

COLECCIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Planificación y
preparación de
medidas de respuesta
a emergencias en los
accidentes de transporte
que afecten a materiales
radiactivos

GUÍA DE SEGURIDAD

Nº TS-G-1.2 (ST-3)



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

**PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN
DE MEDIDAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS
EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE
QUE AFECTEN A MATERIALES RADIATIVOS**

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

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

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
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° TS-G-1.2 (ST-3)

PLANIFICACIÓN Y
PREPARACIÓN DE MEDIDAS DE
RESPUESTA
A EMERGENCIAS EN LOS
ACCIDENTES DE TRANSPORTE
QUE AFECTEN A MATERIALES
RADIATIVOS
GUÍA DE SEGURIDAD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2009

DERECHOS DE AUTOR

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

Dependencia de Promoción y Venta de Publicaciones
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 2600 29302
tel.: +43 1 2600 22417
correo-e: sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2009

Impreso por el OIEA en Austria
Julio de 2009

**PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN
DE MEDIDAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS
EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE
QUE AFECTEN A MATERIALES RADIATIVOS**

OIEA, VIENA, 2009

STI/PUB/1119

ISBN 978-92-0-307609-8

ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

Mohamed ElBaradei
Director General

Una de las funciones estatutarias del OIEA es establecer o adoptar normas de seguridad para proteger, en el desarrollo y la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos, la salud, la vida y los bienes, y proveer lo necesario para la aplicación de esas normas a sus propias operaciones, así como a las realizadas con su asistencia y, a petición de las Partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o bien, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la energía nuclear.

Los siguientes órganos supervisan la elaboración de las normas de seguridad: la Comisión sobre normas de seguridad (CSS); el Comité sobre normas de seguridad nuclear (NUSSC); el Comité sobre normas de seguridad radiológica (RASSC); el Comité sobre normas de seguridad en el transporte (TRANSSC); y el Comité sobre normas de seguridad de los desechos (WASSC). Los Estados Miembros están ampliamente representados en estos comités.

Con el fin de asegurar el más amplio consenso internacional posible, las normas de seguridad se presentan además a todos los Estados Miembros para que formulen observaciones al respecto antes de aprobarlas la Junta de Gobernadores del OIEA (en el caso de las Nociones fundamentales de seguridad y los Requisitos de seguridad) o el Comité de Publicaciones, en nombre del Director General, (en el caso de las Guías de seguridad).

Aunque las normas de seguridad del OIEA no son jurídicamente vinculantes para los Estados Miembros, éstos pueden adoptarlas, a su discreción, para utilizarlas en sus reglamentos nacionales respecto de sus propias actividades. Las normas son de obligado cumplimiento para el OIEA en relación con sus propias operaciones, así como para los Estados en relación con las operaciones para las que éste preste asistencia. A todo Estado que desee concertar con el OIEA un acuerdo para recibir su asistencia en lo concerniente al emplazamiento, diseño, construcción, puesta en servicio, explotación o clausura de una instalación nuclear, o a cualquier otra actividad, se le pedirá que cumpla las partes de las normas de seguridad correspondientes a las actividades objeto del acuerdo. Ahora bien, conviene recordar que, en cualquier trámite de concesión de licencia, la decisión definitiva y la responsabilidad jurídica incumbe a los Estados.

Si bien las mencionadas normas establecen las bases esenciales para la seguridad, puede ser también necesario incorporar requisitos más detallados, acordes con la práctica nacional. Además, existirán por lo general aspectos

especiales que será necesario aquilatar en función de las circunstancias particulares de cada caso.

Se menciona cuando procede, pero sin tratarla en detalle, la protección física de los materiales fisionables y radiactivos y de las centrales nucleares en general; las obligaciones de los Estados a este respecto deben enfocarse partiendo de la base de los instrumentos y publicaciones aplicables elaborados bajo los auspicios del OIEA. Tampoco se consideran explícitamente los aspectos no radiológicos de la seguridad industrial y la protección del medio ambiente; se reconoce que, en relación con ellos, los Estados deben cumplir sus compromisos y obligaciones internacionales.

Es posible que algunas instalaciones construidas conforme a directrices anteriores no satisfagan plenamente los requisitos y recomendaciones prescritos por las normas de seguridad del OIEA. Corresponderá a cada Estado decidir la forma de aplicar tales normas a esas instalaciones.

Se señala a la atención de los Estados el hecho de que las normas de seguridad del OIEA, si bien no jurídicamente vinculantes, se establecen con miras a conseguir que las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear y los materiales radiactivos se realicen de manera que los Estados puedan cumplir sus obligaciones derivadas de los principios generalmente aceptados del derecho internacional y de reglas como las relativas a la protección del medio ambiente. Con arreglo a uno de esos principios generales, el territorio de un Estado ha de utilizarse de forma que no se causen daños en otro Estado. Los Estados tienen así una obligación de diligencia y un criterio de precaución.

Las actividades nucleares civiles desarrolladas bajo la jurisdicción de los Estados están sujetas, como cualesquier otras actividades, a las obligaciones que los Estados suscriben en virtud de convenciones internacionales, además de a los principios del derecho internacional generalmente aceptados. Se cuenta con que los Estados adopten en sus ordenamientos jurídicos nacionales la legislación (incluidas las reglamentaciones) así como otras normas y medidas que sean necesarias para cumplir efectivamente todas sus obligaciones internacionales.

NOTA EDITORIAL

Todo apéndice de las normas se considera parte integrante de ellas y tiene la misma autoridad que el texto principal. Los anexos, notas de pie de página y bibliografía sirven para proporcionar información suplementaria o ejemplos prácticos que pudieran ser de utilidad al lector.

En las normas de seguridad se usa la expresión “deberá(n)” (en inglés “shall”) al formular indicaciones sobre requisitos, deberes y obligaciones. El uso de la expresión “debería(n)” (en inglés “should”) significa la recomendación de una opción conveniente.

El texto en inglés es la versión autorizada.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.7)	1
	Objetivo (1.8–1.10).....	3
	Alcance (1.11–1.13)	4
	Estructura (1.14–1.16)	5
2.	MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS (2.1–2.7).....	6
3.	RESPONSABILIDADES EN LA PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS	8
	Generalidades (3.1)	8
	Responsabilidades de la autoridad coordinadora nacional (3.2–3.5)	9
	Responsabilidades en materia de notificación y comunicación (3.6–3.7)	10
	Responsabilidades de las autoridades gubernamentales (3.8–3.9)....	11
	Responsabilidades de los remitentes y los transportistas (3.10–3.15).....	12
	Responsabilidades del grupo de protección radiológica (3.16–3.19)...	13
4.	PLANIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS	14
	Generalidades (4.1–4.3).....	14
	Planificación y preparación para emergencias (4.4–4.13)	15
5.	PREPARACIÓN PARA RESPONDER A LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS	18
	Generalidades (5.1–5.3).....	18
	Fases de la respuesta a los accidentes de transporte (5.4).....	19

Fases de la respuesta a los accidentes de transporte por carretera (5.5–5.60).	20
Consideraciones especiales relacionadas con el transporte por otros medios (5.61–5.70)	35
Capacitación para responder a emergencias en los accidentes de transporte (5.71–5.79)	38
Simulacros y ejercicios de respuesta a emergencias en los accidentes de transporte (5.80–5.88)	40
Examen de los planes de emergencia en el transporte (5.89–5.91) . . .	43
Información y comunicación pública (5.92–5.94).	43
APÉNDICE I: ASPECTOS DEL REGLAMENTO DE TRANSPORTE QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA A EMERGENCIAS EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE	45
APÉNDICE II: MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS	67
APÉNDICE III: ORIENTACIÓN SOBRE INSTRUMENTOS ADECUADOS	74
APÉNDICE IV: SINOPSIS DE MEDIDAS RECTORAS DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE DE TRANSPORTE QUE AFECTE A MATERIALES RADIATIVOS	83
APÉNDICE V: EJEMPLOS DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES DE TRANSPORTE	86
APÉNDICE VI: EJEMPLO DE CONJUNTO DE EQUIPO PARA USO DE UN GRUPO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	102
REFERENCIAS	105
ANEXO I: EJEMPLO DE ORIENTACIÓN SOBRE MEDIDAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS OFRECIDA A TRANSPORTISTAS.	109
ANEXO II: GUIAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS	111
BIBLIOGRAFÍA	137
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN	139
ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD	141

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La utilización de materiales radiactivos es un elemento importante de la vida y la tecnología modernas. Dichos materiales se usan profusamente en medicina, industria, agricultura, investigación, productos de consumo y generación de energía eléctrica. Cada año, decenas de millones de bultos que contienen material radiactivo se entregan para su transporte en todas partes del mundo. La cantidad de material radiactivo existente en estos bultos varía desde valores despreciables en las expediciones de productos de consumo hasta valores muy elevados en las de combustible nuclear irradiado.

1.2. Para preservar la seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente, se han establecido normativas nacionales e internacionales de transporte. Éstas son aplicadas por las autoridades competentes de cada Estado para controlar el transporte de materiales radiactivos. Tales normativas estipulan medidas severas para asegurar una contención y un blindaje adecuados, así como para evitar la criticidad en caso de accidente en el transporte. Los materiales radiactivos se acarrearán por tierra (carretera o ferrocarril), por vías navegables interiores, por mar o por vía aérea. Estos modos de transporte están regulados por normativas internacionales específicas. Por ejemplo, el modo marítimo se trata en el Código marítimo internacional de mercancías peligrosas, publicado por la Organización Marítima Internacional [1]. Los remitentes, los transportistas y los destinatarios de materiales radiactivos han de cumplir con los requisitos contenidos en la normativa nacional o internacional específica. La Conferencia General del OIEA celebrada en 1998 constató que “el cumplimiento de los reglamentos que tienen en cuenta el Reglamento de Transporte del Organismo proporciona un elevado grado de seguridad durante el transporte de materiales radiactivos” [2].

1.3. A pesar de la amplia aplicación de estos severos controles de seguridad, han ocurrido y ocurrirán accidentes de transporte que han afectado o afectarán a bultos portadores de material radiactivo. Siempre que ocurra un accidente de transporte en el que resulte afectado material radiactivo, y aunque muchos de ellos no plantearán ningún problema de seguridad radiológica, son necesarias medidas de respuesta a la emergencia para cerciorarse de que se mantiene dicha seguridad. Si se produce un accidente de transporte que tenga como resultado una liberación importante de material radiactivo, una pérdida de

blindaje o una pérdida de prevención de la criticidad, se deberían controlar o mitigar las consecuencias mediante las acciones de respuesta adecuadas. Visto en una perspectiva histórica, nunca se han notificado accidentes de transporte que hayan afectado a material radiactivo y tenido serias consecuencias radiológicas. A pesar de este excelente historial de seguridad, se deberían elaborar planes, definir responsabilidades y realizar preparativos que garanticen que se dispone de una capacidad de respuesta adecuada en caso de producirse un accidente de transporte que afecte a material radiactivo.

1.4. El tipo de planificación y preparación de emergencia para responder a accidentes de transporte que causen efectos en materiales radiactivos es, de alguna forma, similar al requerido para responder a accidentes de transporte que afecten a otras mercancías peligrosas, tales como materiales inflamables, explosivos, gases venenosos o agentes químicos tóxicos y corrosivos, que se transportan cada día.

1.5. Una vez que se ha constatado la presencia de mercancías peligrosas y que el material se ha identificado adecuadamente, se pueden iniciar con acierto las medidas de respuesta a un accidente que afecte a cualquier tipo de tales mercancías. Los diversos organismos reguladores nacionales e internacionales prescriben el uso de sistemas de comunicación para que quienes estén los primeros en el lugar de un accidente de transporte, puedan definir el riesgo que éste implica y por lo tanto determinar cómo responder adecuadamente. En consecuencia, las organizaciones y el personal de respuesta a emergencias deberían establecer, o se debería poner a su disposición, planes y procedimientos para esos casos. También deberían demostrar un nivel adecuado de preparación, que acredite su aptitud para dar la respuesta necesaria a accidentes de transporte que afecten a cualquier tipo de mercancía peligrosa, incluso los materiales radiactivos. Dichos planes y procedimientos deberían ser garantía de que se cuenta con los conocimientos, la competencia técnica y el equipamiento básicos para hacer frente con efectividad a la amplia gama de consecuencias posibles de esos accidentes.

