen *a posteriori* podría incluir encuestas dirigidas a las entidades que hayan intervenido en el transporte con objeto de extraer enseñanzas y recopilar buenas prácticas para utilizarlas en futuros envíos. Inmediatamente después del fin del transporte, todas las entidades participantes podrían también organizar reuniones recapitulativas.

5. APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

5.1. Según rezan los párrafos 5.24 a 5.30 de la referencia [2] y los párrafos 4.14 a 4.29 de la referencia [4], un sistema de seguridad física del transporte cumple las funciones enumeradas a continuación.

- a) **Disuasión:** todos aquellos elementos que son visibles y tienen por finalidad disuadir de la comisión de actos delictivos u otros actos intencionales no autorizados y también ofrecer protección contra toda tentativa de comisión de tales actos. Estos elementos podrían incluir medidas visibles de seguridad física integradas en el medio de transporte y/o el uso de guardias y convoyes.

Tales medidas también podrían cumplir otras funciones de seguridad física, aunque no deberían afectar a la configuración de seguridad tecnológica de los bultos de transporte.

- b) Detección: todas aquellas actividades destinadas a detectar y evaluar con prontitud un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado contra un envío de materiales nucleares u otros materiales radiactivos.
- c) Dilación: todas aquellas actividades destinadas a impedir el acceso a los materiales nucleares u otros materiales radiactivos o a evitar toda tentativa de comisión de actos delictivos u otros actos intencionales no autorizados. En principio, el tiempo físico de dilación debería ser igual o superior al tiempo necesario para que lleguen las fuerzas de respuesta.
- d) Disposiciones para notificar a las correspondientes autoridades lo siguiente:
 - i) toda tentativa de comisión, o comisión efectiva, de un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado;
 - ii) las medidas de respuesta concebidas para interrumpir la comisión de un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado, y
 - iii) las actividades destinadas a secundar la recuperación de material robado durante un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado perpetrado con éxito.

5.2. El conjunto integrado de medidas de seguridad física del transporte implantadas para que cumplan las antedichas funciones de seguridad física constituye el sistema de seguridad física del transporte. Al establecer un sistema de seguridad física del transporte conviene tener en cuenta la interacción entre las tres funciones de seguridad física. Sin una detección oportuna, por ejemplo, las medidas de dilación podrían ser menos eficaces porque el adversario dispondría de más tiempo para superar las medidas de protección; y sin medidas de dilación suficientes, podría haber escaso tiempo para dar una respuesta eficaz. Además, las fuerzas de respuesta que intervienen en un suceso relacionado con la seguridad física suelen encontrarse a cierta distancia de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos cuando el suceso tiene lugar, lo cual prolonga el tiempo de intervención. Por último, estas medidas integradas de seguridad física proporcionan defensa en profundidad para reducir al mínimo todo eslabón débil que pueda haber en el sistema de seguridad física en su conjunto.

5.3. En un sistema de seguridad física del transporte, las medidas de seguridad física pueden cumplir más de una función de seguridad física a la vez. Por ejemplo, una cerradura suele cumplir la función de dilación durante un ataque, pero también puede servir para detectar un intento de robo una vez concluido el transporte. Las fuerzas de escolta pueden detectar un acto delictivo u otro acto intencional no autorizado y, al mismo tiempo, cumplir funciones de disuasión y respuesta.

5.4. Hay ciertos envíos que pueden requerir medidas adicionales de seguridad física, en función de la categoría, el tipo o la cantidad de materiales nucleares u otros materiales radiactivos, la naturaleza de la amenaza, los medios de acción e intenciones de los posibles adversarios y la dificultad y/o confidencialidad de un determinado envío, según los criterios determinados por el Estado. Conviene establecer un cauce de diálogo entre las autoridades competentes y la entidad operadora, que les sirva para intercambiar sobre cuestiones ligadas a un posible aumento del nivel de amenaza, lo que puede exigir medidas adicionales de seguridad física que trasciendan las estipuladas en los requisitos reglamentarios. Entre las situaciones que exijan medidas adicionales de seguridad física podrían estar, por ejemplo, los envíos que tengan lugar durante un acto público importante (como un gran evento deportivo o político) o en momentos de convulsión política o social o que atraviesen zonas muy aisladas, densamente pobladas o con escaso control gubernamental.

5.5. Las medidas de seguridad física del transporte son medidas de carácter técnico (como cerraduras, precintos, blindaje, equipo de detección de intrusiones, etc.) o de carácter administrativo (por ejemplo, atribución de responsabilidades, aplicación de procedimientos o asignación de la adecuada dotación de personal) que se pueden aplicar durante el transporte. En los párrafos 5.8 a 5.71 se describen estas medidas por lo que respecta al medio de transporte, la escolta y el centro de control del transporte. En los párrafos 5.72 a 5.88 se ofrece orientación sobre los sistemas de comunicaciones y la capacitación y cualificación del personal de los sistemas de seguridad física del transporte.

5.6. A la hora de diseñar y aplicar sistemas de seguridad física del transporte, los remitentes o transportistas pueden utilizar normas nacionales o internacionales como referencia respecto del equipo de detección, el equipo de protección y los dispositivos de comunicación.

5.7. Los elementos de seguridad física presentados en esta sección no deberían comprometer en modo alguno la seguridad tecnológica, por lo que, a la hora de diseñar el sistema de seguridad física del transporte, conviene analizar dichos elementos desde el doble punto de vista del beneficio que aportan a la seguridad física y de toda eventual merma de la seguridad tecnológica.

MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE RELACIONADAS CON EL MEDIO DE TRANSPORTE

Medidas técnicas relacionadas con la seguridad física del medio de transporte

Dispositivos de indicación de manipulación ilícita

5.8. Los dispositivos de indicación de manipulación ilícita, cuando se aplican a medios de transporte, compartimentos de carga, bultos, contenedores, o controles de seguridad física esenciales, constituyen un medio para detectar todo acceso no autorizado o acto de manipulación ilícita. Son dispositivos de este tipo los precintos, que pueden ser aplicados a bultos, sobreembalajes y contenedores y forman parte integrante de la configuración de envío aprobada para la detección de eventuales accesos no autorizados a los materiales. Los requisitos reglamentarios podrían prescribir qué precintos puede utilizar la entidad operadora o también podrían impedir que esta modifique el bulto de transporte añadiendo precintos o cambiando el tipo de precinto. Conviene que la selección y aplicación de precintos formen parte del proceso de planificación de la seguridad física del transporte para asegurar así que se cumplan los requisitos reglamentarios aplicables. Los cerrojos, los cables y los precintos electrónicos son ejemplos de precintos de seguridad o de alta seguridad. Todos los precintos deberían tener un número identificativo único para evitar eventuales duplicaciones.

5.9. Cuando se utilicen precintos a modo de dispositivos de indicación de manipulación ilícita, conviene adoptar las siguientes prácticas:

- a) conservar la documentación del fabricante, que acredita el tipo de precinto adquirido y sus características de seguridad;
- b) mantener un inventario de todos los precintos adquiridos y almacenados;
- c) preparar documentación para cada precinto que se coloque, se destruya o se retire;
- d) asignar los precintos exclusivamente a empleados o agentes de la empresa autorizados, que serán también los únicos con autorización para precintar;
- e) establecer procedimientos para notificar toda manipulación ilícita de un precinto que se descubra a lo largo de la cadena de suministro;
- f) establecer procedimientos para conservar o eliminar los precintos utilizados que se hayan retirado, y
- g) impartir capacitación específica a los empleados, contratistas o agentes encargados de asignar, colocar o eliminar los precintos.

5.10. Para ayudar a los conceptores de los sistemas de seguridad física del transporte a seleccionar precintos adecuados, que ofrezcan un grado de rendimiento acorde con su finalidad, sería adecuado aplicar una norma⁴ internacional o nacional publicada, en la cual se aborden los tres aspectos siguientes que conviene considerar durante la selección: a) ensayo de la resistencia física del precinto (como impedimento para la entrada); b) auditoría de la praxis empresarial del fabricante en relación con la seguridad física, y c) ensayo de la capacidad del precinto para indicar la existencia de manipulación ilícita.

5.11. Los precintos mecánicos deberían poder soportar duras condiciones ambientales, meteorológicas y químicas. Deberían ser resistentes a la manipulación ilícita y fáciles de aplicar y precintar y deberían venir marcados y numerados de forma única y permanente.

5.12. Los dispositivos que combinan precinto y cerradura cumplen funciones tanto de detección como de dilación para los bultos que protegen. En su forma más sencilla, tal dispositivo consiste en una cerradura perforada de tal modo que a través del agujero se le pueda colocar un precinto pasivo.

5.13. Los precintos pasivos pueden indicar si una puerta precintada o un bulto precintado han sufrido manipulación ilícita o rotura. Estos precintos pueden servir para tener la certeza de que las comunicaciones esenciales y los componentes operativos no hayan sufrido manipulación ilícita. Existen diversos tipos de precintos pasivos (por ejemplo, precintos de alambre o de plástico, etiquetas a prueba de manipulación ilícita) que pueden ser colocados directamente sobre el contenedor de los materiales, el contenedor de carga o las puertas del camión para saber si ha habido apertura durante el transporte.

5.14. Los precintos electrónicos combinan las propiedades de los precintos mecánicos con la capacidad electrónica de notificar en tiempo real, con la activación de una alarma, toda apertura o vulneración de la carga. También pueden almacenar datos y proporcionar una señal de comunicación. Estos dispositivos pueden utilizar señales de infrarrojo, identificación por radiofrecuencia (RFID) u otros protocolos de transmisión inalámbrica con fines de comunicación. Un precinto electrónico puede ser pasivo (lo que significa que una persona o dispositivo debe consultar el sistema para obtener información sobre su estado) o activo (lo que significa que la información es recopilada, procesada y transmitida de forma automática a la entidad operadora o al centro de control del transporte).

⁴ Conviene que toda norma que se utilice haya sido establecida por una organización no gubernamental independiente y consensuada por expertos.

5.15. La mayoría de los tipos de precinto electrónico pueden automatizar la verificación del precinto y la transmisión de información y registrar hechos como la apertura o el cierre de puertas. En algunos sistemas, los precintos electrónicos también accionan una alarma cuando son objeto de manipulación ilícita o cuando hay rotura del componente que precinta. Además, los sistemas de precinto electrónico están diseñados para que sean reutilizables, —lo que supone una ventaja añadida con respecto a los precintos mecánicos— y a veces cumplen otras funciones, como las de autenticación, dilación, rastreo de la ubicación, anuncio de alarma o recogida automática de datos. No obstante, los precintos electrónicos también tienen inconvenientes: pueden resultar caros, en comparación con un sencillo precinto mecánico, y requerir más capacitación del usuario y más medidas de seguridad informática para proteger su integridad, dado que están expuestos a ciberataques. Son ejemplo de precinto electrónico los precintos de puerta habilitados por radiofrecuencia, los precintos electrónicos de RFID, los precintos de bulto habilitados por radiofrecuencia y los dispositivos antirrobo con sistema de rastreo para contenedores de carga.

5.16. Para mejorar la seguridad física de las puertas o los bultos también cabe estudiar el uso de precintos de RFID que puedan transmitir datos de manera segura a un sistema de detección adecuado. Estos precintos pueden servir para acelerar la confirmación de una tentativa de intrusión.

Sistema de rastreo

5.17. Un sistema de rastreo en tiempo real puede monitorizar el desplazamiento de un medio de transporte empleando un sistema de posicionamiento terrestre o un sistema mundial de posicionamiento (GPS) por satélite. Además de tener monitorizado el estado operativo del medio de transporte, a veces el sistema de rastreo también puede determinar, gracias al geovallado, si el convoy está siguiendo la ruta establecida conforme al horario previsto o si, tras haber estacionado, ha abandonado una determinada zona.

5.18. Los sistemas de rastreo suelen estar comercializados y se adaptan a cualquier modo de transporte. El sistema de rastreo elegido debería ir provisto de elementos que protejan y autentifiquen los datos de localización, proporcionen endurecimiento [*hardening*] (es decir, resiliencia) local contra los ciberataques (véase la ref. [24]) y funcionen sin necesidad de acción alguna por parte del conductor. Las notificaciones al centro de control del transporte pueden ser transmitidas en caso de suceso, a demanda del usuario o de forma programada.

5.19. Conviene decidir si el dispositivo de rastreo debe servir para transmitir información continuamente actualizada sobre la ubicación del bulto y/o el medio de transporte. Entre las consideraciones importantes para adoptar tal decisión figuran los riesgos de seguridad física ligados al uso de un sistema de rastreo, en particular el riesgo de interferencia o falsificación de la señal; la posibilidad de que un adversario monitoree la señal; quién tiene acceso a los datos; y el lugar de almacenamiento de los datos, que podría encontrarse en el extranjero.

5.20. Otra forma de rastreo de la posición que podría ser adecuada en el caso de algunos bultos es el escaneo de códigos de barras en cada punto de transferencia.

Detección de intrusiones

5.21. Además de la observación visual, otro medio eficaz para detectar intrusiones es una alarma que advierta al personal de todo acceso no autorizado a los materiales transportados en el vehículo. En este caso, un indicador auditivo y/o visual ubicado en el exterior del medio de transporte señala que ha habido efracción del compartimento de carga. En el caso de los indicadores visuales, es necesario contar con un medio para evaluar la alarma visualmente (es decir, con monitores) y tener instalado un mecanismo que, al detectar una tentativa de intrusión en el vehículo, envíe señales al conductor y al correspondiente personal situado a distancia (escortas, fuerzas de respuesta y/o personal del centro de control del transporte). Los botones móviles de alerta de coacción — instalados en la llave del conductor o en el compartimento de la tripulación— y los sistemas de comunicación a distancia son sendos mecanismos que sirven para comunicar una alarma desde un control de acceso o un dispositivo de detección de intrusiones. Siguen varios ejemplos de dispositivos de control de acceso y detección de intrusiones:

- a) interruptores de puerta magnéticos equilibrados;
- b) sensores de luz, en el caso de medios de transporte cerrados;
- c) detectores pasivos de movimiento por infrarrojo, microondas o vídeo;
- d) sirenas de alta frecuencia estridentes;
- e) fibra óptica y otros precintos electrónicos;
- f) etiquetas de RFID que se puedan fijar a los bultos, y
- g) rastreo del envío por GPS y telefonía móvil.

Cerraduras, barreras y otras medidas de dilación

5.22. Todos los bultos deberían estar sujetos a la plataforma de carga, para lo cual se suelen utilizar cadenas resistentes, pernos y tuercas, trinquetes y/o dispositivos

afines. Si los materiales viajan en un medio de transporte abierto, el bulto también debería ir recubierto con material resistente e impermeable (como lona impermeable), de manera que la carga no sea visible ni accesible para el público.

5.23. Las medidas pasivas de dilación corresponden a elementos como cerraduras, escudos de cerradura, otros mecanismos de cierre, sujeciones seguras, cadenas, redes de cable, bisagras reforzadas, cristales antibala, placas de blindaje, plataformas elevadoras, contenedores y jaulas, así como sobreembalajes y sujeciones seguras con cerradura, redes de cable y cadenas. También incluyen determinados procedimientos operacionales, como el control de llaves (véase el párr. 5.48). Las medidas pasivas de dilación van instaladas generalmente en el compartimento de carga y en la propia carga, incluido el bulto.

5.24. Es posible utilizar cerraduras de alta seguridad con candado blindado para las puertas del contenedor o para el propio contenedor, según la configuración. Las cerraduras de alta seguridad pueden evitar o demorar el ataque de un adversario que se sirva de herramientas manuales.

5.25. En la mayoría de los casos, los materiales nucleares y otros materiales radiactivos son expedidos en contenedores de transporte o medios de transporte de carga normales de carácter comercial. Sin embargo, hay ciertas mejoras sencillas y poco onerosas que pueden acrecentar la seguridad física de los materiales, como puede ser, por ejemplo, el uso de cierres de seguridad, escudos protectores de cerradura y cadenas de gran resistencia.

5.26. En el caso de envíos muy confidenciales, cabría la posibilidad de diseñar vehículos especiales o de introducir mejoras específicas en el sistema de seguridad física del transporte para dotarlo de medidas de dilación adecuadas. Por ejemplo, el compartimento de carga del vehículo podría contar con paneles de blindaje de acero multicapa, aislamiento térmico, láminas de acero internas y externas o materiales de barrera suplementarios montados en un marco de acero. El blindaje, combinado con el grosor total de los paneles de pared, proporciona a la vez dilación de acceso y protección balística de la carga.

5.27. El compartimento de transporte de la carga debería estar diseñado para que pueda dar cabida no solo a los bultos que se van a expedir, sino también al correspondiente sistema de seguridad física del transporte. La decisión de blindar el compartimento de transporte de la carga y/o el compartimento de la tripulación debería estar supeditada a la capacidad de carga del chasis. En el suelo, las paredes laterales y/o el techo de la carga se podrían instalar raíles con sujeciones como los que se utilizan para fijar la carga en aeronaves. El uso de sistemas de sujeción

de contenedores, cargas paletizadas y raíles en las paredes laterales ofrece mayor flexibilidad para las operaciones de carga.

5.28. También se podría instalar en la zona de carga un sistema de control de acceso con controles por pareja (de vigilantes) y/o verificación biométrica o multifactorial. Como elemento auxiliar de tal sistema cabría también la posibilidad de utilizar un sistema de cierre electromecánico.

5.29. A la hora de diseñar un sistema de medidas de dilación para el compartimento de carga conviene tener en cuenta, en clave de seguridad física, todos los elementos asociados a dicho compartimento, a fin de poder implantar un sistema de seguridad física equilibrado. Por ejemplo, si la puerta va provista de cerradura de alta seguridad pero los goznes y paneles de la puerta no están reforzados, un adversario podría forzar la puerta sin necesidad de inutilizar la cerradura.

5.30. Si en la evaluación de amenazas o en la amenaza base de diseño del Estado se contemplan ataques a distancia en los que un adversario provoca una liberación explosiva de los materiales, el compartimento de carga del medio de transporte debería estar diseñado para mitigar este tipo de ataque, por ejemplo con múltiples barreras físicas. Además de aprovechar la protección balística, el aislamiento térmico, los sobreembalajes y el blindaje contra la radiación, hay también otros elementos del diseño que podrían ser utilizados para contrarrestar tales ataques.

5.31. El compartimento de carga puede estar construido con múltiples capas de material resistente a explosiones. En comparación con la presencia de un solo espesor de material, está comprobado que el hecho de separar múltiples capas intercalando entre ellas otros materiales, o incluso cámaras de aire, ofrece mayor protección contra proyectiles y explosiones. El aislamiento térmico, que también tiene efecto ignífugo, puede servir asimismo para reducir los efectos posteriores a un ataque a distancia con explosivos.

5.32. El bulto en el que viajan los materiales también puede contribuir a la seguridad física de estos. Determinados bultos, como los del tipo B (véase la publicación N° SSR-6 (Rev. 1) [13]), están diseñados para permanecer intactos en caso de accidente de transporte, por lo que pueden ofrecer protección contra ciertos intentos de sabotaje.

5.33. Cuando el transporte discurra en condiciones de gran amenaza, cabe la posibilidad de reforzar aún más la seguridad física encerrando el bulto en un robusto sobreembalaje de protección diseñado para resistir ataques a distancia

y todo acceso no autorizado. Los sobreembalajes podrían tener, entre otras, las siguientes características:

- a) posibilidad de cargar y descargar bultos sin retirar el sobreembalaje del vehículo de transporte;
- b) paredes con una estructura multicapa;
- c) señuelos visuales, como pernos y llaves inoperantes, fijados al sobreembalaje;
- d) función de sujeción para fijar el sobreembalaje al vehículo, bloqueándolo, desde el interior del sobreembalaje;
- e) pared más interna provista de un núcleo interior de espuma con fines de protección térmica;
- f) llaves mecánicas de doble bloqueo para abrir y cerrar el sobreembalaje;
- g) función de activación de una señal de baliza tras toda apertura imprevista del sobreembalaje;
- h) alerta de GPS y confirmación de GPS a la llegada a destino, y
- i) capacidad de rastreo por GPS.

5.34. También es posible utilizar sistemas de contención de la carga para reforzar la seguridad física del bulto. Por ejemplo, cabría emplear sistemas de contención que formen parte integrante de la estructura del medio de transporte para fijar a este los sobreembalajes o los bultos, cosa que, al aumentar el tiempo de dilación que necesita un adversario para retirar la carga, acrecienta el nivel de seguridad física. También cabe incrementar el tiempo de dilación utilizando sujeciones de contención que solo se puedan desbloquear con una herramienta especial. Son ejemplo de sistemas de contención de la carga las sujeciones de cadenas con cierre protegido, las redes de cables y los sobreembalajes con fijación de seguridad a la plataforma de carga.

5.35. Un medio de transporte concebido específicamente para resistir ataques a distancia y aumentar la probabilidad de que el personal de guardia y el de transporte sobreviva a un ataque debería contar con los siguientes elementos:

- a) neumáticos a prueba de bala reforzados con fibra de aramida, resistentes a la fragmentación y a los pinchazos y montados en llantas de acero para que el vehículo pueda escapar a gran velocidad incluso con los neumáticos destrozados;
- b) protección del depósito de combustible, por ejemplo con la aplicación de placas de blindaje o el uso de un depósito de espuma diseñado especialmente para impedir que el depósito explote aun en caso de impacto directo;
- c) placas de acero reforzado fijadas en los bajos del medio de transporte para protegerlo en caso de que haya un explosivo colocado bajo el vehículo;

- d) placas de blindaje para proteger el motor, y
- e) parachoques de rejilla y de tipo barra de toro de acero ultrarresistente, montados en la parte delantera del medio de transporte para proteger a los ocupantes del vehículo en caso de colisión y para que el medio de transporte pueda ser conducido campo a través, entre matorrales, escombros y demás obstáculos, en caso de emboscada.

5.36. Otras posibles medidas son las barreras balísticas (por ejemplo, ventanas balísticas lo bastante robustas como para resistir el impacto de proyectiles o desviar la onda expansiva de una explosión), las puertas con placas de blindaje, los dispositivos contra el secuestro de vehículos (como cerraduras adicionales en las puertas) o un discreto botón de alerta de coacción al alcance del conductor.

5.37. Para incrementar sustancialmente el tiempo de dilación cabe utilizar sistemas activos de dilación, que por lo tanto deberían ser tenidos en cuenta al diseñar un sistema de seguridad física del transporte para aquellos envíos cuyas características exijan especial confidencialidad y hagan que toda pérdida se considere inaceptable (por ejemplo, envíos de materiales nucleares de categoría I), o cuando el medio de transporte vaya a estar moviéndose a considerable distancia de las fuerzas de respuesta. Los elementos de dilación activos pueden ser divididos en tres grandes categorías, que responden a distintos objetivos de seguridad física: a) sistemas dispensadores; b) oscurecedores; y c) controles operativos del vehículo.

5.38. Los sistemas dispensadores, al ser accionados, expulsan un material (por ejemplo, una espuma pegajosa o una maraña de cables) que crea una barrera que impide acceder al bulto o los materiales. Al detectarse un acceso no autorizado, estos sistemas pueden ser accionados manualmente (por el personal del transporte o el centro de control del transporte) o automáticamente en función de los actos del adversario (por ejemplo, cuando se detecte que ha traspasado un determinado perímetro alrededor del bulto).

5.39. Los oscurecedores, al ser accionados y liberados, generan un entorno intolerable o difícil que complica la actuación del adversario. Puede tratarse de humo, que crea una situación equivalente a un apagón, o de alarmas estridentes o luces estroboscópicas brillantes, que generan un entorno que aturde al adversario.

Sistemas de control operativo del vehículo

5.40. Como parte del sistema de seguridad física del transporte cabe la posibilidad de utilizar sistemas que actúan sobre el control operativo del vehículo. Los hay de

dos tipos: los sistemas de autorización del vehículo, y los sistemas de inutilización o inmovilización del vehículo. En ambos casos, conviene que estos sistemas estén protegidos contra la manipulación física ilícita y contra los ciberataques.

5.41. En un vehículo equipado con un sistema de seguridad secuencial del encendido en el que, por ejemplo, el conductor haya de seguir un protocolo de autorizaciones para poner en marcha el vehículo, este sistema puede requerir el uso de una tarjeta o dispositivo de identificación o la realización de las operaciones en un determinado orden para que el vehículo arranque. Si se confirma la identificación, el sistema de alarma se desactiva y permite poner el vehículo en funcionamiento. Sin embargo, si no se confirma la identificación, el vehículo no arrancará y en cambio se accionará y se transmitirá, por lo general al centro de control del transporte, una alarma, oculta o explícita, que señalará un uso no autorizado del vehículo.

5.42. Los sistemas de inmovilización o inutilización, cuando se activan, inhabilitan todas las funciones operativas del vehículo. Estos sistemas pueden ser activados desde el interior del vehículo o a distancia, ya sea desde un vehículo de escolta o desde el centro de control del transporte. La inmovilización puede ser reversible, con empleo, por ejemplo, de un temporizador variable o de un reinicio manual.