1.6. En 1989 se publicó la Guía de Seguridad “Planificación y preparación de la respuesta a emergencias debidas a accidentes de transporte en los que intervengan materiales radiactivos”¹. Esta Guía de Seguridad recogía los

¹ Organismo Internacional de Energía Atómica, “Planificación y preparación de la respuesta a emergencias debidas a accidentes de transporte en los que intervengan materiales radiactivos”, Colección Seguridad N° 87, OIEA, Viena (1989).

requisitos establecidos en la edición de 1985 del Reglamento de transporte del OIEA². La publicación de la edición de 1996 del Reglamento de transporte del OIEA [3]³ hizo necesario reexaminar y revisar dicha Guía (Colección Seguridad N° 87) para dar cabida a los nuevos requisitos reglamentarios.

1.7. A fin de actualizar las recomendaciones anteriores sobre la planificación de emergencia para accidentes de transporte en que resulten afectados materiales radiactivos, el OIEA convocó una reunión de consultores, seguida de una reunión de un comité técnico en 1996. Más tarde, la Secretaría adoptó otras medidas para finalizar la citada Guía. Algunas de ellas consistieron en incluir información aparecida recientemente, tomada de la publicación de Requisitos de seguridad del OIEA “Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica” [4] y de un documento conexo de la serie TECDOC del OIEA [5].

OBJETIVO

1.8. El objetivo de esta Guía de Seguridad es ofrecer orientaciones a las autoridades públicas y otras partes interesadas (en particular los remitentes, transportistas y autoridades encargadas de la respuesta a emergencias) a quienes incumbe elaborar y establecer medidas para hacer frente con efectividad y seguridad a accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. La Guía puede ser útil a los encargados de crear la capacidad de responder a emergencias de transporte de este tipo. Facilita orientación a aquellos Estados donde las actividades con materiales radiactivos estén en fase inicial. También ofrece orientación a los Estados que ya hayan desarrollado industrias que operan con esos materiales, así como los planes de emergencia correspondientes, pero que necesiten revisarlos o mejorarlos. Esta Guía de Seguridad no es ni un conjunto de reglas ni una lista de medidas y acciones aprobadas.

² Organismo Internacional de Energía Atómica, “Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos”, edición de 1985 (enmendada en 1990), Colección Seguridad N° 6, OIEA, Viena (1991).

³ En junio de 2000 se publicó una lista de erratas relativa a la edición en inglés de ST-1. Ésta se reimprimió en 2000 con las correcciones indicadas en dicha lista y con la nueva signatura TS-R-1 (ST-1 revisada) y las ediciones en francés y en español se reimprimieron en 2002 con las mismas correcciones.

1.9. La presente Guía recoge los requisitos especificados en la edición revisada del Reglamento de Transporte aparecida en 2002 [3] y los de las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación [6]. Proporciona orientación sobre los diversos aspectos de la planificación y preparación para emergencias, incluida la asignación de responsabilidades. La Guía puede servir de ayuda para preparar planes y procedimientos nacionales, regionales y locales de emergencia, cuenta habida de las estructuras estatales y legislativas específicas.

1.10. Al usar esta Guía de Seguridad se debería considerar que los planes de respuesta a emergencias y la forma en que se apliquen pueden variar de un Estado a otro (véase, por ejemplo, el párr. 103 del Reglamento de Transporte [3]). En cada Estado, las autoridades responsables deberían decidir la mejor manera de aplicar la información contenida en la Guía, teniendo en cuenta las expediciones que puedan darse en la realidad y los riesgos que conlleven. En otras fuentes diversas, algunas de las cuales se citan en esta Guía, puede encontrarse más orientación detallada sobre los muchos componentes de un programa de emergencia.

ALCANCE

1.11. Esta Guía de Seguridad se ha elaborado con el fin específico de abordar los problemas concretos relacionados con las emergencias de transporte que afecten a materiales radiactivos. Debería tenerse en cuenta que los componentes de una planificación y preparación para emergencias con el fin de responder a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos son, en gran medida, similares a los que se refieren a otras mercancías peligrosas. Por esta razón, todos los componentes de esa planificación y preparación para emergencias a fin de responder a dichos accidentes deberían coordinarse con los requeridos para responder a los accidentes de transporte que afecten a otras mercancías peligrosas. Además, si bien la Guía se ha elaborado con objeto de responder a los accidentes en los que se sepa que hay material radiactivo afectado, los conceptos expuestos en ella deberían también aplicarse a los accidentes de transporte en los que se sospeche la presencia de ese material.

1.12. Esta Guía de Seguridad no trata específicamente de la pérdida o el robo de materiales radiactivos durante su transporte. Sin embargo, los procedimientos establecidos por diversos organismos internacionales,

nacionales o locales para la notificación de accidentes de transporte en que resulte afectado material radiactivo pueden también aplicarse a los casos de pérdida o robo durante el transporte.

1.13. La presente Guía no incluye información detallada relativa a la naturaleza y los peligros de la radiactividad y los materiales radiactivos. Dicha información puede encontrarse en las publicaciones indicadas en las referencias y en la bibliografía.

ESTRUCTURA

1.14. Esta Guía de Seguridad ofrece un marco para la planificación y preparación de medidas de respuesta adecuadas en caso de accidentes de transporte. Formula orientaciones sobre las responsabilidades que incumben a diversos organismos e individuos en la planificación, la preparación y la aplicación real de medidas a los accidentes de transporte. Finalmente, expone con detalle las disposiciones necesarias para una respuesta adecuada.

1.15. Como complemento de esa orientación se presentan seis apéndices. En ellos figuran:

- Un examen de los aspectos del Reglamento de Transporte [3] en lo referente a su influencia en la respuesta a emergencias;
- Orientación, en forma de matriz de referencia, para uso de quienes sean los primeros en responder a la emergencia en el lugar de la misma;
- Orientación sobre instrumentos adecuados para evaluar los niveles de radiación y la contaminación;
- Una sinopsis de las medidas de respuesta a emergencias que se pueden tomar, como orientación de la labor de quien deba dirigir esas medidas sobre el terreno;
- Una relación de ejemplos de medidas de respuesta a accidentes y de cómo algunos de los principios enunciados en las orientaciones correspondientes han sido o podrían haber sido aplicados;
- Un ejemplo conjunto de instrumentos (kit) adecuado para un grupo de protección radiológica.

1.16. Como complemento de esas orientaciones se incluyen los siguientes anexos:

- Un ejemplo de instrucciones sobre medidas de respuesta a emergencias comunicadas a un transportista por un remitente de material radiactivo, y
- Un ejemplo de instrucciones sobre medidas de respuesta a emergencias ofrecidas a nivel gubernamental.

2. MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

2.1. Las normas de seguridad del OIEA [3, 6] establecen un marco para fijar los requisitos referentes a una capacidad adecuada de respuesta a emergencias para hacer frente a accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos.

2.2. La publicación de Nociones fundamentales de seguridad “Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources” [7] establece los siguientes objetivos de protección y seguridad:

Objetivo de protección: evitar la aparición de efectos deterministas en las personas, manteniendo las dosis por debajo del umbral pertinente, y cuidar de que se adopten todas las medidas recomendadas para reducir la aparición de efectos estocásticos en la población, tanto en la actualidad como en el futuro.

Objetivo de seguridad: proteger de daños a las personas, la sociedad y el medio ambiente estableciendo y manteniendo defensas efectivas contra los riesgos radiológicos de las fuentes.

2.3. En dicha publicación [7] también se indica que para alcanzar estos objetivos es preciso un sistema de protección fundado en principios básicos. Puede ser necesaria una intervención para hacer frente a las consecuencias radiológicas de un accidente. La intervención en este caso se define como cualquier acción encaminada a reducir o evitar la exposición o la probabilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que estén fuera de control a causa de un accidente. Por lo tanto, se debe responder a un accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos, independientemente de la magnitud o la naturaleza del accidente, aplicando esos objetivos y principios.

2.4. Los requisitos relativos a las medidas que han de adoptarse se han establecido a nivel internacional [6]. Entre ellos figuran:

- Los que prescriben una intervención en caso de accidentes o emergencias en los que se hayan activado un plan o procedimientos de emergencia;
- Los que prescriben que cada titular registrado o titular de la licencia, que sea responsable de fuentes para las que pueda ser necesaria una intervención rápida, asegure la existencia de un plan de emergencia;
- Los que prescriben que los empleadores suministren a los trabajadores que puedan verse afectados por un plan de emergencia, la información, la instrucción y la capacitación adecuadas.

2.5. El Reglamento de Transporte [3] estipula el cumplimiento de las disposiciones de emergencia establecidas por las organizaciones internacionales y/o nacionales competentes, en caso de accidentes o incidentes en el transporte de material radiactivo. Además, prescribe que en los procedimientos de emergencia se tenga en cuenta la formación de sustancias peligrosas, aparte de las radiactivas, que pueden resultar de interacciones del contenido radiactivo de una remesa y las sustancias presentes en el medio ambiente, en caso de accidente.

2.6. El Reglamento de Transporte [3] ofrece un marco para gran parte de la protección necesaria. Establece severos controles relativos al diseño, los ensayos y las operaciones en el embalaje y transporte de materiales radiactivos. Estipula los controles reglamentarios ejercidos por las autoridades competentes a nivel nacional. Prescribe estos controles siguiendo un enfoque gradual en lo referente al embalaje así como a los controles operacionales y reglamentarios. Este enfoque graduado puede ser de utilidad a los encargados de las medidas de respuesta a emergencias, a la hora de determinar los riesgos que presentan los bultos y sus contenidos en caso de ser afectados por accidentes de transporte. Además, el Reglamento prevé el uso de un sistema de comunicaciones para que el personal encargado de responder a un accidente pueda identificar el contenido, evaluar los posibles riesgos y determinar las medidas apropiadas. Estos aspectos del Reglamento de Transporte [3] y la forma en que pueden influir en las consecuencias potenciales y en las acciones de respuesta en caso de accidente de transporte que afecte a material radiactivo se resumen en el Apéndice I. En la Ref. [4] se establecen cinco categorías de amenaza de tipo nuclear y radiológico a los efectos de la preparación y respuesta para emergencias, según las cuales la planificación para la categoría I es la más exigente (es decir, se considera que ésta es la que implica las mayores consecuencias potenciales) y la categoría IV es la menos

exigente (la categoría V es un caso especial). El transporte de materiales radiactivos se clasifica en la categoría IV.

2.7. El objetivo de un programa de planificación y preparación para una emergencia en que resulte afectado material radiactivo debiera ser el de contribuir a establecer competencia y confianza en que se solventaría con eficacia una emergencia derivada de un accidente de transporte; esto es, en que pueden alcanzarse los objetivos y requisitos establecidos en las publicaciones de Nociones fundamentales de seguridad y Requisitos de seguridad. Toda medida de respuesta se debería poder realizar de forma oportuna, eficaz, apropiada y coordinada, dondequiera que ocurra el accidente.

3. RESPONSABILIDADES EN LA PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

GENERALIDADES

3.1. Cuando ocurra un accidente de transporte que afecte a material radiactivo, pueden tener responsabilidades, a la hora de actuar para mitigar sus consecuencias, diversos organismos nacionales, el remitente, el transportista y su personal. En la mayoría de las situaciones de accidente de transporte, esta respuesta consiste en salvar vidas, prestar asistencia médica, extinguir y controlar el fuego, y en el trabajo policial normal que lleva aparejado cualquier accidente. Además, se debería considerar si procede recurrir a entidades especializadas con experiencia en problemas de materiales radiactivos, para evaluar el accidente y poner en práctica las medidas de protección que procedan a fin de contener, controlar o eliminar cualquier riesgo radiológico. El grado de participación de estas entidades puede variar durante la marcha de las operaciones.