5.43. Son elementos de inmovilización, entre otros, los siguientes:

- a) dispositivos de corte del combustible del motor, que inhabilitan la bomba de combustible o el sistema de suministro de combustible;
- b) válvulas de corte del aire del turbocompresor, que impiden la entrada de aire en el motor para que tenga lugar la combustión;
- c) dispositivos de inutilización de la conexión del acelerador, que, por medios electrónicos, impiden la aceleración, de tal modo que los sistemas informáticos de control a bordo ralentizan el vehículo o impiden que acelere;
- d) sistemas de frenado controlado, que fuerzan al vehículo a detenerse dentro de un lapso determinado tras el encendido activando los frenos del vehículo lentamente o a intervalos, de manera que el conductor pueda mantener siempre el control, y
- e) sistemas de activación del freno, que provocan el bloqueo de los frenos, razón por la cual, por motivos de seguridad, deberían ser utilizados únicamente cuando el vehículo esté parado.

Medidas administrativas relacionadas con la seguridad física del medio de transporte

5.44. Todo el personal que intervenga en un envío debería disponer de documentación verificable, en particular identificación fotográfica, certificados y, cuando proceda, documentación operativa, junto con todo permiso de trabajo que sea necesario.

5.45. Conviene conservar los registros relacionados con la custodia y el traslado de materiales, como los de la cadena de custodia, con las firmas correspondientes a las operaciones de transferencia. Al conductor o transitario también se le debería proporcionar la debida documentación de la expedición, lo que incluye una declaración con un plan de transporte y un inventario de los bultos.

5.46. Al conductor y demás personal que intervenga en el envío se les deberían proporcionar instrucciones operativas y capacitación adecuadas, lo que supone que han de revestir las siguientes características:

- a) ser fáciles de entender y constar por escrito, de ser necesario;
- b) especificar las funciones y responsabilidades del personal, y
- c) detallar lo siguiente:
 - i) las prácticas de seguridad física que hay que seguir y las precauciones que hay que adoptar para garantizar la seguridad tecnológica y física del personal y de la carga;
 - ii) cómo debe conducirse el personal antes y en el transcurso del envío, en el momento de la salida y en el transcurso y después de la entrega;
 - iii) cómo debe conducirse el personal durante las paradas programadas (como las de repostaje o los descansos del conductor) y las paradas no programadas, y
 - iv) cómo debe conducirse el personal y las responsabilidades que tiene asignadas en caso de suceso imprevisto o de emergencia.

5.47. Antes de la partida, antes de reanudar el transporte después de una parada y tras la llegada conviene verificar la integridad de los dispositivos de seguridad física fijados a los bultos y al medio de transporte.

5.48. Cuando resulte factible, es una buena práctica introducir la regla de actuación por pareja para reducir la amenaza de agentes internos durante el transporte (véase la publicación de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 8-G (Rev. 1), titulada *Medidas de prevención y de protección contra las amenazas de agentes internos* [33]). Cabría la posibilidad, por ejemplo, de entregar a

dos personas distintas las llaves de acceso al bulto de materiales radiactivos y las de la cerradura del contenedor o, cuando el medio de transporte viaje con escolta, entregar un juego de llaves al grupo de escolta y otro juego al conductor. Es posible asimismo enviar al destinatario del envío las llaves de las cerraduras esenciales, o hacer que estas viajen por separado, procedimiento que cabe seguir también cuando se utilicen otros tipos de mecanismo de cierre, como lectores de tarjetas de acceso o escáneres biométricos.

5.49. Nunca se debería dejar un vehículo desatendido. La regla de actuación por pareja garantiza que en todo momento pueda haber un conductor que permanezca despierto, alerta y en el interior del vehículo. No obstante, cuando no haya más remedio que dejar el vehículo desatendido durante un breve espacio de tiempo, conviene bloquearlo e inmovilizarlo y dejar la alarma activada (véanse los párrs. 5.40 a 5.43). Es una buena práctica estacionar el vehículo en zonas bien iluminadas y seguras que estén bajo vigilancia constante de guardias de seguridad o fuerzas del orden. Cuando no haya tal vigilancia, pueden ejercerla el conductor y/u otro miembro del personal de transporte, de conformidad con el reglamento y/o el plan de seguridad física del transporte aprobado.

5.50. En previsión de eventuales averías técnicas del vehículo, el transportista debería tener implantadas disposiciones para efectuar reparaciones *in situ* o remolcar el vehículo hasta una instalación de reparación. El transportista debería disponer de un plan para trasladar al lugar seguro más cercano todo vehículo inoperativo que cargue materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Llegado tal caso, se pueden aplicar medidas de seguridad física compensatorias (véanse los párrs. 6.35 a 6.38) hasta que se haya efectuado la reparación o se haya sustituido el vehículo. Para aquellos casos en que no sea posible desplazar el vehículo, se deberían tener previstas medidas de contingencia para crear un perímetro de seguridad provisional alrededor del vehículo (por ejemplo, con el despliegue de fuerzas de escolta adicionales).

5.51. Como medida de precaución ante una posible situación de incapacidad de los conductores, el transportista debería también designar de antemano a conductores de reserva e incorporarlos al convoy. En caso de que el convoy se detenga porque el conductor no esté en condiciones de conducir, la unidad de escolta debería adoptar medidas para garantizar la seguridad tecnológica y la seguridad física del convoy mientras dure el cambio de conductor, medidas que podrían incluir la regulación del tráfico paralelamente a la protección del convoy.

5.52. Para cada convoy que vaya a circular por carretera conviene designar un comandante de convoy, que se encargará de transmitir información e instrucciones

a la tripulación de los distintos vehículos y de recibirlas de ella y también de velar por que el envío discorra en condiciones de seguridad tecnológica y seguridad física. Esta persona debería ser el principal enlace entre el convoy y el centro de control del transporte. El comandante de la escolta, que es uno de los guardias que viajan en los vehículos de escolta, podría ser también el comandante del convoy, función que se podría asignar asimismo a un subcomandante.

5.53. En el plan de seguridad física del transporte se debería especificar el tamaño y la estructura del convoy, en particular el número de medios de transporte y el número de vehículos de escolta por cada medio de transporte, la distancia de separación entre los vehículos de escolta y los medios de transporte y todo límite que pueda haber en cuanto al número de vehículos que es posible estacionar en un mismo lugar de parada durante el trayecto. Teniendo en cuenta cuán delicada es esta suma de información, conviene que el plan de seguridad física del transporte esté protegido, a efectos de seguridad física de la información, y que solo quienes deban necesariamente conocerlo tengan autorización para acceder a él.

5.54. En el curso de un transporte, el comandante del convoy y el personal de guardia deberían asumir la responsabilidad de todas las medidas de reacción inmediata. Ante una tentativa de sabotaje, el convoy debería hacer todo lo posible por seguir avanzando y conseguir llevar la carga a un lugar seguro. Si uno de los medios de transporte queda inutilizado, quizá los demás medios de transporte del convoy deban seguir avanzando hasta estacionar en un lugar que ofrezca condiciones de seguridad tecnológica y física para no verse expuestos de nuevo a un ataque. Tales desplazamientos podrían obligar a dividir las fuerzas de escolta, por lo que convendría llevarlos a cabo con arreglo al plan de contingencia. El comandante del convoy debería centralizar la información y compartirla con el centro de control del transporte y también con las fuerzas del orden, cuando proceda. La eventual necesidad de modificar la ruta debería ser sopesada con las fuerzas del orden, según lo previsto en el plan de contingencia, y comunicada al centro de control del transporte.

MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE RELACIONADAS CON LA ESCOLTA DEL ENVÍO

5.55. El personal de escolta, vaya o no armado, debería recibir capacitación especializada y contar con equipo adecuado para proteger el envío. Este personal puede viajar en el propio medio de transporte o en vehículos de acompañamiento. Tanto el personal como los vehículos deberían estar debidamente equipados

para comunicarse con el centro de control del transporte y/o con entidades de respuesta externas.

5.56. Los conceptores de los sistemas de seguridad física del transporte deberían determinar, atendiendo a la evaluación de amenazas o la amenaza base de diseño y a las posibles consecuencias radiológicas en caso de sabotaje del material, el nivel de protección y de armamento que necesita el personal de guardia. También deberían determinar las tácticas que previsiblemente habrá de emplear el personal de guardia, así como el uso de la fuerza autorizado por el Estado. Si para custodiar un envío el reglamento nacional impone el uso de guardias armados, estos deben llevar armas que se ajusten a los requisitos legales del Estado y disponer de equipo de protección personal y de comunicaciones. Si el personal de guardia va a ir armado, lo siguiente que conviene considerar es la selección de las armas. Entre las posibles armas que se pueden utilizar, en función de la legislación nacional, están las armas cortas (como pistolas), las armas largas (como rifles), las armas automáticas y semiautomáticas, las granadas de mano, las porras, las pistolas paralizantes (tásers), los pulverizadores de pimienta u otro producto químico irritante, las granadas de humo y las granadas cegadoras (o aturdidoras). Conviene elaborar guías y procedimientos e impartir capacitación sobre las condiciones en que el personal de guardia está autorizado a emplear sus armas, con arreglo, de nuevo, a la legislación nacional.

5.57. Además de disponer de armas, el personal de guardia debería contar con protección balística personal, como chalecos antibalas, cascos antibalas, protección ocular y auditiva, dispositivos de comunicación portátiles y otros elementos de equipamiento táctico que refuercen su capacidad de respuesta, como chalecos tácticos con munición.

5.58. Conviene tener en cuenta no solo la protección del material, sino también la del personal del medio de transporte y la del personal de guardia (también denominado “fuerza de respuesta interna”), de manera que tengan mayor probabilidad de sobrevivir a un ataque. En el supuesto de que un envío sea atacado, si los guardias y el personal de transporte están debidamente equipados también podrán, además de cumplir funciones de detección, retrasar la actuación de los adversarios. El personal de guardia y el de transporte deberían poder enviar una señal de coacción mediante un botón de alerta de coacción móvil o fijo. En caso de ataque, los objetivos deberían cifrarse en mantener el medio de transporte en movimiento y en activar otras medidas de seguridad física, participando a la vez activamente en la protección del envío.

5.59. Si un gran número de los guardias que escoltan un medio de transporte sobrevive a las fases iniciales de un ataque, habrá menos necesidad de adoptar más medidas de dilación, ya que los guardias restantes podrán demorar el ataque. Por el contrario, si pocos guardias sobreviven (porque ha habido muchas bajas o porque de entrada el personal de guardia era poco numeroso), se requerirá mucho más tiempo de dilación para que los guardias restantes tengan margen suficiente para volver a desplegarse y defender la carga. Si el envío viaja por zonas aisladas, en las que no es posible disponer de inmediato de fuerzas secundarias de respuesta en cantidad suficiente, el personal de guardia cumple una valiosa función para proteger los materiales nucleares u otros materiales radiactivos, por lo que es de la mayor importancia que sobreviva. Además, el personal de transporte debería poder mantener el control del medio de transporte e impedir que un adversario lo utilice para escapar con el material.

5.60. En la fase de diseño del sistema de seguridad física del transporte conviene plantearse la manera de lograr que el personal de guardia y el de transporte tengan mayor probabilidad de sobrevivir en caso de ataque. Aunque el hecho de integrar en el vehículo la protección necesaria ayuda a aumentar las posibilidades de supervivencia del personal, también suele añadir mucho peso al chasis. Por ello, un factor que conviene tener en cuenta es el peso bruto del chasis, tanto en vacío como con la mayor carga que esté previsto transportar. Es fundamental que el chasis tenga las dimensiones adecuadas para garantizar que el vehículo funcione según lo previsto.

5.61. El personal de guardia acompañante debería tener constantemente monitorizado el vehículo y sus inmediaciones. En caso de que el medio de transporte accione una alarma, lo más probable es que los primeros en evaluarla y validarla sean el personal de transporte, el personal de guardia o las fuerzas de escolta. Un vehículo de reconocimiento puede preceder al convoy con objeto de evaluar visualmente las condiciones del itinerario, dar la alarma en caso necesario, quizá desviar el transporte y, de ser preciso, activar la intervención de las fuerzas de respuesta.

5.62. En el caso de envíos por ferrocarril, el personal de escolta y/o de guardia debería acompañar el envío para vigilar el vagón de carga o los contenedores de carga en que viajen los materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Este personal podría viajar en un automóvil de guardia contigo y utilizar cámaras de circuito cerrado para vigilar el envío.

MEDIDAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE RELACIONADAS CON EL CENTRO DE CONTROL DEL TRANSPORTE

5.63. El centro de control del transporte —ya se trate de un transporte por carretera, por ferrocarril, por vía aérea o por vía acuática— es parte integrante del sistema de seguridad física del transporte y centraliza las actividades de comunicación y rastreo. Para el transporte de material nuclear de las categorías I y II, se recomienda utilizar un centro de control del transporte como medida adicional de seguridad física. El órgano regulador también podría considerar la posibilidad de imponer el uso de un centro de control del transporte para todo envío de fuentes radiactivas de categoría 1. Si como parte de la estrategia de protección no se utiliza un centro de control del transporte, conviene instituir para cada envío un punto de contacto único con el que puedan comunicarse el personal de transporte o las fuerzas de escolta para solicitar ayuda en caso necesario.