RESPONSABILIDADES DE LA AUTORIDAD COORDINADORA NACIONAL

3.2. Las responsabilidades en materia de planificación y actuación contra un accidente que afecte a materiales radiactivos, se dividen normalmente entre varias entidades y personas [7]. El nivel de la respuesta y participación a nivel gubernamental viene generalmente determinado por la gravedad del accidente desde el punto de vista de sus consecuencias. Dado que las responsabilidades y medidas de respuesta de las autoridades nacionales dependen de la forma en que esté estructurado el Estado correspondiente y pueden variar de un Estado a otro, tal vez sea útil designar dentro del Estado una “autoridad coordinadora nacional” que sirva de centro de enlace para elaborar y coordinar los planes estatales de respuesta a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. Esto puede ser también de ayuda para coordinar la elaboración de planes de respuesta a emergencias a nivel nacional, provincial y local, así como facilitar la preparación adecuada para esos casos.

3.3. La autoridad coordinadora nacional debería consultar con otras entidades y organismos para cerciorarse de sus funciones, misión y responsabilidades a la hora de responder a una emergencia. El organismo dirigente debería comprobar los planes y procedimientos locales y provinciales (párr. 3.9) para asegurarse de que están en total conformidad con el plan de emergencia nacional. Como parte del proceso de planificación, se debería también determinar qué recursos tienen esas entidades y organismos que sean de utilidad para responder a un accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos.

3.4. Es posible que existan en cada plano jerárquico nacional entidades y organismos varios con competencias en materia de accidentes de transporte. Se debería asignar a un organismo el papel de líder, y a los demás, funciones de apoyo. El asignar a un organismo el liderazgo permite contar con un centro de enlace para elaborar los planes de respuesta a emergencias y hacer demostraciones del grado de preparación frente a las mismas. La idea de un organismo líder también es aplicable en los casos en que sólo se prevea un plan nacional único.

3.5. El principio de una autoridad coordinadora nacional, cuando se adopte, puede hacerse extensivo a la asignación de responsabilidades de coordinación y control en el lugar del accidente. En este lugar debería designarse un “jefe a cargo del incidente” al que se confíe la autoridad y responsabilidad de dirigir las medidas de respuesta sobre el terreno. El organismo o la entidad a que se

encomiende esta responsabilidad operativa puede o no (según el marco orgánico estatal) ser el mismo organismo o entidad encargado de coordinar la elaboración de los planes. La autoridad coordinadora nacional que se seleccione para esta función de respuesta operativa debería tener la facultad y responsabilidad de dirigir y controlar las actividades de los organismos y entidades de apoyo durante una emergencia real, una vez que sus representantes lleguen al lugar del accidente. Esta autoridad y responsabilidad normalmente se confiaría a la persona de la entidad que desempeñe el papel principal en cada fase de la respuesta. A medida que la emergencia se desarrolle, tal cometido pasaría por lo general de los encargados de la primera respuesta a un funcionario local y, finalmente, a un funcionario o un grupo directivo nacional para los sucesos que afecten a varios ámbitos de competencia o ministerios.

RESPONSABILIDADES EN MATERIA DE NOTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN

3.6. Aunque las personas y las entidades implicadas pueden ser diferentes, las notificaciones y comunicaciones relativas a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos deberían ser tratadas de una forma similar al modo en que se tratan otros incidentes de transporte que afecten a mercancías peligrosas [8]. El uso de redes y procedimientos de comunicación comunes a todas las mercancías peligrosas podría ser ventajoso a efectos de mantener un alto grado de competencia y asegurar una dotación de personal completa y adecuada para las instalaciones de comunicación.

3.7. Se debería considerar la posibilidad de establecer centros de emergencia regionales para cualquier tipo de accidente, atendidos 24 horas al día por personal capacitado. Estos centros serían un medio eficaz de enlace para alertar a los organismos apropiados según las medidas requeridas. Dichos centros deberían estar informados de los ámbitos de competencia de todos los organismos que puedan participar. Deberían disponer de listas actualizadas de nombres y teléfonos de los organismos a los que haya que avisar y de los expertos que puedan ser enviados con rapidez al lugar del accidente. En el caso ideal, el personal de estos centros debería estar también capacitado para asesorar acerca de cómo abordar accidentes que afecten a una amplia gama de materiales peligrosos. Tales centros serían particularmente ventajosos en el caso de un siniestro que implique la participación de gran número de organismos. La responsabilidad de establecer y mantener esos centros debería definirse a nivel estatal. Los centros deberían establecer también disposiciones

para avisar en el acto, ya sea directamente o a través del OIEA, a aquellos Estados que puedan verse afectados por una emergencia con implicaciones transfronterizas⁴. Se deberían adoptar también disposiciones para notificar al OIEA de inmediato en el caso de una emergencia de este tipo y responder a las peticiones de información sobre la emergencia conforme a los requisitos estipulados por el OIEA [4, 9].

RESPONSABILIDADES DE LAS AUTORIDADES GUBERNAMENTALES

3.8. Al objeto de elaborar los planes y procedimientos de respuesta estatales para los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos, los organismos gubernamentales competentes deberían:

- Establecer leyes que definan las áreas de responsabilidad y las funciones de las diversas autoridades nacionales con capacidad técnica en esta esfera;
- Definir las responsabilidades de las autoridades nacionales, provinciales y locales;
- Establecer servicios de protección radiológica;
- Determinar las autoridades que han de ser avisadas cuando ocurra un accidente de transporte que afecte a material radiactivo y establecer un sistema de comunicaciones y notificaciones;
- Determinar la idoneidad de los planes y examinarla y comprobarla periódicamente, así como la idoneidad del equipamiento y del personal adiestrado disponibles;
- Prever lo necesario para el examen y actualización periódicos de los planes;
- Establecer, cuando proceda, enlace con las autoridades de los Estados que corresponda para la notificación de accidentes cuyas consecuencias puedan extenderse más allá de las fronteras nacionales;

⁴ Las emergencias transfronterizas son sucesos que tienen importancia radiológica para otros Estados, ya sea de forma real, potencial o sentida como tal. Incluyen los sucesos que hayan tenido como consecuencia exposiciones o contaminaciones importantes en otros Estados, la pérdida o el robo de fuentes peligrosas que pudieran haber traspasado los límites nacionales, los sucesos que influyen en el transporte o el comercio internacional, y otros incidentes que den la sensación de tener importancia radiológica a los medios de comunicación o la opinión pública de otro Estado.

- Definir las responsabilidades en cuanto a información y educación pública referente al transporte de materiales radiactivos;
- Establecer (o cuidar de que se establezcan) programas de capacitación adecuados;
- Proporcionar recursos para aplicar los planes cuando se requiera.

3.9. Las autoridades provinciales y locales deberían elaborar sus propios planes y procedimientos de respuesta a emergencias. La planificación a nivel local debería al menos incluir la creación de capacidad para reconocer un bulto de material radiactivo, tener buen conocimiento de las precauciones básicas y saber a quién se debería llamar para obtener ayuda adicional [6]. Debería especificar el funcionamiento de los propios organismos y la movilización de los propios recursos. La elaboración de estos planes se debería coordinar entre las autoridades locales, provinciales y nacionales. Las medidas previstas en cualquier plan se deberían complementar de ser necesario, con listas de comprobación.

RESPONSABILIDADES DE LOS REMITENTES Y LOS TRANSPORTISTAS

3.10. En principio, la responsabilidad principal de garantizar la preparación para un envío determinado de material radiactivo debería recaer en el remitente. Éste debería cerciorarse de que los transportistas, antes de comprometerse a transportar un material radiactivo, conocen perfectamente los procedimientos que se han de seguir en caso de que se produzca un accidente de transporte. En el Anexo I se ofrece un ejemplo de las orientaciones proporcionadas a un transportista antes de hacerse cargo del transporte de material radiactivo.

3.11. Aunque la responsabilidad principal para la seguridad de los envíos recae sobre el remitente, el transportista también tiene responsabilidades, tanto en lo que atañe a la seguridad durante el transporte como a la reacción adecuada en caso de accidente. En general, tanto el transportista como el remitente deberían estar preparados para hacer frente a un accidente y prestar la asistencia técnica adecuada a los encargados de responder a la emergencia.

3.12. El remitente debería asegurarse de que se han tomado las medidas adecuadas para hacer frente con eficacia a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. Entre estas medidas cabe citar las de estar preparado para facilitar información sobre el envío, saber cómo actuar contra

un accidente de este tipo y prestar asistencia técnica y/o de emergencia en el lugar del accidente cuando se le pida o se le requiera.

3.13. Además, el remitente debería proporcionar al transportista las instrucciones de emergencia apropiadas y cualquier otra información relacionada con las medidas de respuesta.

3.14. El transportista debería asegurarse de que se lleven a bordo del medio de transporte las instrucciones de emergencia apropiadas. Debería esforzarse al máximo para cuidar de que la información de emergencia pertinente esté a disposición de las primeras personas que acudan al lugar del accidente, incluso en el caso de que el personal de transporte esté incapacitado.

3.15. El personal de transporte debería recibir instrucciones para que, inmediatamente después de un accidente, si puede hacerlo, informe a la policía (o a otra entidad de emergencia apropiada), al remitente y a las demás autoridades que corresponda dado el suceso. También debería recibir instrucciones para actuar conforme a los procedimientos de emergencia adecuados.

RESPONSABILIDADES DEL GRUPO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

3.16. Para dar apoyo a las entidades de respuesta a emergencias que actúen generalmente en todos los accidentes de transporte, se debería disponer de grupos de protección radiológica especialmente capacitados y equipados para evaluar correctamente las consecuencias de un accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos. Estos grupos deberían definirse como parte integrante de los planes de respuesta a emergencias a nivel gubernamental. Los miembros del grupo deberían ser personas experimentadas, con capacitación técnica y profesional en el campo de la seguridad radiológica.

3.17. Deberían existir posibilidades de comunicación con dichos grupos 24 horas al día durante toda la semana, de manera que sus miembros puedan ser avisados rápidamente y de forma fiable cuando sea necesaria su asistencia en el lugar de un accidente. Debería disponerse de medios rápidos de transporte del grupo y su equipo, con financiación aprobada de antemano, para asegurar su desplazamiento en el momento oportuno desde donde se encuentren al lugar de un accidente.

3.18. Más específicamente, el grupo radiológico debería estar autorizado, preparado y equipado para:

- Desplazarse al lugar del accidente, con el equipo adecuado, de forma expeditiva;
- Evaluar los riesgos radiológicos;
- Adoptar las medidas apropiadas para minimizar la exposición del personal a la radiación y/o a materiales radiactivos;
- Adoptar las medidas oportunas para minimizar la dispersión de la contaminación radiactiva;
- Suministrar información y asesoramiento técnicos a las autoridades adecuadas, que sirva de ayuda para tratar a las personas afectadas;
- Llevar a cabo otras medidas de emergencia generales que sean necesarias.

3.19. Cuando haya que monitorizar y evaluar grandes zonas o durante largos períodos, es posible que se necesite más personal y equipo a fin de ampliar el grupo en el lugar del accidente. En el proceso de planificación para emergencias se deberían documentar los métodos de determinar el personal, el equipo y los suministros requeridos para respaldar la monitorización y evaluación de una gran zona o durante largos períodos.

4. PLANIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

GENERALIDADES

4.1. Los materiales radiactivos se transportan por tierra (carretera o tren), por vías navegables interiores, por mar o por vía aérea. El Reglamento de Transporte [3], brevemente resumido en el Apéndice I, se aplica a estos envíos en todo el mundo, ya sea directamente a través de normativas nacionales o a través de los requisitos establecidos por las organizaciones internacionales correspondientes. El Reglamento de Transporte estipula que se deberán respetar las disposiciones sobre casos de emergencia establecidas por las organizaciones internacionales o nacionales competentes para proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente.

4.2. Conviene que exista en todo Estado un nivel mínimo de planificación de medidas de respuesta a emergencias originadas por accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos [4]. Como se indica en la Sección 3, la planificación de dichas medidas para responder a esos accidentes es una responsabilidad que debería ser cumplida por las autoridades gubernamentales, los remitentes (expedidores) y los transportistas a quienes incumba.

4.3. Se han establecido cinco categorías de amenaza nuclear y radiológica a los efectos de la preparación y respuesta frente a emergencias [4]. La primera categoría supone la posibilidad más elevada de grandes emisiones. La cuarta categoría es la referente a las actividades en que la amenaza es escasa o desconocida. En la misma aparece clasificado el transporte. Esta categoría requiere un nivel mínimo de preparación, pero es aplicable a todos los Estados porque los accidentes de transporte de materiales radiactivos son posibles en cualquier lugar.

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS

4.4. Se debería establecer un plan principal nacional para responder a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. Todos los planes provinciales y locales deberían estar basados en este plan. Los remitentes y los transportistas deberían contar también con los planes de emergencia y los procedimientos adecuados. La Sección 3 trata de las responsabilidades de las diferentes entidades. En lo que atañe a la protección de los trabajadores en caso de accidente de transporte, la planificación corresponde al remitente y al transportista, mientras que cuando se trate de proteger al público en general, la planificación debería estar a cargo de los funcionarios competentes locales, regionales, nacionales o internacionales [6].

4.5. El plan nacional principal debería ser lo suficientemente flexible como para responder a una amplia variedad de accidentes. De cualquier forma, en el plan se deberían tratar al menos los siguientes temas:

- a) La planificación básica;
- b) Las responsabilidades, capacidad y tareas de las entidades participantes;
- c) Los procedimientos para alertar y avisar a las entidades y personas clave;
- d) Los métodos para prevenir y aconsejar al público en general;
- e) Los niveles de intervención y actuación en materia de exposición y contaminación;

- f) Las medidas de protección;
- g) Los procedimientos que se haya de seguir en las acciones de respuesta;
- h) Los recursos para apoyo médico y de salud pública;
- i) Los procedimientos en materia de capacitación, simulacros y actualización de los planes;
- j) La información pública.

4.6. Para establecer las bases de la planificación, las autoridades responsables deberían realizar una evaluación de los materiales radiactivos transportados en su país y de los sistemas empleados para hacerlo. Estas autoridades, por regla general, deberían determinar qué tipos de expediciones (tipos de material y de bultos) se efectúan por estos sistemas y cuáles son las rutas principales seguidas. En el caso de Estados con gran número y gran variedad de remesas de materiales radiactivos, tal vez convenga considerar la posibilidad de realizar las evaluaciones recurriendo a datos estadísticos, para facilitar la identificación de los sectores en que los siniestros son más frecuentes y los lugares donde los accidentes posibles tendrían consecuencias más graves. Se definirían entonces las bases de la planificación teniendo en cuenta las consecuencias potenciales que se deriven de estos análisis.

4.7. Se deberían preparar procedimientos, claramente definidos paso a paso, para poner en práctica el plan de emergencia, aplicando la respuesta gradual (por ejemplo, de ámbito local, provincial o nacional) que requiera la gravedad del accidente y sus consecuencias. Esta respuesta podría variar desde una simple confirmación de que no hay riesgo radiológico, con una participación mínima de expertos, hasta situaciones que precisen de medidas reparadoras a gran escala en el lugar del accidente, incluso una actuación considerable de expertos.

4.8. Las autoridades gubernamentales deberían definir como niveles de intervención operacionales (NIO) ciertos niveles preestablecidos de exposición a la radiación y de contaminación radiactiva [6]. Estos niveles han de ser coherentes con las normas internacionales [6]. Si se sobrepasan se deberían adoptar ciertas medidas de respuesta y de protección. Una consideración importante es que los accidentes de transporte pueden ocurrir en cualquier lugar, incluso en zonas remotas de difícil acceso para el personal de respuesta y en zonas pobladas donde tal vez se requiera controlar el acceso del público. Así pues, los planes de respuesta deberían incluir consideraciones acerca de su aplicación en lugares difíciles o en condiciones meteorológicas adversas.

4.9. Puesto que el tipo de planes de emergencia para responder a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos (designados como

Clase 7) presenta normalmente la misma estructura que el de los planes para hacer frente a accidentes de transporte en que sean afectadas otras mercancías peligrosas (Clases 1 a 6 más 8 y 9 [8]), muchas de las entidades intervinientes y de las medidas de respuesta requeridas serán las mismas. Es por lo tanto preferible, siempre que sea posible, integrar los planes para emergencias en el transporte de materiales radiactivos con los previstos para responder a los accidentes que afecten a otras mercancías peligrosas. En el caso de un plan general de esta naturaleza, se debería considerar la incorporación de centros de alerta nacionales o regionales para todo tipo de accidentes de transporte que afecten a mercancías peligrosas. Semejante sistema se activaría más frecuentemente que un sistema independiente para una clase particular de esas mercancías. La experiencia adquirida con tal sistema de respuesta combinada reforzaría su efectividad y fiabilidad. Ahora bien, de proceder así, siempre debería tenerse en cuenta que hay accidentes de transporte con materiales radiactivos, poco probables pero de consecuencias muy considerables, las cuales pueden originar problemas que exigirían respuestas únicas.

4.10. Los planes de emergencia destinados a responder a accidentes en que sean afectados materiales radiactivos deberían estar en la mayor conformidad posible con los procedimientos y capacidades existentes para hacer frente a otros accidentes de transporte. Los organismos de policía, de bomberos o militares sirven normalmente como primera línea de respuesta. El personal del transportista, o los ciudadanos que resulten directamente afectados o se encuentren inicialmente en el lugar del accidente, contactarán muy probablemente con la policía. El personal de transportista que intervenga en la expedición de material radiactivo debería recibir instrucciones previas acerca de los procedimientos que haya de seguir en caso de accidente y para avisar a la policía y demás entidades indicadas en los planes de emergencia. El anexo I ofrece un ejemplo de esa orientación. Dado que el párr. 555 del Reglamento de Transporte [3] prescribe que el remitente facilite en los documentos de transporte información especificando las medidas de emergencia apropiadas para la remesa, los transportistas deberían asegurarse de que esto se ha cumplido antes de hacerse cargo del transporte.

4.11. Como se indica en el párr. 5.11, los planes y procedimientos de emergencia deberían incluir también disposiciones para proporcionar información a los primeros en acudir al lugar (por ejemplo policía y bomberos), sobre la respuesta inmediata requerida en caso de un accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos.

4.12. Los planes de emergencia y los procedimientos para su aplicación deberían especificar lo referente a la distribución de copias de estos documentos. Todas las entidades participantes en el sistema general de respuesta a emergencias deberían recibir copias de los planes y procedimientos así como de todas las modificaciones que se introduzcan en los mismos. Se debería establecer un mecanismo para que los que figuren en la lista de distribución reciban las modificaciones de estos documentos y acusen recibo de ellas.

4.13. Existe más orientación detallada sobre la planificación y preparación para responder a emergencias [4, 9] y sobre la elaboración de procedimientos para evaluar y responder a emergencias [5].

5. PREPARACIÓN PARA RESPONDER A LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

GENERALIDADES

5.1. Las principales medidas que se han de adoptar para responder a los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos son:

- a) Rescatar y prestar asistencia médica urgente a las víctimas;
- b) Luchar contra los incendios y demás consecuencias comunes de los accidentes de transporte;
- c) Determinar los riesgos inherentes al material afectado;
- d) Combatir cualquier riesgo radiológico y prevenir la dispersión de contaminación radiactiva;
- e) Recuperar el bulto o bultos y el vehículo de transporte;
- f) Descontaminar al personal;
- g) Descontaminar la vía de tráfico y restablecerlo así como delinear los límites de otras áreas contaminadas;
- h) Descontaminar las proximidades y devolverlas a un estado seguro.

Una vez que el material radiactivo esté bajo control y se haya restablecido el tráfico en el lugar del accidente, la emergencia debería considerarse finalizada. Además, si se ha detectado una fuga o una contaminación, posiblemente se

requerirá descontaminar y restablecer las zonas circundantes. Aunque las medidas de descontaminación (puntos f) – h) supra) no son parte integrante de la planificación y preparación para la respuesta inmediata a emergencias, se incluye en esta Guía un breve análisis de estas actividades para facilitar la cabal comprensión.

5.2. Si bien es posible que el transportista, el remitente y organismos oficiales de nivel nacional, provincial y local tengan todos ellos un papel que cumplir en la respuesta, la responsabilidad principal, en principio, debería recaer sobre el remitente y el transportista a fin de garantizar la adopción de las disposiciones adecuadas para hacer frente de manera eficaz a los accidentes en que resulten afectados materiales radiactivos. En cualquier momento durante el envío, el remitente y/o el transportista deberían estar en condiciones de suministrar información sobre los riesgos y de destacar un grupo de protección radiológica adecuadamente equipado y capacitado al lugar del accidente.

5.3. Se debería considerar la necesidad de cooperación internacional para responder a los accidentes de transporte. La Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica [10] ofrecen la base para esta cooperación. Además, la Ref. [9] contiene más orientación sobre la cooperación internacional. En la Ref. [11] puede encontrarse información sobre cómo obtener asistencia radiológica y médica especializada.

FASES DE LA RESPUESTA A LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE

5.4. Las medidas de respuesta, en cualquier accidente, pueden dividirse en tres fases:

- La fase inicial;
- La fase de control del accidente;
- La fase posterior a la emergencia.

En cualquier accidente concreto, muchas de las medidas de respuesta descritas en la sección relativa a la fase de control del accidente pueden haber comenzado ya en la fase inicial del mismo.

FASES DE LA RESPUESTA A LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE POR CARRETERA

5.5. El análisis detallado de las tres fases de la respuesta que sigue (párrs. 5.6–5.60) trata directamente de los accidentes de transporte terrestre por carretera. En los párrs. 5.61–5.70 figuran consideraciones referentes a otros accidentes distintos de los de transporte terrestre por carretera.

Fase inicial

5.6. En lo que respecta a algunas medidas iniciales para caso de emergencia incumbe responsabilidad al transportista y al remitente. Éstos deberían avisar lo antes posible a las autoridades locales o a otras que se estipulen. Sin embargo, como tal vez los conductores del vehículo y los miembros de la tripulación queden incapacitados en el accidente y no puedan actuar, es posible que otras personas que se encuentren en el lugar del siniestro informen del mismo, muy probablemente a los servicios locales de protección civil.

5.7. Los servicios locales de protección civil deberían asumir su responsabilidad y responder adecuadamente a un accidente, así como asumir las responsabilidades iniciales de control y mando cuando lleguen al lugar del siniestro. Su capacidad para hacer frente a accidentes que afecten a materiales radiactivos suele verse limitada por sus escasos conocimientos y porque tal vez no sea fácil contar en los primeros momentos siguientes a un accidente con la asistencia de personas capacitadas en seguridad radiológica y provistas de equipo especial. La planificación a nivel local incluirá normalmente medidas para poder reconocer un bulto de material radiactivo, estar al corriente de las precauciones básicas que se han de tomar y saber a quién se debe llamar para que preste asistencia adicional [4]. Además, en algunos casos puede no estar disponible inmediatamente la información suficiente para evaluar el riesgo derivado de la naturaleza de la remesa. En consecuencia, la planificación por las autoridades locales de medidas de respuesta a emergencias debería tener en cuenta los trámites iniciales necesarios para obtener esta información. Por regla general, dichas autoridades deberían determinar la identidad del remitente y el contenido del bulto o los bultos afectados y solicitar ayuda del remitente y el transportista responsables, así como de las autoridades provinciales y nacionales. Estas entidades y autoridades deberían tener, a su vez, acceso a asesoramiento y a recursos especializados. El mecanismo para conseguir dicho acceso se debería especificar en los planes de emergencia.

5.8. En los primeros minutos siguientes a un accidente, las medidas de emergencia que adopten los primeros responsables locales de las actividades de respuesta deberían ir encaminadas a:

- Salvar vidas;
- Atender a las personas heridas;
- Aislar el lugar;
- Prevenir o extinguir incendios;
- Determinar los riesgos;
- Determinar las medidas necesarias para prevenir más amenazas a vidas humanas, bienes y medio ambiente;
- Solicitar el apoyo especializado apropiado.

Se debería conceder prioridad a las medidas encaminadas a salvar vidas y dispensar los primeros auxilios. Por regla general, la presencia de material radiactivo no debería impedir dichas acciones, dado que los riesgos para los encargados de las actividades de respuesta a emergencias son generalmente bajos [4].