Medidas técnicas relacionadas con el centro de control del transporte

5.64. El centro de control del transporte debería estar protegido contra toda amenaza que tenga por objetivo influir en su función o neutralizarla. Con objeto de proteger el centro de control del transporte de las amenazas definidas (a tenor de la evaluación de amenazas o la amenaza base de diseño), conviene tener instaurados, de conformidad con las estrategias nacionales, tanto sistemas de protección física como programas y medidas de seguridad informática (véase la ref. [24]). El acceso físico y cibernético al centro de control del transporte debería estar restringido a personal autorizado cuyo historial haya sido debidamente comprobado. Conviene aplicar la regla de actuación por pareja e instaurar y mantener medidas que impidan todo acceso no autorizado mediante sistemas de detección de intrusiones. Además, el centro de control del transporte debería utilizar canales de comunicación redundantes, variados y protegidos y disponer de suministro eléctrico de emergencia.

5.65. El centro de control del transporte debería poder monitorizar los envíos de forma continua, tanto en condiciones de funcionamiento normal como en situaciones de emergencia. Aunque el personal de transporte puede facilitar el seguimiento presentando informes a intervalos regulares, el centro de control del transporte también debería tener rastreado el envío de material, lo que supone conocer en tiempo real su posición y su situación de seguridad física, para estar en condiciones de alertar a las fuerzas de respuesta en caso de ataque. El centro también debería mantener de forma continua y segura una comunicación de voz

bidireccional, así como intercambios de mensajes de texto, con el personal de transporte que tenga el envío a su cargo y con las fuerzas de respuesta.

5.66. La autoridad competente del Estado podría tener su propio centro de control del transporte. En tal caso, el Estado debería adoptar las disposiciones necesarias para el intercambio de información y recursos digitales entre el centro de control del transporte del Estado, el centro de control del transporte de la entidad operadora y el personal de transporte encargado del envío. Independientemente de quién maneje el centro de control del transporte, conviene prestar atención a la adecuada dotación de plantilla, los horarios de trabajo y la capacitación del personal, a fin de garantizar que en todo momento, durante el transporte, haya una dotación de personal adecuada y eficaz.

5.67. En caso de transporte por vía marítima, el centro de control del transporte debería encontrarse en el Estado de pabellón del buque (esto es, aquel en que se abandera el buque) y disponer en todo momento, durante el transporte, de personal debidamente capacitado y cuyo historial haya sido comprobado. El buque debería contar con un sistema que permita al centro de control del transporte monitorizar su localización a intervalos regulares y también cuando le sea solicitado.

Medidas administrativas relacionadas con el centro de control del transporte

5.68. Un centro formal de control del transporte es básicamente un punto central de enlace que garantiza la monitorización continua de los envíos. El personal a cargo del centro de control del transporte debería estar en posesión de toda la información necesaria sobre el transporte, a saber, material expedido, distintas partes que intervengan en el transporte (remitente, transportista, destinatario, transitarios, etc.), puntos y entidades de tránsito (como puertos o aeródromos), e información relativa a la activación de planes de respuesta y de contingencia.

5.69. El centro de control del transporte debería saber a quién contactar y cuándo hacerlo y disponer de una lista de información esencial que deba ser comunicada si durante el transporte se produce un suceso relacionado con la seguridad física nuclear. Estos procedimientos deberían estar formalizados en los planes de respuesta y de contingencia.

5.70. Mientras el envío esté en curso, el personal del centro de control del transporte debería poder informar al conductor del vehículo de todo incidente que pudiera repercutir en la seguridad física, como una manifestación, un cierre vial o un accidente grave en algún punto de la ruta prevista.

5.71. El centro de control del transporte debería tener contacto prioritario con el comandante del convoy y demás partes que intervengan en el envío. Conviene establecer una cadena de mando clara y consignar las señas de contacto correctas de todos sus integrantes. Tanto el centro de control del transporte como el conductor del medio de transporte y el comandante y los subcomandantes del convoy deberían disponer de la información relativa a la cadena de mando y a las disposiciones de comunicación.

COMUNICACIÓN EN LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

5.72. Es fundamental que existan sistemas de comunicación bidireccionales a lo largo de todo el proceso de transporte para mantener los dos tipos principales de comunicación: administrativa y operativa.

5.73. La comunicación administrativa comprende los intercambios que se realizan durante las fases de planificación y finalización, incluida la presentación de documentos de transporte (p. ej., presentación del plan de seguridad física del transporte para su examen y aprobación reglamentarios). También se considera comunicación administrativa el intercambio de notificaciones previas y posteriores al envío entre el remitente, el destinatario, otras terceras partes (autoridades aduaneras, transportistas, entidades operadoras...) y la autoridad competente. Todas las partes interesadas deberían asegurarse de que esta información sea transmitida y manejada de tal modo que solo llegue a un número mínimo de personas, a saber, aquellas que deban conocerla necesariamente.

5.74. La comunicación operativa abarca todos los intercambios (es decir, de datos y voz) que se realizan durante el transporte, desde la comunicación interna del transporte hasta la comunicación entre el personal responsable del envío, el personal de escolta y el centro de control del transporte. Un subtipo particular de comunicación operativa es el de los intercambios que tienen lugar durante un suceso relacionado con la seguridad física y, más concretamente, los intercambios entre el personal responsable del envío y las fuerzas de respuesta externas. Dado que esta forma de comunicación suele pasar por teléfono móvil y puede por lo tanto ser interceptada, quienes utilicen tales herramientas de comunicación deberían abstenerse de transmitir información delicada. De ser posible, la entidad de seguridad física del transporte (p. ej., el centro de control del transporte, la fuerza de respuesta interna, los guardias de seguridad) y las fuerzas de respuesta externa deberían compartir un canal seguro de comunicación bidireccional.

5.75. A la hora de planificar y diseñar la estructura de comunicación deberían tenerse en cuenta varios aspectos de carácter operativo. El más importante es la necesidad de que el sistema de comunicación funcione a lo largo de todo el proceso de transporte. La comunicación puede pasar por diferentes medios (teléfono móvil, radio, teléfono por satélite, etc.) y revestir distintas formas (voz, datos, etc.). Son ejemplo de tecnologías de comunicación los transmisores portátiles seguros y cifrados, el equipo de comunicación por satélite y los receptores y transeceptores móviles o portátiles de frecuencia general, incluidos los de muy alta frecuencia y los de ultrafrecuencia. Estos sistemas de comunicación deberían estar encriptados para impedir que el público en general y los adversarios puedan seguir las comunicaciones internas del sistema de transporte. Cuando no haya más opción que la comunicación abierta, cabe contemplar el uso de técnicas como palabras o frases en clave para proteger en cierta medida la información delicada que se esté transmitiendo.

5.76. Otra consideración, a la hora de planificar la comunicación, es la posibilidad de emplear sistemas que sean compatibles con las redes que utilice el personal de transporte, el personal de guardia y una eventual fuerza de respuesta externa. Los sistemas de comunicación también deberían ser lo bastante robustos como para soportar diferentes condiciones de funcionamiento.

5.77. Es importante tener prevista suficiente capacidad de comunicación para que sea posible informar oportunamente de todo suceso relacionado con la seguridad física y activar la respuesta que proceda. Por tal motivo, conviene proporcionar a conductores, personal de escolta y demás personal de transporte un medio de comunicación (p. ej., teléfono móvil, radio bidireccional, ordenador, radio o teléfono vía satélite con mensajes de voz y texto). Cuando el transporte discorra en zonas aisladas, donde la falta de infraestructura obligue a utilizar múltiples tecnologías, cabe valorar la posibilidad de emplear medios de comunicación adicionales. El hecho de disponer de un medio de comunicación suplementario también ayudará a garantizar la capacidad de comunicación en caso de que falle un dispositivo. Antes de que el envío abandone la instalación de partida, conviene ensayar los sistemas habituales de comunicación, la señal de GPS, los botones de alerta de coacción y las correspondientes alarmas.

5.78. Antes de cada transporte conviene establecer códigos verbales especiales para situaciones de coacción, que deberían revestir carácter confidencial. También cabe la posibilidad de establecer de antemano contraseñas especiales para que el transportista sepa que está hablando únicamente con los conductores designados.

5.79. Los conductores y demás personal de transporte deberían recibir por escrito instrucciones aplicables en caso de suceso relacionado con la seguridad física, provistas de información como la localización de las paradas autorizadas, el funcionamiento de los sistemas de alarma, las medidas procedentes en caso de robo o sabotaje del vehículo o el bulto y los números de teléfono de personas clave que trabajen para la entidad operadora o las fuerzas del orden.

CAPACITACIÓN Y CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

5.80. Los reglamentos de seguridad del transporte de mercancías peligrosas, como el Reglamento Modelo [5] o los reglamentos elaborados por la Organización Marítima Internacional [6] y la Organización de Aviación Civil Internacional [7], prescriben la realización de cursos de sensibilización en materia de seguridad física. La mayoría de los acuerdos regionales remiten asimismo a estos reglamentos internacionales. La capacitación que se imparte sobre el transporte de mercancías peligrosas sería también aplicable al transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, ya que estos pertenecen a las mercancías peligrosas de clase 7. Los cursos de sensibilización sobre seguridad física podrían estar integrados en la capacitación obligatoria ya existente sobre seguridad. Para impartirlos cabe recurrir a diferentes modalidades: presencial, en línea o con herramientas alojadas en la web. Durante la capacitación conviene poner el acento en los problemas específicos de seguridad física ligados a eventuales consecuencias radiológicas que puedan derivarse del carácter nuclear y/o radiactivo del material.

5.81. Todas las personas que intervienen en el transporte de mercancías peligrosas deberían recibir cursos básicos de sensibilización sobre seguridad física que les permitan comprender la necesidad de las medidas de seguridad física del transporte, la naturaleza de las amenazas relacionadas con la seguridad física, los métodos para responder a problemas de seguridad física y el modo de actuar ante un suceso relacionado con la seguridad física. Esta capacitación debería incluir asimismo información sobre los planes de seguridad física del transporte y, si procede, sobre los planes de contingencia y de respuesta, de forma adaptada a las atribuciones de los participantes y a la función que cumplan en la aplicación de dichos planes.

5.82. El empleador debería comprobar, en el momento de la contratación, que toda persona que vaya a intervenir en el transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos haya seguido cursos de sensibilización sobre seguridad física o, cuando no sea el caso, debería impartir esta capacitación a dicho personal.

Esta capacitación debería ser complementada con cursos de repaso impartidos regularmente, con la periodicidad que determinen la autoridad competente o el propio empleador.

5.83. El empleador debería mantener un registro de todos los cursos de sensibilización sobre seguridad física que haya seguido el personal y poner dicho registro a disposición de los empleados y el órgano regulador, previa solicitud al respecto. En particular, el empleador debería mantener un registro de la capacitación impartida y/o de los justificantes que acrediten la capacitación recibida en otro lugar, así como su vigencia, y también un registro de todo curso de repaso que haya seguido el personal. El empleador debería conservar estos registros durante el período especificado por la autoridad competente.

5.84. El Estado debería establecer criterios claros sobre la capacitación del personal de guardia o los cuerpos de seguridad a los que se encomiende la escolta de los envíos. Estos criterios deberían llevar al establecimiento de un plan de capacitación y cualificación, que normalmente preparará el remitente o transportista o la entidad que este contrate para asumir las labores de escolta de seguridad.

5.85. El remitente, el transportista o la entidad responsable de la seguridad física de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos durante el transporte no debería permitir que nadie cumpla funciones ni tenga atribuciones relacionadas con la seguridad física de los materiales a menos que la persona esté debidamente formada, equipada y cualificada para ello de conformidad con el plan de capacitación y cualificación.

5.86. También podría suceder que se asignaran funciones y responsabilidades relacionadas con la seguridad física de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos a personal que no se dedicase a la seguridad física, en cuyo caso este personal debería cumplir los siguientes requisitos:

- a) haber recibido capacitación, estar cualificado y mantener actualizadas sus cualificaciones, mediante programas de capacitación establecidos, para cumplir las funciones que tenga asignadas;
- b) haber recibido el equipo necesario para cumplir las funciones que tenga asignadas, y
- c) poseer el conocimiento, la destreza y la capacidad, incluidas aptitudes físicas (como vista y oído adecuados), que se necesitan para cumplir las funciones y responsabilidades que tenga asignadas.