5.9. En rigor, el personal local que acuda primero al lugar del siniestro sólo dispondrá fácilmente de información visual. Esta información aparecerá en forma de documentos de transporte, marcas y etiquetas en los bultos, o rótulos en los vehículos o en los contenedores de mercancías (véase el apéndice I). Se debería adiestrar al personal de policía, bomberos u otro personal que sea el primero en llegar al lugar de un accidente para reconocer esta información visual, evaluar la situación aplicando los procedimientos corrientes de investigación de accidentes y notificar a los expertos apropiados con miras a recibir asistencia y asesoramiento [4]. Esto permitirá tomar las decisiones adecuadas acerca de las medidas posteriores necesarias (párr. 5.76). Las guías y procedimientos de respuesta a emergencias son recursos esenciales para dirigir las actividades a tal fin. En el anexo II figuran guías típicas para emergencias que recogen los requisitos estipulados en la edición revisada del Reglamento de Transporte, publicada en 2002 [3]. El grado de respuesta debería depender, por regla general, del riesgo potencial que plantee el contenido de los bultos afectados. Este riesgo puede evaluarse en función de los niveles de radiación externa de los bultos no dañados (indicados en las etiquetas, véase el apéndice I), y del contenido en materiales radiactivos presente, que guardará relación con los números establecidos para las expediciones por las Naciones Unidas (listados en el anexo II). En la matriz de referencia para la respuesta inicial a emergencias que figura en el apéndice II se presenta orientación adicional sobre las medidas de respuesta que podrían tomar los primeros actuantes.

5.10. La policía, los bomberos u otro personal cualificado de respuesta a emergencias deberían cuidar de que el lugar se mantenga despejado hasta una distancia apropiada. Es posible que una evaluación posterior de los niveles de radiación (en el apéndice III se proporciona información sobre los instrumentos que pueden emplearse para estas mediciones) demuestre que esas medidas eran innecesarias, pero hasta que la situación haya sido evaluada adecuadamente, dichas acciones son prudentes. Por regla general, el público debería ser excluido (evacuado) del lugar del accidente. El paso a la zona de acceso limitado (de exclusión) sólo se debería permitir a la policía, los bomberos u otro personal de respuesta a la emergencia (véanse los párrs. 5.39–5.47), y únicamente para el salvamento de vidas u otros servicios de emergencia.

5.11. La distancia en que se aplique dicha exclusión dependerá de las circunstancias del accidente. Se han elaborado pautas para ello [5], que se incluyen en el apéndice IV. Además los cuadros II-III a II-VIII del anexo II ofrecen orientación sobre la forma de cumplir los requisitos establecidos en la edición de 1996 del Reglamento de Transporte publicada en 2002 [3].

5.12. La policía u otro personal de emergencia deberían registrar los nombres y direcciones de las personas afectadas en el lugar del accidente o en las inmediaciones. Si más tarde se descubre que hay contaminación, debería contactarse con la gente que ya no esté en dicho lugar para concertar su monitorización radiológica. Si no se sabe exactamente cuánta gente o cuántos vehículos han pasado por la zona contaminada, debería informarse al público sobre el accidente a través de los medios locales de comunicación.

5.13. Se debería establecer un conducto de comunicación claramente definido entre la persona que esté a cargo en el lugar del siniestro y las autoridades competentes. La persona a cargo en ese lugar debería cuidar de que se mantenga expedito dicho conducto.

5.14. El personal de emergencia debería llevar a cabo una investigación inicial, teniendo en cuenta los efectos sobre la vida humana, los bienes y el medio ambiente, así como las consecuencias que pudieran derivarse de circunstancias relacionadas con el accidente. Esta investigación inicial debería servir para determinar las medidas siguientes que hayan de tomarse en las fases de control del accidente y posterior a la emergencia. Los resultados de la investigación deberían también servir de base para un informe inicial destinado a las entidades de respuesta a emergencias y a las personas afectadas.

5.15. La investigación debería incluir encuestas que respondiesen a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Hubo personas heridas?
- b) ¿Cuáles son las etiquetas, marcas, rótulos y documentos de transporte presentes?
- c) ¿Hay (o hubo) incendio cerca de los bultos de material radiactivo?
- d) ¿Hay grandes cantidades de líquidos o gases inflamables en las inmediaciones del lugar del accidente?
- e) ¿Hay material explosivo, corrosivo o tóxico en dichas inmediaciones?
- f) ¿Se ha roto la contención de alguno de los bultos?
- g) ¿Qué clase de riesgos radiológicos o de otro tipo existen?
- h) ¿Cuáles son las condiciones meteorológicas (incluso la dirección del viento)?
- i) ¿Se ha recogido la información pertinente sobre la ubicación de la población, los caminos previsibles de las escorrentías, la accesibilidad del lugar y las vías alternativas?
- j) ¿Han podido darse exposiciones de importancia a la radiación? En caso afirmativo, obtener información que permita estimar la dosis.

5.16. La investigación debería permitir evaluar la situación en el lugar del accidente mediante cuatro constataciones básicas:

- a) Confirmar la presencia de materiales radiactivos;
- b) Determinar los radionucleidos concretos presentes y sus cantidades;
- c) Cerciorarse de si ha habido o no pérdida de la integridad de los bultos o los contenedores del envío;
- d) Evaluar los riesgos radiológicos potenciales y los riesgos conexos.

Cada uno de estos puntos es tratado con más detalle a continuación

Confirmar la presencia de materiales radiactivos

5.17. El problema inicial será probablemente de reconocimiento. Algunos materiales radiactivos pueden ser transportados en formas corrosivas, tóxicas o químicamente irritantes, pero dichos materiales no aparecen habitualmente en estas formas y si se produce un escape su presencia no es fácilmente observable. La información para confirmar la presencia de un bulto que contenga material radiactivo se obtiene mediante una inspección visual del mismo; las marcas o etiquetas existentes en el exterior del bulto; los rótulos presentes en el exterior del vehículo, de los contenedores o de las cisternas;

también mediante los documentos de transporte disponibles (véase el apéndice I).

5.18. Si el personal que responde al accidente está adecuadamente capacitado y dispone de equipo apropiado de monitorización radiológica, éste se debería utilizar como ayuda para confirmar la presencia o la ausencia de materiales radiactivos. El tipo de instrumental elegido para monitorizar el lugar de un accidente concreto debería depender del tipo de radiación que probablemente esté presente. Existen orientaciones [12] sobre el tipo de equipamiento que conviene usar cuenta habida de los radionucleidos presentes, que se reproducen en el apéndice III.

Determinar los radionucleidos concretos presentes y sus cantidades

5.19. Como ayuda para reconocer y dar datos concretos sobre la naturaleza de la remesa se debería usar la información que se resume en el apéndice I relativa a los documentos y etiquetas de transporte.

Cerciorarse de la integridad de los bultos o los contenedores del envío

5.20. Una inspección visual de la remesa puede indicar si los contenedores o los bultos han sido dañados. La presencia de fuego, humo y gases podría impedir dicha determinación inicial. La presencia de otros materiales tóxicos que se hayan fugado como resultado del accidente podría también dificultar la evaluación. En general, debería darse prioridad al salvamento de vidas, la extinción de incendios y las operaciones contra materiales inflamables, explosivos o tóxicos antes de proceder a cualquier evaluación de la integridad de los bultos que pueda o deba hacerse.

5.21. Los daños externos de un contenedor o bulto de material radiactivo no significan necesariamente que los componentes del embalaje interior de ese material, o que aseguren el blindaje, se hayan roto. De cualquier forma, los daños externos son una señal de que el bulto debería ser examinado con minuciosidad por personal debidamente cualificado y equipado. La fuga de líquidos, gases o polvos puede indicar que la integridad del bulto se ha visto en peligro. Todo material fugado debería considerarse peligroso en tanto que personal competente no haya determinado lo contrario. La integridad del bulto podría también haber fallado sin que exista señal visible. Esto sólo puede determinarse por monitorización radiológica del mismo a cargo de expertos cualificados provistos del instrumental apropiado. En consecuencia, todos los bultos que sufran efectos en un accidente deberían ser tratados inicialmente con precaución.

Evaluar los riesgos radiológicos potenciales y los riesgos conexos

5.22. Se debería realizar una evaluación inicial de los riesgos. Una pronta información en el lugar del siniestro es de utilidad para determinar la magnitud de los mismos y evitar exposiciones innecesarias a la radiación del personal de respuesta a la emergencia y del público en general. La información temprana es también de utilidad para el personal médico que atiende a las personas heridas que pudieran estar contaminadas.

5.23. Tal vez no sea posible una evaluación minuciosa de las condiciones radiológicas en el lugar del accidente durante la primera fase de la respuesta. Esa evaluación requiere considerables conocimientos y experiencia con materiales radiactivos, así como instrumentos especiales. Puede ser un proceso que lleve mucho tiempo, especialmente en los casos en que haya contaminación de personas, objetos y el medio ambiente. Una evaluación de este tipo tendrá lugar, normalmente, durante la fase de control del accidente.

5.24. Por lo general, en la fase inicial de la respuesta a una emergencia sólo se puede obtener información sobre los niveles de radiación, la pérdida de blindaje y el eventual escape de material radiactivo de un contenedor o un bulto si el personal que acude primero al lugar (por ejemplo de servicios de policía, bomberos, salvamento o urgencia médica) dispone de equipo de monitorización radiológica. Si este es el caso, dicho personal debería estar específicamente instruido en el manejo de tal equipo, las limitaciones de su uso que vengan al caso y la correcta interpretación de los resultados. Este personal debería también estar adiestrado en lo que respecta a los límites de los niveles de radiación de los bultos en condiciones normales de transporte y a los límites aplicables para la seguridad del personal.

5.25. Si se carece de personal adiestrado y equipado, y a fin de conseguir una mejor comprensión del riesgo potencial inherente al contenido de los bultos afectados en un incidente concreto, el personal que acuda primero al lugar puede aplicar la orientación dada en el apéndice II.

5.26. El apéndice V presenta cuatro escenarios típicos o hipotéticos de accidentes, en que son afectados materiales radiactivos.

Fase de control del accidente

5.27. El responsable de la fase de control del accidente (al que se puede denominar “jefe a cargo del incidente”) debería utilizar la información básica

disponible como resultado de las medidas tomadas en la fase inicial para determinar las principales medidas necesarias en la fase de control del accidente. En el apéndice IV figura un método para precisar esas medidas.

5.28. Como parte del proceso de planificación para emergencias se deberían adoptar por adelantado ciertas disposiciones, por ejemplo autorizar, preparar y equipar a un grupo de protección radiológica. Esto permitirá que la fase de control del accidente sea gestionada adecuadamente por personas o grupos cualificados, experimentados y equipados. Los componentes de este grupo deberían provenir de organismos oficiales, institutos nucleares, hospitales u otras entidades donde existan servicios de protección y evaluación radiológicas. El grupo debería estar facultado y capacitado para llevar a cabo las monitorizaciones radiológicas necesarias, evaluar los riesgos y prestar el asesoramiento adecuado.

5.29. El fin primordial de la monitorización radiológica es proporcionar oportunamente información en la que se puedan basar las decisiones apropiadas para iniciar las medidas de protección y restablecimiento. Para alcanzar esos objetivos, se deberían realizar mediciones de los niveles de radiación (en mSv/h) y los niveles de contaminación local (en Bq/cm²). Las decisiones deberían tomarse con arreglo a los niveles de intervención operacionales (NIO) previamente establecidos, como se indica en el párr. 4.8. Según los resultados de estas primeras mediciones, se debería considerar la realización de las siguientes mediciones adicionales:

- Mediciones de la contaminación por material radiactivo en el aire y el suelo alrededor del lugar del accidente;
- Mediciones para evaluar la exposición de los miembros del personal de emergencia, de los trabajadores de transporte y del público (incluida si es necesario la contaminación interna).

5.30. El grupo de respuesta a un accidente debería disponer del instrumental de monitorización radiológica apropiado e incluir personal cualificado y adiestrado en el manejo de dicho equipo; de otra forma no será posible obtener evaluaciones válidas del riesgo radiológico. Este equipo debería estar disponible en forma de conjunto (kit) de instrumental básico. Asimismo debería estar bien mantenido y correctamente calibrado para la monitorización radiológica. El trabajo inicial llevado a cabo en el lugar del accidente por el grupo se suele realizar con dicho conjunto. En él deberían figurar los instrumentos que prescriba la autoridad competente. El apéndice VI muestra como ejemplo un conjunto de instrumental adecuado para un grupo de

protección radiológica. En el apéndice 7 del documento IAEA-TECDOC-953 figuran listas más detalladas para varios tipos de grupos de respuesta, que dependen de la gravedad del accidente.

5.31. En algunos casos puede ser necesario un laboratorio radiológico móvil.

5.32. Las características de muchos tipos de instrumentos que suelen usarse para evaluar el lugar de un siniestro pueden verse en los textos estándar sobre instrumentos, por ejemplo en la Ref. [12].

5.33. El grupo de respuesta debería estar provisto de los medios de comunicación móviles apropiados.

5.34. Basándose en los resultados de estas mediciones, una persona cualificada, por ejemplo el jefe del grupo, debería evaluar los riesgos radiológicos y prestar asesoramiento a otro personal de respuesta a emergencias, incluso al director a cargo del siniestro. Una buena práctica es usar un plano o un croquis de la zona del accidente y documentar los resultados de las mediciones en el mismo.

5.35. En los párrs. 3.16–3.19 se analizan otras tareas del grupo de protección radiológica. Entre ellas puede figurar la de dar instrucciones al personal de emergencia para establecer condiciones radiológicas de trabajo seguras en la zona del accidente. Específicamente, el grupo de protección radiológica debería considerar la posibilidad de realizar actividades de monitorización y descontaminación personal y de ayudar al responsable a cargo en lo tocante a la comunicación con la población local y los medios de información.

5.36. En base a la evaluación de la situación causada por el accidente, se debería tomar una decisión sobre qué ha de hacerse con el/los bulto(s) y qué otras medidas de reparación son necesarias. Si hay sustancias fisionables afectadas, se deberían especificar y aplicar consideraciones especiales, tales como asegurar el espaciamiento apropiado entre los grupos de bultos para garantizar la seguridad respecto de la criticidad.

5.37. Cuando a causa de una fuga de materiales radiactivos en un accidente de transporte sea necesaria una decisión acerca de la evacuación de personas de ciertas zonas, esta decisión y las medidas consecutivas deberían ser adoptadas por las autoridades locales responsables y la decisión debería basarse en el asesoramiento de expertos [6]. Estas mismas autoridades serían las que tomen también normalmente decisiones similares sobre una evacuación a raíz de accidentes de transporte que afecten a otros materiales peligrosos.

5.38. Las medidas protectoras que se deberían considerar en el caso de accidentes de transporte en que pueda haber un nivel de radiación o una contaminación radiactiva considerables, como resultado de la pérdida de integridad de los bultos, son en particular:

- El control del acceso a las proximidades del lugar del accidente, así como de la salida;
- Acciones de protección dentro de la zona acordonada;
- Medidas protectoras personales;
- Refugio o evacuación;
- La descontaminación de personas;
- El control de los alimentos y las fuentes de suministro de agua potencialmente contaminados;
- La protección del sistema de desagüe local y/o de la zona;

Algunas de estas medidas de protección podrían haber comenzado ya, como se ha indicado anteriormente, en la fase inicial.

Control del acceso y la salida

5.39. En todo accidente hay dos zonas principales de interés: una zona de acceso limitado y una zona interior acordonada (véase la Fig. I). Las zonas de acceso limitado son aquellas donde se excluye el acceso del público. Las zonas acordonadas están en el interior de las de acceso limitado y son zonas que posiblemente estén contaminadas y/o tengan altos niveles de radiación que exijan el control del acceso y la salida. Véase el apéndice VI para más detalles sobre las distancias.

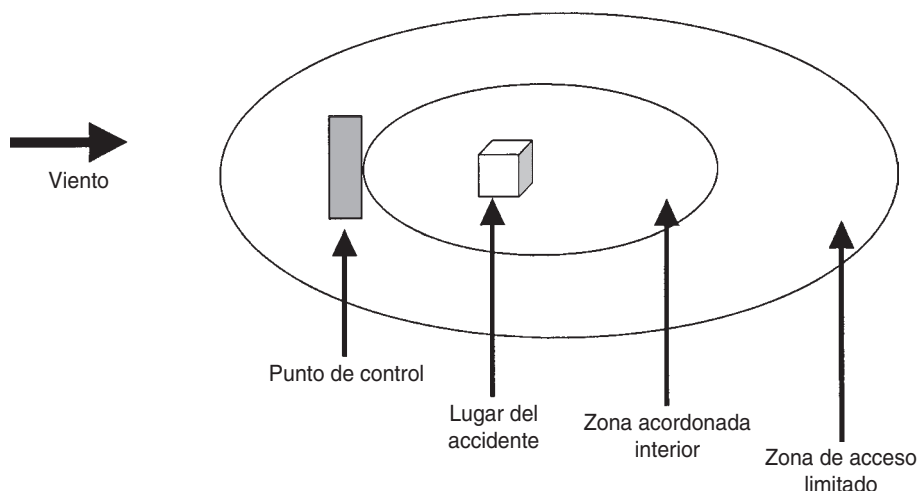
5.40. El control del acceso y la salida de las zonas acordonadas se realiza por procedimientos corrientes. Además de bloquear la carretera, se deberían establecer zonas acordonadas usando cualquier material disponible, tal como barreras rígidas, cuerdas y cintas. La amplitud y la forma de estas zonas y de las de acceso limitado dependen en gran medida de la geografía del terreno y de otras condiciones del lugar y pueden cambiar durante las operaciones de rescate. Factores que influyen en la amplitud y la forma de las áreas acordonadas son la gravedad del accidente y los tipos y cantidades de material radiactivo fugado o los niveles de radiación en el exterior de los bultos, así como las condiciones meteorológicas, la dirección del viento predominante y los resultados de los controles.

5.41. El acceso del personal de emergencia a las zonas acordonadas, así como la salida, deberían hacerse únicamente a través de un punto de control y/o descontaminación determinado. Este punto de control y/o descontaminación debería estar localizado en la dirección contraria al viento y servir como estación de control radiológico y estación de descontaminación de las personas, el equipo y demás material, así como de punto de reunión del personal de emergencia. Se debería mantener un registro escrito de todos los accesos o salidas de personas de las zonas acordonadas.

Medidas de protección dentro de las zonas acordonadas

5.42. El personal de emergencia que trabaje dentro de estas zonas puede estar expuesto a una variedad de riesgos. Esas personas, y las que sufran heridas en el accidente, pueden estar expuestas a la radiación y resultar contaminadas por el material radiactivo que haya escapado. Los trabajadores de emergencia deberían concluir sus tareas en la zona acordonada tan pronto como sea posible. Las personas heridas que sea necesario llevar al hospital deberían ser protegidas con mantas u otras coberturas disponibles, que contribuyan a evitar la dispersión de la contaminación, si la hubiera. Si se dispone de instrumentos de monitorización radiológica, será posible confirmar si hay alguien contaminado. Si es necesario para salvar vidas, las personas heridas deberían ser transportadas inmediatamente a establecimientos médicos junto con la información de que pueden sufrir contaminación radiactiva. Se debería proporcionar la mejor información radiológica posible al establecimiento médico receptor, en relación con la inminente llegada de estas personas heridas. Tal información debería ser comunicada con la mayor antelación posible por medios electrónicos (radio, teléfono, fax o correo electrónico). Las personas contaminadas llevadas al hospital deberían ir acompañadas por alguien que posea cualificación, pueda asesorar al personal hospitalario y comprobar las instalaciones por si existiera contaminación después del tratamiento de los pacientes. Los evacuados que no estén crítica o gravemente heridos deberían ser retenidos para su monitorización radiológica a una distancia segura del lugar del accidente y en dirección contraria al viento. Este punto de monitorización debería ser considerado parte de la zona acordonada.

5.43. Como práctica prudente y de seguridad, todos los bultos o contenedores de material radiactivo que hayan sido eyectados de un vehículo como resultado de un accidente deberían ser rodeados también de una zona acordonada para esperar la llegada de personal cualificado que los examine y haga una monitorización radiológica.



Zona de acceso limitado (fuera de la zona acordonada)	Se mantiene al público alejado (5.10) Sólo se permite la entrada de la policía, los bomberos, el servicio de ambulancias y otro personal cualificado (5.10)
Zona acordonada interior	Se sospecha que esté contaminada (5.42-5.45) o que presente niveles excesivos de radiación (5.39), (tasas de dosis gamma externa $>100 \mu\text{Sv/h}$ [5], o se fijan distancias de evacuación predeterminadas, indicadas en el anexo II). Sólo se permiten acciones para salvar vidas/ primeros auxilios/ extinción de incendios u otras acciones sujetas a medidas de protección personal (5.39, 5.42, 5.47). Sólo se permite el acceso o la salida por el punto de control/punto de descontaminación (5.41).
Punto de control y de descontaminación	Se sitúa en dirección contraria a la del viento (5.41). Se establece una estación de control radiológico para comprobar posibles contaminaciones (5.41). Si hay personas o animales contaminados, deberían tomarse medidas para su descontaminación (5.41). Si hay equipos, vehículos u otros objetos contaminados, deberían ser descontaminados o embalados o cubiertos con envolturas apropiadas (5.45).

Nota: Los números entre paréntesis son los de los párrafos de esta publicación.

FIG. 1. Zonas de acción y puntos de control en un lugar de respuesta a una emergencia

5.44. El agua de escorrentía originada por posibles trabajos de extinción de incendios o por escapes de contenedores o bultos dañados, debería ser retenida dentro de una zona acordonada, levantando diques temporales por medio de palas mecánicas u otras herramientas disponibles. En todo caso, los trabajos de extinción de incendios que sean necesarios para proteger vidas o mitigar el riesgo inmediato, no deberían ser retrasados por las medidas dirigidas a limitar la escorrentía.

5.45. No se debería permitir retirar de las zonas acordonadas animales, vehículos, material, equipos u otros objetos sospechosos de haber sido contaminados, a no ser que dé su visto bueno personal cualificado de monitorización radiológica.

5.46. Se debería prohibir comer, beber y fumar en las zonas acordonadas.

5.47. Los puntos de control del acceso de personal de emergencia a la zona acordonada deberían estar a contraviento de los bultos de material radiactivo. El personal de respuesta a la emergencia debería aproximarse a todo lugar de un accidente, donde haya podido haber fuga de material radiactivo, sólo desde la dirección contraria al viento para minimizar las posibilidades de inhalación de cualquier materia radiactiva presente en el aire. Se debería considerar el uso de láminas de plástico o de lonas impermeables para cubrir los materiales sueltos y contribuir a minimizar su dispersión por la lluvia o el viento.

Medidas de protección personal

5.48. Las medidas de protección personal son esenciales para minimizar la exposición a la radiación cuando se responde a accidentes de transporte que conlleven una fuga de material radiactivo o la pérdida de blindaje de bultos. Dichas medidas pueden incluir:

- Minimizar el tiempo de estancia cerca de la fuente de radiación;
- Maximizar la distancia a la fuente de radiación;
- Cuando sea posible, usar blindajes entre el personal y la fuente de radiación;
- Utilizar equipo de protección respiratoria para reducir la posibilidad de inhalar materias radiactivas;
- Utilizar ropa protectora, con cuidadoso lavado posterior, para reducir la posibilidad de contaminación cutánea o de ingestión.

5.49. El personal de extinción de incendios y de monitorización radiológica suele estar generalmente bien provisto de ropa protectora estándar y equipo de protección respiratoria. Este equipamiento debería proporcionar buena protección contra la contaminación radiactiva y la inhalación de materias radiactivas suspendidas en el aire. Sin embargo no protege de la radiación directa gamma y neutrónica, si estuvieran presentes fuentes de esa radiación penetrante.