5.87. Como parte de las tácticas defensivas, se debería proporcionar al personal de guardia acompañante y al de las fuerzas de respuesta capacitación y cualificación respecto de los sistemas de armas seleccionados y de la protección balística personal, además de capacitación en el uso de tales sistemas. También debería tenerse en cuenta la forma física del personal de guardia y su aptitud para tomar decisiones tácticas y funcionar como un elemento cohesionado. Para asegurar que puedan cumplir las misiones que tengan asignadas, sería preciso que los guardias y las fuerzas de respuesta recibieran capacitación continua en los aspectos antes mencionados, participando por ejemplo en simulacros, ensayos de comportamiento de alcance limitado y ejercicios.

5.88. Conviene que la capacitación impartida cubra también la seguridad y protección radiológicas, los riesgos y amenazas de seguridad física ligados al material transportado, los tipos de bulto y el nivel de radiactividad autorizado en cada bulto, así como los planes de respuesta y de comunicación.

6. ELABORACIÓN, APROBACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

6.1. La autoridad competente debería solicitar que se elabore un plan de seguridad física del transporte para el material nuclear de las categorías I y II, como se recomienda en la referencia [2], y para todo material radiactivo a cuyo transporte se asigne el nivel de seguridad física reforzada, conforme a lo recomendado en la referencia [4]. También podría considerar necesario un plan de seguridad física del transporte de materiales nucleares de categoría III o categorías inferiores y de otros materiales radiactivos en función del nivel de amenaza, del atractivo relativo del material o de otros efectos indirectos, ya sean reales o percibidos, que un suceso relacionado con la seguridad física pudiera tener sobre el público o la sociedad.

6.2. En esta sección se describe el proceso de elaboración, aprobación y evaluación de un plan de seguridad física del transporte y se exponen ejemplos de buenas prácticas al respecto. También se dan aquí indicaciones sobre el contenido de un plan de seguridad física del transporte y el modo de aplicarlo y mantenerlo eficazmente como parte del sistema de seguridad física del transporte.

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

6.3. La autoridad competente debería proporcionar al remitente o transportista descripciones claras del contenido y la estructura del plan de seguridad física del transporte, junto con indicaciones y requisitos claramente definidos para elaborarlo y aplicarlo debidamente. Una vez realizada una evaluación de la vulnerabilidad y ultimado el diseño de un sistema de seguridad física del transporte como se explica en la sección 4, el remitente o transportista, basándose en la información facilitada por la autoridad competente, debería elaborar un plan de seguridad física del transporte que incorpore una serie de medidas de seguridad física. En el apéndice I de la referencia [2] se presenta un modelo de plan de seguridad física del transporte de materiales nucleares y en el apéndice II de la referencia [4] hay un modelo de plan de seguridad física del transporte de otros materiales radiactivos. Un determinado plan de seguridad física del transporte puede servir para un único envío o para varios envíos semejantes y puede tener validez para un período establecido o para determinado número de envíos.

6.4. Si el remitente o transportista recurre a los servicios de un transportista o transitario subcontratado, debería asegurarse de que el subcontratista en cuestión cumpla los criterios del plan de seguridad física del transporte, aplique un mecanismo de verificación de las medidas de seguridad física del transporte y conserve los registros. Además, el subcontratista y sus empleados que participen en el transporte de materiales nucleares u otros materiales radiactivos deberían superar el mismo proceso de evaluación de la probidad al que es sometido todo nuevo empleado que contrata la entidad operadora. Si bien la responsabilidad de aplicar este proceso debería recaer en el subcontratista, la entidad operadora debería solicitar al subcontratista que demuestre, a través de sus registros, que se han llevado a cabo las verificaciones pertinentes.

6.5. Si el remitente o transportista mantiene el mismo plan de seguridad física del transporte para varios envíos, debería, de conformidad con los requisitos reglamentarios aplicables, someterlo periódicamente a examen y actualizarlo según sea necesario. También debería actualizarlo si se introducen modificaciones importantes en el sistema de seguridad física del transporte, si cambia la amenaza, si cambian los procesos descritos en el plan o si hay modificaciones de la reglamentación que impongan una actualización. La autoridad competente podría solicitar al remitente o transportista que vuelva a presentar el plan a intervalos definidos para su examen y, en caso necesario, su aprobación.

6.6. El proceso de elaboración de un plan de seguridad física del transporte puede comprender los siete pasos expuestos a continuación.

- 1) El remitente o transportista designa a una persona que asumirá la responsabilidad general del plan de seguridad física del transporte, a la cual se puede encomendar, bien que supervise a un equipo de redacción, bien que se encargue de redactar y ultimar el plan de seguridad física del transporte.
- 2) Se selecciona un equipo de personas en función de las responsabilidades descritas en el plan. Por ejemplo, este equipo podría contar con un oficial de protección radiológica, un especialista en seguridad física y un especialista en logística. Aunque el equipo debería ser tan grande como sea necesario para tratar adecuadamente los requisitos de seguridad física, también podría constar de una sola persona.
- 3) Se planifica y elabora un esquema de la estructura del plan de seguridad física del transporte. En los párrafos 6.7 a 6.30 de la presente publicación, así como en el apéndice II de la referencia [4] y en el apéndice I de la referencia [2], se exponen los aspectos que conviene considerar para elaborar un plan de seguridad física del transporte.
- 4) La persona responsable y/o el equipo de redacción reúne los datos y la información correspondientes acerca de los envíos y los utiliza para elaborar un borrador del plan de seguridad física del transporte.
- 5) El personal directivo del remitente o transportista aprueba el borrador del plan de seguridad física del transporte.
- 6) Si se requiere la aprobación de la autoridad competente, se presenta a esta el plan de seguridad física del transporte aprobado para que dicha autoridad lo apruebe a su vez.
- 7) Si se requiere la aprobación de la autoridad competente, esta aprueba el plan de seguridad física del transporte o solicita información adicional al remitente o transportista. En este último caso, se repiten los pasos 4 a 6.

Consideraciones para la elaboración de un plan de seguridad física del transporte

6.7. Al ir siguiendo los pasos anteriores para elaborar un plan de seguridad física del transporte, el remitente o transportista debería obtener información de todos los interlocutores pertinentes (las fuerzas de respuesta, otras autoridades competentes, etc.), en particular datos sobre el itinerario (ruta principal y rutas alternativas, puentes y túneles, eventos previstos a lo largo del trayecto, estado de las carreteras, etc.), descripción de los materiales y los vehículos, pormenores sobre la composición del convoy de transporte e información sobre el personal

de escolta (p. ej., si va o no armado), sobre las disposiciones de comunicación y sobre las medidas de dilación (como dispositivos de inmovilización de vehículos).

6.8. Cabría considerar que la información sobre la cantidad de material que se va a enviar o la fecha y ruta del envío, tomada por separado, no es información delicada, pero, al combinarla con otros datos, el documento resultante sí debería ser considerado delicado y quedar por lo tanto debidamente protegido.

6.9. En los párrafos 6.10 a 6.30 se ofrecen detalladas indicaciones sobre otro tipo de información que cabría tener en cuenta para incluirla en el plan de seguridad física del transporte.

Evaluación de amenazas y evaluación de la vulnerabilidad

6.10. En un plan de seguridad física del transporte se deberían tener en cuenta las amenazas pertinentes que figuren en la evaluación nacional de amenazas. Antes de todo envío, el Estado debería llevar a cabo una evaluación de amenazas. Si se determina que hay un elevado nivel de amenaza, el remitente o transportista debería contemplar medidas adicionales de seguridad física o plantearse la posibilidad de adaptar la ruta, el curso y el calendario de los transportes para reducir el riesgo. En la publicación N° 10-G (Rev. 1) de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Evaluación nacional de amenazas para la seguridad física nuclear, amenazas base de diseño y declaraciones de amenazas representativas* [29], se ofrece más orientación sobre la evaluación de amenazas.

6.11. Al evaluar el sistema de seguridad física correspondiente a una operación de transporte, conviene valorar si existen vulnerabilidades inaceptables en relación con el envío. Para ello, en general, se sigue un proceso de evaluación de la vulnerabilidad, durante el cual se examina y se pone a prueba el propio plan de seguridad física del transporte (véase el párr. 4.22). En el plan de seguridad física del transporte debería constar el método utilizado para realizar la evaluación de la vulnerabilidad.

Protección de la información delicada

6.12. Un plan de seguridad física del transporte inevitablemente contendrá información delicada, como horarios, rutas, medidas de seguridad física y medios de respuesta, por lo que debería estar adecuadamente protegido, de conformidad con los requisitos nacionales en materia de seguridad física de la información. El plan de seguridad física del transporte debería ser distribuido solo entre quienes deban necesariamente conocerlo, bajo la estricta condición de que se haya

verificado el nivel de probidad de la persona mediante un proceso de investigación de antecedentes.

6.13. A efectos de seguridad física de la información, el grado de protección que se aplique al plan de seguridad física de transporte en su conjunto debería ser el que corresponda a la información más delicada contenida en él. Cabe la posibilidad de dividir el plan en más de un documento o en secciones independientes, con objeto de transmitir la información solo a quienes deban necesariamente conocerla. Procediendo de este modo se logra que las personas que en el plan de seguridad física del transporte tengan atribuida una u otra responsabilidad puedan acceder únicamente a la información que les sea necesaria para cumplir su cometido. Por ejemplo, en general se considera que las evaluaciones de la vulnerabilidad contienen información que requiere un elevado nivel de protección, razón por la cual es preciso restringir y controlar debidamente su distribución. Un remitente podría pues, por iniciativa propia o por imposición de la autoridad competente, mantener la evaluación de la vulnerabilidad separada del resto del plan de seguridad física del transporte con el fin de proteger la información delicada contenida en la evaluación cuando distribuya otras secciones menos confidenciales del plan.

6.14. Para presentar a la autoridad competente el plan de seguridad física del transporte y toda documentación adjunta se deberían utilizar medios como correo electrónico cifrado, fax, servicios de mensajería segura o entrega en mano, de conformidad con los controles de seguridad física de la información impuestos por el órgano regulador (para más información, véase la ref. [23]).

Rutas previstas y rutas alternativas

6.15. Al seleccionar rutas previstas o rutas alternativas para el transporte de materiales nucleares u otros materiales radiactivos, el remitente o transportista debería tener en cuenta los reglamentos y ordenanzas aplicables en materia de rutas de transporte de mercancías peligrosas y, en particular, toda restricción reglamentaria que pueda pesar sobre el tipo de material que se vaya a transportar.

6.16. Un Estado podría tener más de una autoridad competente con atribuciones ligadas al traslado de materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Por ejemplo, la autoridad del Estado encargada de las carreteras, el sector ferroviario o el transporte en general podría imponer restricciones relativas al tamaño y/o peso de los vehículos autorizados a circular por determinadas carreteras o vías férreas. Otras autoridades del Estado podrían restringir la circulación por carretera en las proximidades de grandes centros metropolitanos o de infraestructuras esenciales, como represas cercanas. Por lo tanto, al planificar una ruta que comprenda

transporte intermodal, el remitente o transportista debería tener en cuenta los reglamentos y requisitos aplicables a todos los modos de transporte que se vayan a utilizar durante el recorrido.

6.17. El remitente o transportista también puede elegir la ruta en función de consideraciones ligadas a la seguridad tecnológica y la seguridad física, como el estado de las carreteras, los tiempos de respuesta a lo largo del trayecto, la capacidad de comunicación o los límites de velocidad, sin olvidar posibles peligros, como desprendimientos de rocas, inundaciones, tormentas de nieve o incendios forestales, que puedan incidir negativamente en el envío. Cuando resulte factible, también cabe integrar otras consideraciones, como las de evitar zonas densamente pobladas o áreas urbanas, elegir itinerarios en que las fuerzas de respuesta puedan intervenir con eficacia o reducir al mínimo el paso por infraestructuras estrechas, como puentes y túneles. El remitente o transportista que elabore el plan de seguridad física del transporte debería evitar eventuales peligros siempre que sea posible y, cuando no lo sea, tener establecidos planes para afrontar toda complicación conexas que pudiera surgir. Por ejemplo, si el envío debe atravesar una zona urbana, el plan de seguridad física del transporte puede incluir una descripción del itinerario exacto que se deba seguir y explicaciones sobre cómo programar el envío para evitar las horas de mayor tráfico. Si en la ruta prevista o en las rutas alternativas hay puntos de transferencia, zonas de almacenamiento temporal, instalaciones de parada-estancia, refugios seguros o lugares de estancia, en el plan de seguridad física del transporte cabe hacer referencia a otros planes de seguridad física aplicables a estos lugares.

6.18. Otra forma de ofrecer protección significativa consiste en introducir variaciones en la ruta y el programa, esto es, no utilizar el mismo itinerario en todos los envíos ni hacerlos siempre a la misma hora del día. La variabilidad puede conferir un carácter más imprevisible a envíos de similares características (transporte del mismo tipo de materiales nucleares u otros materiales radiactivos, uso del mismo medio de transporte, envíos con idéntico origen y destino, etc.), lo que ofrece considerable protección a los envíos. La variabilidad del patrón de transporte, como la ruta o el horario de los envíos, hace pues que a un adversario le resulte más difícil planificar e iniciar un ataque.