5.50. La policía y el personal del servicio médico de urgencia y otros trabajadores de emergencia estarán por lo general menos adecuadamente equipados. Pueden procurarse una protección respiratoria simple cubriendo la boca y la nariz con un trozo de tela o incluso con artículos de papel absorbente suave. De todas formas, si se dispone de ella, se deberían usar máscaras respiratorias si se sospecha la presencia de contaminación en el aire. Cualquier ropa, si cubre la mayor parte del cuerpo, proporciona un cierto grado de protección contra la contaminación cutánea.

5.51. Tan pronto como estén disponibles, el personal de emergencia debería usar dispositivos individuales de monitorización como dosímetros de bolsillo, dosímetros o placas de alarma (dosímetros de película o termoluminiscentes), para medir las exposiciones personales a la radiación. A los miembros del grupo de protección radiológica (párrs. 3.16-3.19) se les deberían proporcionar los medios necesarios para monitorizar y controlar sus dosis continuamente, conforme a las normas internacionales aplicables [6].

5.52. Tal vez sea necesario el refugio de las personas en edificios si puede haber difusión de materiales radiactivos dispersables por nubes de aerosoles o por vientos locales. En general, las casas y otros edificios con puertas y ventanas cerradas, dan buena protección contra la contaminación. Los edificios de ladrillo y hormigón proporcionan mejor protección contra la radiación penetrante que la mayoría de los otros tipos de construcciones.

5.53. La evacuación de una zona amenazada por un escape de materiales radiactivos es la medida de protección aplicable en último término, aunque sólo debería ser necesaria en muy raras circunstancias para responder a un accidente de transporte. Puede ordenarse la evacuación precautoria de una zona limitada mientras se espera la llegada de expertos en monitorización que puedan evaluar cualquier eventual riesgo radiológico. Las decisiones sobre evacuaciones deberían tomarse en función de los niveles de intervención operacionales determinados de antemano (ver párrs. 4.8 y 5.29) o de directrices preestablecidas basadas en las condiciones observables en el lugar del accidente (véase el anexo II).

Descontaminación de las personas

5.54. Quitar la ropa exterior y los zapatos a las personas contaminadas con material radiactivo minimizará la dispersión de la contaminación. Para la descontaminación cutánea se necesitan duchas y lavabos y en el caso de heridas abiertas, posiblemente alguna asistencia médica, medios que es improbable existan en el lugar del accidente. Las personas contaminadas o que se sospeche están contaminadas deberían ser descontaminadas inicialmente en ese lugar. Más tarde, deberían ser minuciosamente monitorizadas y descontaminadas en una instalación apropiada. Se les debería proporcionar, si es posible, un cambio de ropa en el lugar del accidente, y las ropas contaminadas deberían recogerse para lavarlas o eliminarlas posteriormente. Las personas contaminadas deberían ser cubiertas con mantas para limitar la dispersión de materia contaminante mientras se las lleva a las instalaciones de descontaminación.

Manipulación de los bultos dañados

5.55. Se debería restringir el acceso a cualquier bulto que esté dañado o del que escape contenido radiactivo por encima de los límites admisibles en las condiciones normales de transporte. Dichos bultos pueden ser retirados, bajo la supervisión apropiada, a un sitio provisional aceptable, pero no deberían ser reexpedidos hasta que estén reparados o reacondicionados y descontaminados (véanse los párrs. 510 y 511 del Reglamento de Transporte [3]).

Fase posterior a la emergencia

Fin de las situaciones de emergencia

5.56. En la mayor parte de los casos, las emergencias pueden darse por terminadas cuando se han llevado a cabo las medidas a) - h) del párrafo 5.1. Su fin debería ser declarado por las autoridades locales responsables. Antes de hacer tal declaración, se debería tener la certeza de que no existen más riesgos en el lugar del accidente y de que se han tomado o se están tomando todas las medidas de protección necesarias. Esto se debería hacer para proteger al público, los bienes y el medio ambiente de contaminación en lo sucesivo y minimizar las exposiciones que pudieran producir las consecuencias a largo plazo del accidente. Si se considera oportuno, las autoridades responsables deberían anunciar al público el fin de la emergencia a través de los medios de comunicación. Se debería informar también, a los miembros del personal de respuesta a emergencias y del público que posiblemente hayan estado expuestos, sobre las exposiciones y los riesgos de salud conexos. En el caso de

exposiciones potencialmente grave, se debería obtener el asesoramiento de profesionales médicos experimentados en el tratamiento de dichos casos. Este asesoramiento podría obtenerse por medio del OIEA en el marco del programa de la Red de Respuesta a Emergencias (ERNET) [11].

5.57. Para la descontaminación y el restablecimiento se deberían emplear personas cualificadas en protección radiológica. Como parte de la labor de planificación frente a emergencias, se deberían adoptar disposiciones para convocar a personas que dispongan de experiencia y equipo suplementarios adecuados para tratar accidentes graves.

5.58. Pueden emplearse varios métodos de restablecimiento y descontaminación, por ejemplo los siguientes:

- Lavado o barrido mecánico con aspirador de carreteras y otros objetos y superficies. Esto puede hacerse con equipo de extinción de incendios o industrial; debería recogerse el agua utilizada;
- Fijación de los contaminantes usando pinturas, plástico desprendible (aplicado como líquido que se solidifica) y materiales para pavimentar como el asfalto. Según el tipo de radiactividad en cuestión, el agente fijador podrá ser retirado después de su solidificación o dejarse en el lugar;
- Lavado y limpieza de las superficies duras y el equipo con agua y detergentes u otros agentes químicos apropiados, recogiendo los líquidos;
- Retirada o revestimiento de las capas superficiales de las carreteras contaminadas o retirada de la tierra contaminada.

5.59. Las autoridades locales, provinciales y nacionales correspondientes deberían también intervenir para cerciorarse de que la descontaminación y el restablecimiento se concluyan de manera segura y adecuada y que los vehículos, los edificios, las zonas y los equipos no sean utilizados o devueltos al servicio hasta que se hayan sometido a examen radiológico y se hayan declarado seguros para su uso.

Control de los alimentos y las fuentes de suministro de agua

5.60. Es improbable que tengan que aplicarse medidas protectoras de importancia referentes a tierras de cultivo, al control y distribución de productos agrícolas o al agua potable, a causa de la contaminación provocada por un accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos. Aunque el accidente tal vez tenga efectos en esos productos, lo probable es que la eventual

contaminación esté localizada en una zona concreta. En dichas circunstancias los productos agrícolas podrían ser requisados y eliminados en condiciones controladas. Si una fuente de suministro de agua potable es contaminada por material radiactivo dispersado, se debería analizar los contaminantes en cuestión, y podría ser necesario controlar el suministro en su origen. En el caso de que ocurra un accidente cerca de un curso de agua o en un puente situado sobre agua, se debería analizar el agua si se sospecha que se ha producido una fuga de material radiactivo.

CONSIDERACIONES ESPECIALES RELACIONADAS CON EL TRANSPORTE POR OTROS MEDIOS

Transporte por ferrocarril

5.61. Las medidas de respuesta a emergencias en el transporte por carretera son, por lo general, aplicables al transporte por ferrocarril. Empero, el sistema ferroviario, por el que se trasladan a menudo cargamentos de combustible gastado y muchos otros tipos de materiales radiactivos, tiene su propia red de comunicaciones en la que están comprendidos el personal de trenes, los puntos de control de la vía férrea y las entidades remitentes. Es recomendable disponer de un sistema de respuesta a las emergencias ferroviarias que esté adecuadamente integrado en un sistema general para emergencias en accidentes de transporte que afecten a mercancías peligrosas. Cualquier sistema de este tipo debería incluir disposiciones para informar a las autoridades locales, regionales y nacionales de la zona de un accidente, cuyos servicios puedan ser requeridos en caso de emergencia. En algunos Estados las autoridades ferroviarias poseen derecho de paso propio e intervendrán directamente en la respuesta al accidente y las operaciones de limpieza.

Transporte por vía acuática

5.62. Los accidentes en el transporte de materiales radiactivos por vía acuática pueden suceder en tres escenarios principales: 1) vías navegables interiores, 2) puertos y radas, 3) océanos y mares. Conforme a las recomendaciones de la Sección 4, las compañías de transporte marítimo que acarreen remesas de materiales radiactivos deberían tener un plan de respuesta a emergencias que forme parte del plan general para hacer frente a todas las situaciones críticas que se den a bordo.

5.63. Las emergencias en que resulten afectados materiales radiactivos y sobrevengan en vías navegables interiores o en puertos y radas pueden enfrentarse de manera similar a las que ocurran en tierra. Sin embargo, la dispersión de la contaminación en una vía acuática puede ser mucho mayor que en el caso de un accidente en tierra. Además, localizar y recuperar el material radiactivo y los restos contaminados posiblemente será más difícil a causa de la dispersión.

5.64. En el caso de las emergencias en puertos y radas es posible que exista la ventaja de disponer de grupos de respuesta especializados. Estos grupos están por lo general adiestrados para hacer frente a emergencias de tipo marino que afecten a mercancías peligrosas y pueden ser también un medio valioso a la hora de abordar una emergencia radiológica. Tales grupos deberían recibir un grado adecuado de capacitación, como se indica más adelante.

5.65. Los accidentes que afecten a materiales radiactivos y sucedan en el océano o el mar plantean ciertos problemas específicos. Pueden ocurrir en un lugar remoto donde el único personal disponible para responder a la emergencia sea la tripulación. Las tripulaciones de los barcos que transporten materiales radiactivos deberían estar bien instruidos para determinar cuándo existe una emergencia y saber qué procedimientos de notificación se han de seguir para obtener información rápida y fidedigna sobre las medidas iniciales que han de tomarse. La tripulación debería saber que la única ayuda que puede recibir con prontitud serán recomendaciones dadas por radio, basadas en la información que se transmita desde el barco.

5.66. La planificación de emergencia para hacer frente a accidentes que ocurran en un barco debería ajustarse a la normativa pertinente del Estado del pabellón. Además, el personal de a bordo debería seguir las directrices publicadas por la Organización Marítima Internacional [13] para responder a accidentes en el mar u otras directrices sobre el particular como las que figuran en el anexo II.

5.67. Es posible que un plan de emergencia nacional no trate con detalle de los accidentes en el mar. Por consiguiente, el capitán del barco debería poseer información acerca de las autoridades con las que ha de contactar en caso de emergencia en los puertos en que probablemente hará escala. Las autoridades marítimas con las que el capitán pueda estar en contacto durante el viaje deberían saber también con quién contactar en caso de emergencia para que, si el barco necesitase ir a puerto, los servicios correspondientes hayan sido avisados por adelantado. Mientras el barco esté en el mar, puede dársele asesoramiento de urgencia por radio.

5.68. Los barcos que estén sujetos al Código para la seguridad en el transporte de combustible nuclear irradiado (CNI) de la Organización Marítima Internacional [14] deberían tener a bordo un plan de emergencia interno, preparado con arreglo a las Directrices relativas a la elaboración de planes de emergencia de a bordo para los buques que transporten materiales regidos por el Código CNI⁵ establecido por la Organización Marítima Internacional [15].

Transporte por vía aérea

5.69. Los accidentes en el transporte por vía aérea de materiales radiactivos pueden suceder tanto en los aeropuertos como en lugares situados a lo largo de la ruta de la aeronave.

5.70. Las disposiciones sobre planificación y preparación de medidas de respuesta a emergencias en el transporte por carretera no son, por lo general, aplicables al transporte aéreo, excepto en el caso de los accidentes que ocurran en aeropuertos. Un accidente que sea resultado de la caída de un avión puede hacer necesaria una respuesta en zonas remotas o no fácilmente accesibles y plantear problemas a la hora de localizar y recoger el material radiactivo, que tal vez esté esparcido por una considerable extensión de terreno. Las disposiciones sobre la preparación para responder a accidentes de aviación deberían ser flexibles y estar concebidas de modo que se ajusten a las circunstancias del momento. De cualquier forma, incluso en este caso se debería tener en cuenta que, tras una respuesta inicial a un accidente de este tipo, el acceso al lugar de la caída, la realización de investigaciones en el mismo y la labor de limpieza, estarán probablemente bajo el control de un grupo investigador de accidentes aéreos. En ese momento la responsabilidad del transportista puede limitarse a facilitar información sobre lo que había en la aeronave. En el caso de un accidente de aviación, la identificación visual de la presencia de bultos que contengan materiales radiactivos depende de la posibilidad de ver sus etiquetas o marcas. En la mayoría de los casos de transporte aéreo de materiales radiactivos éstos consisten en radiofármacos de riesgo limitado. En el anexo III se ofrece un ejemplo de medidas de respuesta a un accidente de aviación que afecte a radiofármacos.