6.19. Como primer paso para planificar una ruta cabe recurrir a aplicaciones cartográficas en línea, imágenes de satélite y fotografías aéreas, teniendo presente que estas fuentes no ofrecen más que limitada información sobre las condiciones de la ruta elegida. El remitente o transportista que planifique la ruta debería consultar a las autoridades pertinentes y solicitarles información exacta sobre posibles rutas o realizar su propio reconocimiento de la ruta prevista y las rutas alternativas. Al

efectuar este proceso de reconocimiento cabe considerar, entre otros aspectos de interés, el estado, la anchura y la pendiente de las carreteras, la presencia de vías férreas y cruces, túneles o puentes, posibles reparaciones u obras de construcción en curso o programadas, y la ubicación, el estado y la disponibilidad de estaciones de recarga de combustible. En la labor de planificación también es importante considerar la idoneidad de la construcción física y el diseño de las carreteras para soportar el peso del medio de transporte.

Descripción del medio de transporte

6.20. El plan de seguridad física del transporte debería contener una descripción del medio de transporte que corresponda en cada etapa, desde el momento en que el envío abandona el lugar de origen hasta que llega a su destino previsto. En esa descripción conviene explicar cómo irán contenidos y sujetos para el transporte los materiales nucleares u otros materiales radiactivos, especificar el tipo, diseño, tamaño y peso de todo contenedor que se vaya a utilizar y señalar todo dispositivo necesario para fijar los contenedores al medio de transporte.

6.21. La propuesta de envío podría incluir transporte intermodal y/o transferencias intermodales, por ejemplo: los materiales nucleares u otros materiales radiactivos viajan por carretera hasta una terminal ferroviaria, son cargados en un vagón y transportados por ferrocarril hasta un aeropuerto, donde embarcan en un avión y viajan por vía aérea hasta otro aeropuerto, desde el cual, finalmente, tras ser cargados en un camión, viajan de nuevo por carretera hasta el lugar de destino previsto. En este caso, en el plan de seguridad física del transporte deberían constar por separado los pormenores relativos a cada medio de transporte, así como la fecha, la hora y el lugar de las operaciones de transferencia programadas, todo lugar de almacenamiento temporal previsto durante el proceso de transporte y el nombre de los respectivos comandantes de convoy de cada medio de transporte.

Medidas de seguridad física propuestas

6.22. El plan de seguridad física del transporte también debería contener una descripción de las medidas de seguridad física que se propone aplicar durante el transporte. Para garantizar una protección adecuada durante el transporte, las medidas de seguridad física propuestas deberían ser acordes con las circunstancias específicas del transporte. Por ejemplo, en ellas se debería tener en cuenta la categoría del material que se va a transportar, el tipo y tamaño de la remesa, la distancia y el tipo de terreno que se va a recorrer, el modo de transporte, los resultados de la evaluación de amenazas y las eventuales preocupaciones de la población.

Disposiciones de comunicación

6.23. En el plan de seguridad física del transporte debería haber una descripción de las disposiciones de comunicación que se tendrán establecidas durante el envío. En esa descripción deberían constar los tipos (teléfono móvil, radio, teléfono satelital, etc.), métodos (voz, datos, etc.) y protocolos de comunicación que hayan de ser empleados en diferentes situaciones operativas (p. ej., condiciones de funcionamiento normal, sucesos anómalos, situaciones de emergencia), así como los planes de respuesta y de contingencia para situaciones en las que no haya posibilidad de comunicación y los planes de redundancia para tales sistemas. También deberían constar el método o los métodos de cifrado utilizados para la comunicación y el grado de seguridad física aplicado a esta comunicación.

6.24. Además, en el plan de seguridad física del transporte conviene describir las disposiciones que tendrán implantadas las unidades o entidades participantes en el transporte (remitente o transportista, destinatario, fuerzas de respuesta, centro de control del transporte, etc.) para su comunicación interna y para comunicarse entre sí, ofreciendo también información sobre los métodos de comunicación específicos que se vayan a emplear.

Disposiciones concertadas con las fuerzas de respuesta

6.25. En el plan de seguridad del transporte también se debería describir toda disposición adoptada entre el remitente o transportista y las fuerzas de respuesta que escolten el envío y/o se encuentren a lo largo de la ruta de transporte, teniendo en cuenta las diferentes jurisdicciones y organismos que tengan responsabilidades en materia de respuesta a lo largo de dicha ruta. Las disposiciones deberían incluir medidas para establecer una comunicación eficaz con las distintas fuerzas de respuesta a lo largo de la ruta de transporte. En el plan de seguridad física del transporte debería constar claramente todo cambio que pueda haber en los métodos o protocolos de comunicación propuestos (p. ej., modificación de las radiofrecuencias o de los métodos de cifrado de mensajes por radio o móvil). El remitente o transportista debería confirmar la exactitud de los métodos de comunicación con los distintos organismos y de los límites jurisdiccionales y operativos existentes a lo largo de la ruta.

6.26. Además de las disposiciones relativas a la comunicación, en el plan de seguridad física del transporte debería constar también toda disposición especial de seguridad física que se vaya a concertar con las fuerzas de respuesta, como las que pueda imponer el órgano regulador para un envío concreto. Por ejemplo, conviene incluir información sobre la existencia de escolta armada a cargo

de fuerzas del orden público o de cuerpos privados de seguridad. Cuando las disposiciones especiales de seguridad física supongan la intervención de más de una fuerza de respuesta, como ocurre cuando se pasa de una jurisdicción a otra o se cruzan fronteras internacionales, en el plan se deberían describir las disposiciones de cooperación que se apliquen para transferir la responsabilidad de una fuerza de respuesta a otra. También se deberían exponer en él las medidas de coordinación entre los miembros de la fuerza de respuesta y el personal que interviene en los aspectos logísticos del envío (conductor, personal de escolta, etc.).

Planificación para contingencias

6.27. El remitente o transportista debería tener planes de respuesta y de contingencia para responder a diferentes escenarios postulados, incluso los que sean poco probables, o a sucesos anómalos que pudieran incidir en la seguridad física de un envío. Puede ser bien la autoridad competente, bien la entidad operadora, la que determine el número y los tipos de escenarios que conviene contemplar.

6.28. A continuación se enumeran posibles situaciones que pueden presentarse durante el transporte y que cabe manejar empleando planes de respuesta y de contingencia:

- a) avería técnica del medio de transporte o los vehículos de escolta;
- b) situación de incapacidad del conductor o de otro miembro del personal del convoy;
- c) retrasos o paradas del convoy;
- d) cambios de ruta;
- e) desviaciones de la ruta;
- f) mal funcionamiento de los sistemas de rastreo, las comunicaciones u otro equipo, o sospecha de interferencia o falsificación de la señal de GPS si se utiliza navegación por satélite;
- g) accidentes de tráfico;
- h) catástrofes naturales, y
- i) ataques contra el envío, como intentos de sabotaje (p. ej., inutilización del vehículo de carga) o retirada no autorizada de material.

6.29. El transportista, las fuerzas del orden y las autoridades competentes deberían acordar una ruta preestablecida que incluya posibles cambios y desviaciones. De este modo sería posible autorizar de antemano la respuesta ante toda actividad imprevista que pudiera haber a lo largo de la ruta (obras, mantenimiento de carreteras, eventos especiales, etc.).

6.30. Los cambios de ruta suelen obedecer a la recepción de nueva información que apunta a una amenaza inminente. En tales casos, el convoy debería tomar una ruta alternativa previamente aprobada. Las desviaciones de la ruta, en cambio, suelen deberse a la aparición de obstáculos imprevistos que no guardan relación directa con una amenaza (como un árbol caído o un accidente de tráfico que bloquee la carretera), pero pueden cerrar o complicar demasiado el paso por un tiempo prolongado. En tales casos, el convoy debería desviarse de inmediato para eludir el obstáculo y después regresar a su ruta prescrita cuanto antes. El centro de control del transporte debería ser informado de la intención de dar un rodeo de inmediato y, en tal circunstancia, se debería reforzar el nivel de alerta de seguridad física del medio de transporte.

APROBACIÓN POR LA AUTORIDAD COMPETENTE DEL PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

6.31. Si la autoridad competente exige la aprobación del plan de seguridad física del transporte antes de todo envío, puede optar por incorporar este requisito al proceso de concesión de licencia y autorización para el transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos. En tal caso, conviene informar al remitente o transportista de que dicho requisito reglamentario está en vigor para que pueda presentar a su debido tiempo el plan de seguridad física del transporte y para que la autoridad competente disponga de tiempo suficiente para efectuar una evaluación técnica del plan y comprobar así su exhaustividad e idoneidad antes de aprobarlo.

6.32. Para examinar el plan de seguridad física del transporte, la autoridad competente debería basarse en los requisitos nacionales en materia de seguridad física de los materiales nucleares u otros materiales radiactivos durante el transporte (p. ej., el reglamento nacional vigente), la amenaza base de diseño o toda declaración de amenaza representativa, la evaluación de la vulnerabilidad, cuando sea de aplicación, y demás documentos reglamentarios. Para dar su aprobación al plan de seguridad física del transporte, la autoridad competente puede solicitar aportaciones o información a las correspondientes partes interesadas.

EVALUACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

6.33. Una buena práctica consiste en evaluar, antes de un envío, el plan de seguridad física del transporte o los elementos enumerados en él para determinar el

nivel de eficacia que ofrece. Esta evaluación puede revestir la forma, por ejemplo, de un debate con moderador, ejercicios de simulación, simulacros o ejercicios de alcance limitado o de alcance total. En la referencia [32] se ofrece información sobre la preparación, realización y evaluación de ejercicios relacionados con la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte. En estos ejercicios pueden intervenir diversas partes, como fuerzas del orden, personal de escolta u otras autoridades competentes que tengan atribuciones relacionadas con el plan de seguridad física del transporte. Tras la evaluación, también es una buena práctica elaborar un informe recapitulativo con las enseñanzas extraídas e introducir los ajustes que sean necesarios en el plan de seguridad física del transporte. También conviene evaluar la validez del plan de seguridad física del transporte en caso de novedad o cambio en el entorno de amenazas o en las condiciones de transporte y, de ser necesario, someter a la aprobación del órgano regulador todo ajuste del plan resultante de este proceso.

6.34. Otra buena práctica consiste en evaluar sucesos o desviaciones respecto del plan de seguridad física del transporte que se hayan producido en envíos anteriores y determinar toda consiguiente mejora que haya que introducir en el plan. A partir de ahí, conviene actualizar el plan de seguridad física del transporte para futuros envíos, en particular los que sean semejantes (envíos del mismo tipo de materiales nucleares u otros materiales radiactivos, envíos con el mismo medio de transporte, envíos con idéntico origen y destino, etc.). El plan de seguridad física del transporte se aplica específicamente a un envío y no debería ser utilizado para otro envío sin haber evaluado previamente su validez e idoneidad para ese otro envío.

Medidas compensatorias

6.35. En algunas situaciones quizá no sea posible aplicar las medidas de seguridad física del plan de seguridad del transporte. También puede suceder que las medidas de seguridad física aprobadas previamente funcionen mal durante el transporte y que no sea factible o razonable sustituirlas. En tales casos, conviene aplicar medidas de seguridad física compensatorias que proporcionen un nivel equivalente de seguridad física.

6.36. Antes de implantar medidas de seguridad física compensatorias, el remitente o transportista debería realizar un análisis para determinar si estas proporcionarán un nivel de seguridad física equivalente al que ofrecen las medidas de seguridad física descritas en el plan de seguridad física del transporte, análisis que debería quedar documentado. A continuación debería presentar la propuesta de medidas compensatorias a la autoridad competente, que solo debería aprobarlas si considera

que esas medidas proporcionan un nivel de protección equivalente. De lo contrario, debería solicitar que se les introduzcan mejoras. Las consideraciones ya expuestas en relación con la seguridad física de la información y el plan de seguridad física del transporte deberían ser consideradas igualmente válidas en este caso.

6.37. Las medidas compensatorias deberían ser implantadas antes del inicio del envío, lo que garantiza la existencia de la capacidad necesaria para detectar, evaluar, interceptar y neutralizar en todo momento las amenazas que puedan pesar sobre el envío y también que tal capacidad se ajuste a los requisitos nacionales.

6.38. Son ejemplo de medidas compensatorias las siguientes:

- a) una escolta de seguridad que proporcione un sistema equilibrado si no es posible utilizar múltiples barreras físicas durante el transporte;
- b) un sistema de detección de intrusiones fijado a un medio de transporte o un contenedor, o medidas de dilación adicionales situadas dentro del medio de transporte, como cadenas, barras de bloqueo u otros dispositivos de dilación, si no es posible utilizar múltiples barreras físicas durante el transporte;
- c) un medio de comunicación de reserva y un medio alternativo para determinar la ubicación de la remesa si el botón de alerta de coacción no funciona correctamente, si surge un problema al intentar transmitir o recibir información mediante la señal de GPS o si no se puede establecer contacto directo con el centro de control de transporte, y
- d) si el vehículo que transporta el envío queda incomunicado (p. ej., en caso de fallo de un componente clave del sistema de comunicación), disposiciones para poder pedir al personal de escolta que compense esta falta de comunicación informando al centro de control de transporte del estado del vehículo.

7. MANTENIMIENTO DE LA SEGURIDAD FÍSICA DURANTE EL TRANSPORTE

7.1. Un aspecto importante que los Estados, remitentes o transportistas y destinatarios deberían tener en cuenta es la continuidad de la seguridad física durante las diferentes operaciones y circunstancias que puedan darse durante el transporte. Son ejemplo de tales operaciones y circunstancias las siguientes:

- a) el desplazamiento de un medio de transporte de un Estado a otro;

- b) la transferencia de una remesa de un transportista a otro;
- c) la realización de una transferencia intermodal;
- d) el almacenamiento temporal de un envío hasta su aceptación por otro transportista y/o Estado;
- e) toda parada no programada;
- f) todo cambio en el personal que interviene en el transporte;
- g) el intercambio entre Estados, por medios electrónicos o por correo postal, de información relacionada con la seguridad física, y
- h) todo incidente o accidente que se produzca durante el transporte y pueda comprometer las disposiciones de seguridad física.

7.2. Las medidas de seguridad cuya continuidad debería estar asegurada durante el transporte son en particular las siguientes:

- a) las medidas de seguridad física aplicadas al medio de transporte y en la instalación de transferencia intermodal, la instalación de almacenamiento temporal u otros lugares utilizados para transferir la carga de un transportista a otro;
- b) las comunicaciones empleadas durante el transporte, y
- c) los dispositivos de rastreo y la transmisión de sus datos mediante una red de comunicaciones móviles o por sistema satelital.

7.3. En la referencia [2] hay una serie de disposiciones sobre uno u otro modo de transporte y sobre la continuidad de la seguridad física durante el transporte por lo que respecta a los materiales nucleares, aunque también podrían ser aplicables a otros materiales radiactivos.

CUMPLIMIENTO DE INSTRUMENTOS JURÍDICOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES EN MATERIA DE SEGURIDAD FÍSICA DEL TRANSPORTE

7.4. Aunque cada Estado es responsable de la seguridad física del material nuclear situado en su territorio, los instrumentos jurídicos internacionales ofrecen un ordenamiento normativo al que pueden remitirse los Estados en relación con la seguridad física del transporte. Más específicamente, estos instrumentos sirven para gestionar la continuidad de la seguridad física entre fronteras, entre Estados y en caso de transferencia intermodal.

7.5. Hay varias organizaciones internacionales que se ocupan de la seguridad física del transporte de mercancías peligrosas con diferentes modos de transporte.

Estas organizaciones han elaborado normativas jurídicas, instrumentos y recomendaciones sobre seguridad tecnológica y seguridad física (véanse los párrs. 7.6 a 7.17) que a menudo los Estados adoptan y aplican al transporte dentro del ámbito nacional.

Transporte por vía marítima

7.6. Los convenios y orientaciones internacionales aprobados bajo los auspicios de la Organización Marítima Internacional tratan de la seguridad física del transporte de mercancías peligrosas, incluidos los materiales nucleares y otros materiales radiactivos, en el ámbito marítimo. Los instrumentos que abordan cuestiones de seguridad física en el ámbito marítimo son el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar [34] y sus tres anexos: el Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias [35], el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas [6] y el Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear Irradiado, Plutonio y Desechos de Alta Actividad en Bultos a Bordo de los Buques [36].

Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas

7.7. Los envíos de materiales nucleares y otros materiales radiactivos por vía marítima se rigen por el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas [6], que obliga a incluir en la capacitación impartida a los miembros de la tripulación determinados elementos de sensibilización sobre seguridad física relacionados con las mercancías peligrosas. Por consiguiente, los tripulantes que intervengan en el transporte de mercancías peligrosas deberían estar familiarizados, según corresponda a sus responsabilidades, con las disposiciones de los pertinentes planes de seguridad física. El Código [6] está centrado en la seguridad física del material embarcado, más que en otros elementos ligados a la seguridad física en el ámbito marítimo, como buques o instalaciones portuarias.

7.8. Las principales disposiciones del Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas [6] remiten a requisitos internacionales ya existentes, entre ellos las recomendaciones del OIEA aplicables a la seguridad física del transporte por mar de material nuclear, lo que garantiza la coherencia entre los requisitos del Código y las recomendaciones contenidas en las referencias [2, 4].

Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear Irrradiado, Plutonio y Desechos de Alta Actividad en Bultos a Bordo de los Buques

7.9. El Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear Irradiado, Plutonio y Desechos de Alta Actividad en Bultos a Bordo de los Buques [36] obliga a transportar determinadas remesas de material nuclear en buques especialmente diseñados. Para obtener más información acerca de la clasificación de los buques, véase el Código [36].

7.10. En el Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear Irradiado, Plutonio y Desechos de Alta Actividad en Bultos a Bordo de los Buques [36] se utiliza un enfoque graduado para clasificar los buques en función de ciertas características de seguridad del diseño del buque y del equipo que tenga instalado a bordo. Aunque estas características no guardan relación con la seguridad física nuclear, pueden contribuir sin embargo a la seguridad física en general del transporte. Para aplicar las medidas referidas específicamente a la seguridad física del transporte conviene seguir un enfoque graduado, atendiendo a lo indicado en las publicaciones existentes del OIEA (véanse las refs. [2, 4]).

Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias

7.11. En el Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias [35] se establecen requisitos y recomendaciones de seguridad física durante el transporte por mar aplicables a los buques y las instalaciones portuarias, así como al personal que interviene en las operaciones. Estos requisitos y recomendaciones se aplican tanto al transporte marítimo internacional como a envíos nacionales de corta distancia por vía marítima dentro de los límites jurisdiccionales de un Estado.

7.12. El Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias [35] obliga a asignar a cada buque un “oficial de protección del buque” para que ejerza esta función durante el viaje. Esta persona se ocupa de la seguridad física del buque mientras este se encuentre en el ámbito marítimo y conoce toda la carga que hay a bordo. Al elaborar un plan de seguridad física del transporte, conviene redactarlo de tal modo que concuerde con el contenido de los planes de protección previstos en el Código [35]. El oficial de protección del buque debería ser consultado acerca del contenido del plan de seguridad física del transporte y las medidas conexas aplicables al tramo marítimo del viaje.

7.13. El Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias [35] prescribe la elaboración de un “plan de protección del buque” y un “plan de protección de la instalación portuaria”, documentos ambos a los que cabría hacer referencia o que cabría incluir en el plan de seguridad física del transporte. Ambos planes pueden contener requisitos adicionales de vigilancia y control del acceso y las actividades de personas autorizadas en el buque y en la instalación portuaria, entre ellos el de determinación de la probidad. Además, el plan de protección del buque y el plan de protección de la instalación incluyen medidas de seguridad física relativas por ejemplo a la disponibilidad de comunicaciones y sistemas conexos.

7.14. En aquellos casos en que el envío de materiales nucleares u otros materiales radiactivos suponga un transporte marítimo nacional de corta distancia u otro trayecto corto y el buque deba pasar por una instalación portuaria que no tenga establecidas zonas de seguridad física para mercancías peligrosas, se deberían aplicar medidas de seguridad física temporales. Previo acuerdo de las correspondientes autoridades competentes del Estado, para aplicar estas medidas temporales (establecimiento de zonas restringidas con controles de acceso, uso de personal de guardia, etc.) conviene seguir un enfoque graduado.

Transporte por vía aérea

7.15. Para tratar las cuestiones de seguridad física en la aviación civil, incluidos los aeropuertos, la Organización de Aviación Civil Internacional aprobó nuevas prácticas recomendadas y normas internacionales sobre seguridad física de la aviación, contenidas en el anexo 17 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional [37] (también conocido como Convenio de Chicago).

7.16. La Asociación de Transporte Aéreo Internacional también ha publicado un manual de seguridad física [38] en el que presenta los principios que deben respetar las aerolíneas comerciales para procurar a la aviación una seguridad física eficaz.

7.17. El hecho de recibir capacitación de carácter general sobre la aplicación de las disposiciones de seguridad física de la Organización de Aviación Civil Internacional o de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional sería de utilidad para saber cómo garantizar eficazmente la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos cuando se utilice este modo de transporte.

GESTIÓN DE LA INTERFAZ ENTRE SEGURIDAD TECNOLÓGICA Y SEGURIDAD FÍSICA DURANTE EL TRANSPORTE

7.18. El párrafo 1.2 de la publicación N° 20 de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, titulada *Objetivo y elementos esenciales del régimen de seguridad física nuclear de un Estado* [39], reza como sigue: “[1]a seguridad física [nuclear] y la seguridad tecnológica [nuclear] tienen en común la finalidad de proteger a las personas, los bienes, la sociedad y el medio ambiente”. Pese a ello, las actividades que abordan la seguridad tecnológica nuclear y las que abordan cuestiones de seguridad física nuclear pueden diferir. Puede ocurrir a veces que las medidas adoptadas para reforzar la seguridad tecnológica nuclear incidan positiva o negativamente en la seguridad física nuclear.

7.19. Según reza el párrafo 1.10 de la publicación N° SF-1 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Principios fundamentales de seguridad* [40]: “Las medidas de seguridad tecnológica y física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica y las medidas de seguridad tecnológica no comprometan la seguridad física”. Conforme a lo dispuesto en la publicación N° SSR-6 (Rev. 1) [13], en todo lo tocante al transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, las medidas de seguridad física y las medidas de seguridad tecnológica deben ser aplicadas de forma coordinada. Otros reglamentos, normas, códigos y guías elaborados con fines de seguridad tecnológica del transporte podrían influir en el diseño y la aplicación del sistema de seguridad física del transporte de un remitente o transportista.

7.20. Las autoridades competentes, en consecuencia, deberían establecer un proceso bien coordinado para gestionar la interfaz entre la seguridad tecnológica nuclear y la seguridad física nuclear durante el transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos y lograr así que las correspondientes medidas sean aplicadas de tal modo que no comprometan o afecten negativamente ni la seguridad tecnológica nuclear ni la seguridad física nuclear. El objetivo debería cifrarse en gestionar esta interfaz procurando extraer provecho de una dinámica de mejor conocimiento y comprensión recíprocos entre la seguridad tecnológica del transporte y la seguridad física del transporte y generando a la vez oportunidades para que ambas se potencien una a otra.

Gestión administrativa de la interfaz entre seguridad tecnológica y seguridad física

7.21. Cuando un remitente esté elaborando un plan para trasladar material de forma tecnológicamente segura, lo idóneo es que a la vez también planifique la seguridad física del material durante el transporte. Por ello conviene que las distintas entidades funcionales responsables de la seguridad tecnológica, la respuesta a emergencias, la seguridad física y la aplicación de la ley organicen entre ellas las labores de planificación y coordinación.

7.22. En determinadas circunstancias podría haber un conflicto entre las necesidades de información ligadas a la seguridad física y las relacionadas con la seguridad tecnológica, en particular cuando se distribuyan datos referidos a los aspectos operativos de un envío (como el plan de seguridad física del transporte) o a las autorizaciones (como la solicitud para obtener una licencia de transporte). Por motivos de seguridad tecnológica, y generalmente para dar cumplimiento a la reglamentación, podría haber varias partes que recibieran información sobre el envío, por ejemplo, sobre el tipo de material que se va a transportar, el día de salida y la ruta prevista del envío. Esta información es distribuida para que los organismos gubernamentales que tienen jurisdicción sobre el envío (como los organismos de concesión de licencias) o los que intervienen a lo largo de la ruta (como los cuerpos de escolta) puedan planificar y apoyar adecuadamente el envío. Sin embargo, por motivos de seguridad física, esta información debería estar solo a disposición de quienes deban conocerla necesariamente y ser transmitida de tal modo que quede protegida de posibles adversarios. El remitente y las autoridades competentes deberían aplicar un enfoque basado en el conocimiento de los riesgos a la hora de gestionar y transmitir la información necesaria. También deberían valorar qué información es necesario intercambiar y cuándo, cómo y con quién hay que hacerlo, a fin de evitar que ello suponga un riesgo para la seguridad física. Al mismo tiempo, el remitente y las autoridades competentes deberían asegurarse de distribuir la información de tal manera que todos los requisitos nacionales de seguridad tecnológica sean respetados.

7.23. Otros ámbitos en los que quizá haya que gestionar la interfaz entre las medidas de seguridad tecnológica y las de seguridad física son, por dar algunos ejemplos, los siguientes:

- a) inspecciones de seguridad tecnológica y de seguridad física;
- b) diseño de los bultos de transporte;
- c) almacenamiento en tránsito;
- d) comunicaciones;

- e) instrucciones por escrito y documentación;
- f) marcate y etiquetado de bultos y rotulación de vehículos y contenedores;
- g) elaboración y aplicación de medidas compensatorias;
- h) ejecución de las operaciones de transporte, y
- i) disposiciones de respuesta durante el almacenamiento temporal o el traspaso de una jurisdicción a otra.

7.24. En la referencia [15] se describen todas estas interrelaciones y se exponen posibles procedimientos para abordar las dificultades que se plantean a la hora de gestionar la interfaz entre seguridad tecnológica y seguridad física en relación con envíos comerciales de material radiactivo. La información contenida en la referencia [15] también puede ser válida para el transporte de un conjunto más amplio de materiales nucleares y otros materiales radiactivos, al que por lo tanto podría ser aplicada.

Diseño de los bultos

7.25. En la Reglamentación Modelo [5] —armonizada con la publicación N° SSR-6 (Rev. 1) [13] desde 2021— se establecen, con empleo de una lógica graduada, los requisitos de diseño aplicables al bulto de transporte en el caso de envíos de material radiactivo. Para envíos comerciales normales de material radiactivo cabe utilizar bultos exceptuados (cuyo diseño es el menos robusto), bultos industriales y del Tipo A (de diseño medianamente robusto) o bultos del Tipo B (que son los de diseño más robusto). En ciertos casos la robustez del bulto, diseñado con fines de seguridad tecnológica para la contención del material y el control de los niveles de radiación externa, también podría tener ventajas desde el punto de vista de la seguridad física durante el transporte.

7.26. Los bultos del Tipo B que se utilizan para transportar grandes cantidades de material irradiado de alta actividad suelen ser de gran tamaño (p. ej., cofres de transporte). Un bulto del Tipo B para combustible nuclear gastado puede pesar hasta 130 000 kilogramos. Esta enorme masa complica sobremanera la retirada no autorizada de material del medio de transporte y obliga a utilizar equipo especializado de elevación y manipulación.

7.27. Los bultos del Tipo B están concebidos para resistir al fuego y a fuertes impactos y ofrecer blindaje contra la radiación. Su diseño debe garantizar que el material transportado no dé lugar a un peligro radiológico significativo y que, incluso en caso de accidente severo, no haya liberación del contenido. Por esta razón, los diseños de bultos del Tipo B deberían ofrecer demostrada capacidad de resistencia en ensayos que simulen condiciones de envío normales y en ensayos que

simulen condiciones de accidente severo, sin que en ningún caso haya liberación de contenido ni aumenten significativamente los niveles de radiación externa.

Uso de sobreembalajes y contenedores con fines de seguridad física

7.28. Más allá del equipo especificado en el diseño aprobado del bulto, un remitente podría utilizar elementos adicionales de seguridad física, como puede ser un sobreembalaje. Los sobreembalajes encierran en una sola unidad de manipulación uno o más bultos de materiales nucleares u otros materiales radiactivos. Los remitentes pueden utilizar sobreembalajes con diversos fines, por ejemplo, para reunir varios bultos en una sola unidad de manipulación y de este modo simplificar y agilizar las operaciones de carga, o para mejorar la seguridad física del bulto dotándolo de elementos adicionales de dilación. Los sobreembalajes pueden ser abiertos o cerrados, poseer elementos especiales que faciliten la manipulación con equipo industrial o tener integrados mecanismos especiales de cierre. También pueden estar configurados para un uso adaptado a determinados medios de transporte.

7.29. En el momento de diseñar el bulto y el medio de transporte y de evaluar su eficacia general desde el doble punto de vista de la seguridad tecnológica y la seguridad física, conviene contemplar el uso de sobreembalajes y contenedores, pues son elementos que pueden conferir mayor protección contra incendios o colisiones y demorar toda retirada no autorizada de materiales o bultos. El uso o la incorporación de sobreembalajes puede requerir, sin embargo, un examen de la seguridad tecnológica del diseño del bulto, pues hay que tener la certeza de que el sobreembalaje no influye negativamente en las características de seguridad tecnológica del bulto.

7.30. Cabría la posibilidad de optimizar ciertas medidas de control de la seguridad tecnológica para que funcionasen también como medidas de seguridad física. Por ejemplo, es posible instalar en el sistema de contención un dispositivo de sujeción que no se pueda abrir de forma accidental, o bloquear con cerrojo los soportes de sujeción del bulto con fines de disuasión y de dilación de toda tentativa de retirar el bulto del medio de transporte.

Precintado de los bultos

7.31. En numerosas ocasiones y en el caso de muchos diseños de bulto, los reglamentos imponen el uso de precintos (como dispositivos de indicación de manipulación ilícita) porque no se rompen fácilmente y porque, cuando están intactos, son una prueba de que el bulto no ha sido abierto o forzado. A veces

también se colocan precintos en bultos que contienen material nuclear con fines de salvaguardias. Los precintos también pueden cumplir funciones de seguridad física (p. ej., verificación de existencias), ya que muchos de ellos tienen asignado un código alfanumérico que los identifica de forma inequívoca. En los párrafos 5.8 a 5.16 se dan indicaciones más detalladas sobre la colocación de precintos en los bultos.

Rastreo marítimo

7.32. Según exigen las normas de seguridad marítima, como las del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar [34], debe haber sistemas de comunicación automatizada que proporcionen, entre otras cosas, información sobre la identidad, el tipo, la posición, el rumbo, la velocidad y las condiciones de navegación del buque, así como otros datos relativos a su seguridad.

7.33. La utilización de un sistema de identificación automática para el transporte marítimo es un ejemplo de las dificultades que pueden surgir en la confluencia entre seguridad tecnológica y seguridad física del transporte. Dicho sistema se utiliza principalmente para proporcionar al usuario información de navegación sobre buques que se encuentren en las proximidades, información que viene a complementar los datos obtenidos del radar, como la distancia de un buque hasta el punto de aproximación más cercano o el tiempo hasta el punto de aproximación más cercano. El sistema de identificación automática está diseñado para identificar de forma inequívoca a un buque a efectos de comunicación. Puede ocurrir, sin embargo, que en ciertos lugares del mundo haya buques que, por motivos de seguridad física, no deseen identificarse. Así pues, a la hora de optar o no por desactivar el sistema de identificación automática, conviene sopesar cuidadosamente las consecuencias desde el doble punto de vista de la seguridad tecnológica y de la seguridad física y consultar con detenimiento las secciones pertinentes del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar [34].

REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares* (INFCIRC/225/Rev.5), *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 13, OIEA, Viena, 2012, <https://doi.org/10.61092/iaea.ko2c-dc4q>.
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad física de los materiales nucleares durante el transporte*, *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 26-G, OIEA, Viena, 2021.
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas*, *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 14, OIEA, Viena, 2012.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *La seguridad física de los materiales radiactivos durante su transporte*, *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 9-G (Rev. 1), OIEA, Viena, 2022.
- [5] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, *Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo*, vigésimosegunda edición revisada, ST/SG/AC.10/1/Rev. 22 (Vol. I y II), Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra, 2021, <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210052214>.
- [6] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas*, OMI, Londres, 2022.
- [7] ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, *Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea (Doc 9284)*, OACI, Montreal, 2023/2024.
- [8] UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)*, 2021 Edition, UNECE, New York and Geneva (2020).
- [9] UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, *INLAND TRANSPORT COMMITTEE, European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN)*, 2021 Edition, UNECE, Geneva (2020).
- [10] INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION FOR INTERNATIONAL CARRIAGE BY RAIL, *Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID)*, 2023 Edition, OTIF, Berne (2023).
- [11] *Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares*, INFCIRC/274/Rev.1, OIEA, Viena, 1980.
- [12] *Enmienda de la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares*, INFCIRC/274/Rev.1/Mod.1, OIEA, Viena, 2016.

- [13] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-6 (Rev. 1)*, OIEA, Viena, 2019.
<https://www.iaea.org/es/publications/13493/reglamento-para-el-transporte-seguro-de-materiales-radiactivos>.
- [14] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMISIÓN EUROPEA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 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,
<https://www.iaea.org/es/publications/10812/proteccion-radiologica-y-seguridad-de-las-fuentes-de-radiacion-normas-basicas-internacionales-de-seguridad>.
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Managing the Interface Between Safety and Security for Normal Commercial Shipments of Radioactive Material*, Technical Reports Series No. 1001, IAEA, Vienna (2021).
- [16] INSTITUTO INTERREGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA INVESTIGACIONES SOBRE LA DELINCUENCIA Y LA JUSTICIA, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO, OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍACRIMINAL-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.
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency Involving the Transport of Radioactive Material*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-65, IAEA, Vienna (2022).

- [18] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMISIÓN PREPARATORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE LOS ENSAYOS NUCLEARES, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL (INTERPOL), ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 7*, OIEA, Viena, 2018,
<https://www.iaea.org/es/publications/11004/preparacion-y-respuesta-para-casos-de-emergencia-nuclear-o-radiologica>
- [19] OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-G-2.1*, OIEA, Viena, 2010.
- [20] OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Criterios aplicables a la preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-2*, OIEA, Viena, 2013.
- [21] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, OFICINA INTERNACIONAL DE TRABAJO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL (INTERPOL), ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Disposiciones para la finalización de una emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-11*, OIEA, Viena, 2020.

- [22] INTERPOL, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS DE ASUNTOS DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, COMISIÓN PREPARATORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE LOS ENSAYOS NUCLEARES, *Disposiciones para la comunicación pública en la preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR-14, OIEA, Viena, 2024.
- [23] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad física de la información nuclear*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 23-G, OIEA, Viena, 2018.
- [24] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad informática al servicio de la seguridad física nuclear*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 42-G, OIEA, Viena, 2023.
- [25] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas*, OIEA, Viena, 2004.
- [26] 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.
- [27] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Material explicativo para la aplicación del Reglamento del OIEA para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos* (Edición de 2018), Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSG-26 (Rev. 1), OIEA, Viena, 2025.
- [28] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Elaboración de reglamentos y medidas administrativas conexas de seguridad física nuclear*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 29-G, OIEA, Viena, 2022.
- [29] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación nacional de amenazas para la seguridad física nuclear; amenazas base de diseño y declaraciones de amenazas representativas*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 10-G (Rev. 1), OIEA, Viena, 2022.
- [30] GARCIA, M.L., *The Design and Evaluation of Physical Protection Systems*, 2nd edn, Butterworth Heinemann, Burlington, MA (2008), <https://doi.org/10.1016/C2009-0-25612-1>.
- [31] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Manual sobre el diseño de sistemas de protección física para los materiales y las instalaciones nucleares*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 40-T, OIEA, Viena, 2024.
- [32] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises for Security of Nuclear and Other Radioactive Material in Transport*, Non-serial Publications, IAEA, Vienna (2018).
- [33] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Medidas de prevención y de protección contra las amenazas de agentes internos*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 8-G (Rev. 1), OIEA, Viena, 2022.

- [34] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar*, OMI, Londres, 1974.
- [35] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias*, OMI, Londres, 2014.
- [36] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear Irrradiado, Plutonio y Desechos de Alta Actividad en Bultos a Bordo de los Buques* (Código CNI), OMI, Londres, 1999.
- [37] ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, *Anexo 17 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Seguridad de la aviación. Protección de la Aviación Civil Internacional contra los Actos de Interferencia Ilícita*, decimosegunda edición, OACI, Montreal, 2022.
- [38] INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, *Security Management System Manual*, IATA, Montreal (2021).
- [39] 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,
<https://www.iaea.org/es/publications/10729/objetivo-y-elementos-esenciales-del-regimen-de-seguridad-fisica-nuclear-de-un-estado>.
- [40] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Principios fundamentales de seguridad*, *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SF-1, OIEA, Viena, 2007,
<https://www.iaea.org/es/publications/7830/principios-fundamentales-de-seguridad>.

La presente publicación ofrece a los Estados y sus autoridades competentes detalladas indicaciones sobre la manera de implantar y mantener un régimen de seguridad física nuclear que se aplique al transporte de materiales nucleares y otros materiales radiactivos. En esta publicación se aprovechan las recomendaciones aplicables contenidas en las publicaciones N° 13, Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev.5), y N° 14, Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas, de la Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA, y se explica más en detalle cómo poner en práctica esas recomendaciones. La presente publicación, dirigida a los órganos reguladores que tienen a su cargo las cuestiones de seguridad física nuclear, también puede ser útil a entidades operadoras, remitentes, transportistas y demás entidades con alguna responsabilidad en la materia a la hora de diseñar sus sistemas de seguridad física del transporte.