⁵ El Código CNI adquirió carácter obligatorio para todos los Estados Miembros de la Organización Marítima Internacional el 1 de enero del 2002.

CAPACITACIÓN PARA RESPONDER A EMERGENCIAS EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE

5.71. Se debería establecer un programa de capacitación para las organizaciones que puedan tener que responder a accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. Según sea conveniente, debería impartirse capacitación a personal de la policía, bomberos, servicios médicos de urgencia, grupos de protección radiológica, otros expertos técnicos y a representantes de las autoridades competentes, teniendo en cuenta los cometidos y las funciones que les incumban en la labor de respuesta.

5.72. De manera específica, se debería impartir capacitación a tres grupos:

- Personal que acuda primero al lugar de un accidente;
- Expertos técnicos;
- Representantes de las autoridades competentes.

5.73. Deberían preverse cursos periódicos de repaso con objeto de mantener la aptitud de todo el personal de la organización de respuesta a emergencias y examinar la experiencia derivada de accidentes y los problemas prácticos.

5.74. Los remitentes y los transportistas que intervengan en el transporte de materiales radiactivos deberían facilitar capacitación relacionada con sus instrucciones para casos de emergencia y con los riesgos potenciales de los tipos de materiales radiactivos en cuestión. Esta capacitación se debería impartir al personal propio y también ofrecerse al personal correspondiente de los organismos gubernamentales.

5.75. Los programas de capacitación se deberían adecuar a los cometidos y responsabilidades que incumban al personal a la hora de responder a un accidente. Por regla general, debería corresponder a las autoridades nacionales la responsabilidad de preparar el material de enseñanza, incluso la información sobre el reconocimiento y la respuesta iniciales destinada a personal local encargado de las primeras medidas, así como la responsabilidad de velar por que la capacitación se efectúe y se distribuyan los materiales [4].

Personal que acuda primero al lugar de un accidente

5.76. Se deberían considerar dos niveles de capacitación para este personal. En el primer nivel se debería impartir información básica a todos los que puedan ser los primeros en llegar al lugar de un accidente de transporte. En el caso de

este personal, por ejemplo de bomberos y de la policía, los temas de la capacitación deberían ser las materias claramente correspondientes a dichos accidentes. Por ejemplo, la capacitación o la instrucción básica que se debería dar al personal local de respuesta debería incluir información sobre cómo reconocer bultos que contienen material radiactivo, las precauciones elementales que esas personas deberían adoptar para sí mismas y para la gente afectada, cómo tomar las decisiones apropiadas cuando no se disponga de equipo de monitorización radiológica ni de la ayuda de expertos, y a quién llamar para obtener esa ayuda [4]. Esta información básica debería incluir también nociones fundamentales sobre:

- Riesgos radiológicos;
- La identificación del contenido de los bultos por medio de las marcas, las etiquetas, los rótulos y la documentación de transporte (véase el apéndice I);
- Medidas protectoras (véase el anexo II);
- El uso de los instrumentos de medición disponibles, en particular de dosímetros personales.

También puede incluir nociones fundamentales sobre:

- Primeros auxilios;
- Lucha contra incendios;
- Control de aglomeraciones de personas.

5.77. El segundo nivel de capacitación de personal que acuda primero al lugar del accidente, debería estar orientado a quienes se prevea que serán los responsables en dicho lugar. En su caso, la capacitación debería comprender el primer nivel (párr. 5.76) y, además, información sobre los siguientes puntos:

- Comunicaciones;
- La organización de las operaciones en el lugar del accidente;
- Las normativas de transporte aplicables;
- Medidas subsiguientes (notificaciones, responsabilidades, iniciación);
- La evaluación en materia de monitorización radiológica y contaminación;
- La protección del público frente a la exposición a la radiación y la contaminación radiactiva;
- El suministro de información a los medios de comunicación.

Expertos técnicos

5.78. Debería llevarse a cabo un programa de capacitación más extensa para el personal con conocimientos de protección radiológica o de aplicaciones nucleares que pueda ser llamado a prestar servicios técnicos de apoyo y respuesta en el caso de un accidente de transporte. La capacitación de dicho personal debería incluir, además de los temas indicados en los párrs. 5.76 y 5.77, los siguientes:

- Técnicas de evaluación de accidentes usando instrumentos de monitorización radiológica;
- La puesta en práctica de medidas protectoras;
- El uso de equipo y ropa de protección;
- Meteorología básica;
- La recogida de material contaminado;
- Técnicas de sellado de bultos con fugas;
- El sobreenvasado de los bultos dañados (véase el párr. 229 del Reglamento de Transporte [3]);
- Estimación y/o reconstrucción de dosis.

Representantes de las autoridades gubernamentales competentes

5.79. Se debería impartir a los representantes de las autoridades gubernamentales competentes formación sobre sus cometidos y responsabilidades en la labor de respuesta a un accidente y sobre las recomendaciones de esta Guía de Seguridad, así como un conocimiento básico del Reglamento de Transporte [3]. Estas personas deberían tener acceso a la información sobre los planes de respuesta existentes y las organizaciones que posiblemente intervengan, así como sobre los procedimientos de comunicación y formas de atender a los representantes de los medios de comunicación.

SIMULACROS Y EJERCICIOS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE

5.80. Los simulacros y ejercicios son imitaciones de emergencias reales. Son la mejor forma de alcanzar, como mínimo, las metas y objetivos siguientes:

- Descubrir puntos débiles en los planes y procedimientos;
- Percatarse de deficiencias en los recursos (tanto humanos como de equipo);

- Mejorar la coordinación entre los diferentes colectivos y organismos de respuesta;
- Precisar los cometidos individuales y las esferas de responsabilidad;
- Aumentar la capacidad general de respuesta a emergencias;
- Dar más celeridad a las medidas de respuesta;
- Verificar el fruto que con el tiempo den las mejoras introducidas en un sistema de respuesta.

El tipo de simulacro o ejercicio debería ser tal que permita comprobar todos los aspectos del plan de respuesta a lo largo de un período de tiempo dado. Los participantes en los simulacros y los ejercicios deberían rotar para asegurarse de que todo el personal tenga experiencia directa del plan de respuesta en acción.

5.81. Los representantes de las autoridades competentes deberían tener un papel rector en la preparación y realización de los simulacros y ejercicios de accidentes en el transporte de materiales radiactivos. Además, estos representantes deberían participar en ellos y verificar la adecuación de los mismos.

Simulacros

5.82. Los simulacros, que son más limitados en su alcance que los ejercicios, se diseñan de modo que generen y mantengan la aptitud del personal de respuesta. Por ejemplo, un simulacro de comunicación y notificación permitirá enseñar al personal cómo realizar la notificación de un accidente, alertar a las diversas entidades y ponerlas al corriente del estado en que se encuentra un accidente, y ser un refuerzo para el funcionamiento del equipo de comunicación. Un simulacro de lucha contra incendios podría limitarse al manejo del equipo correspondiente.

Ejercicios

5.83. Los fines principales de los ejercicios son comprobar la idoneidad del sistema de respuesta a emergencias, dar la seguridad de que todos los elementos están plenamente en condiciones de responder a cualquier emergencia, y reforzar la confianza del personal respectivo en su capacidad para hacer frente adecuadamente a un accidente. Los ejercicios ofrecen la oportunidad de examinar, comprobar y mejorar los planes, procedimientos, prácticas y capacidades técnicas individuales para casos de emergencia. Forman parte de todo programa de respuesta a emergencias.

5.84. Los escenarios de los ejercicios se deberían concebir y servir para comprobar la aptitud y la capacidad de respuesta de las entidades que intervengan en una emergencia. Los que preparen los ejercicios no deberían participar en los mismos, pero podrían ser evaluadores o supervisores. Los ejercicios deberían estar basados en escenarios de accidente realistas, cuyo diseño permita evaluar todos los aspectos principales de los planes de emergencia; deberían estar estructurados de forma que se centren en las medidas y realizaciones que previsiblemente sean necesarias para hacer frente a una emergencia radiológica; deberían encaminarse a comprobar la efectividad de los enlaces de comunicaciones, la movilización de las fuerzas de emergencia y los grupos especializados, así como la cooperación entre las entidades y los servicios que intervengan; también se debería emplear en ellos el equipo y los instrumentos especificados en los planes de emergencia.

5.85. Se debería tener cuidado de indicar en todas las comunicaciones y mensajes que se trata de un ejercicio.

5.86. Se debería prever lo necesario para comprobar los instrumentos radiológicos y el equipo de comunicaciones y otro tipo. Se debería comprobar periódicamente el estado de los equipos, en coincidencia con los simulacros y los ejercicios, y también en otros momentos en que proceda. Debería corregirse inmediatamente cualquier fallo o deficiencia. Se debería considerar la conveniencia de emplear y comprobar los instrumentos de medición radiológica con bultos simulados de materiales radiactivos para asegurar la idoneidad de los procedimientos de evaluación de accidentes.

5.87. Se deberían adoptar disposiciones para la crítica de los ejercicios por parte de observadores cualificados. Los resultados de esta crítica deberían servir de base para mejorar los planes, los procedimientos y la capacitación para responder a emergencias. El registro de las comunicaciones y la filmación en cintas vídeo de los ejercicios son medios importantes de enseñanza a los participantes. Se deberían aprovechar también informes y críticas de emergencias reales como ayudas a la capacitación.

5.88. Al planificar los ejercicios se debería prever una reunión informativa final. Ésta debería tener lugar tan pronto como fuera posible después de finalizar cada ejercicio, con el objetivo de recoger los comentarios de todos los participantes.

EXAMEN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA EN EL TRANSPORTE

5.89. Se debería nombrar a una persona encargada de examinar, mantener y actualizar cada plan. La misma debería cuidar de que el plan se modifique como sea preciso para tener en cuenta los resultados de los simulacros, ejercicios y emergencias reales. Además, dicha persona debería actualizar la información relativa a nombres y números de teléfono cuando los cambios de personal y organizativos lo requieran, pero en cualquier caso una vez cada seis meses, como mínimo. Los nombres y números de comunicación deberían incluirse en forma de anexo o apéndice del plan, con el objetivo de simplificar su actualización frecuente. La persona encargada de examinar y mantener el plan debería participar como observador en los ejercicios para que pueda traducir en mejoras del plan las experiencias derivadas de ellos.

5.90. Después de cada simulacro, ejercicio o emergencia, los servicios y el personal participantes deberían tomar parte en una sesión informativa final. Se deberían evaluar sus informes y experiencias. Para mejorar los planes se deberían considerar las conclusiones y las enseñanzas obtenidas.

5.91. Se debería prever lo necesario para realizar, al menos una vez al año, un examen y actualización general de los planes de emergencia.

INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PÚBLICA

5.92. Dado que existe una considerable sensibilidad pública ante el transporte de materiales radiactivos, se deberían hacer esfuerzos concertados para mantener a los medios de comunicación y al público bien informados en todo momento sobre la situación, las medidas adoptadas y las medidas de protección recomendadas (en su caso) relacionadas con cualquier accidente que ocurra y afecte a materiales de esa naturaleza [5]. Por lo tanto, los planes y procedimientos de emergencia deberían no sólo contemplar las respuestas técnicas apropiadas que hayan de darse a los accidentes de transporte, sino que también deberían tratar de la forma en que se facilitará información exacta a los medios de comunicación y al público.

5.93. Los accidentes de transporte pueden originar dificultades y riesgos potenciales para el público. De hecho, cualquier accidente en el que esté presente material radiactivo, por leve que sea, tiende a crear una sensación de alarma que por lo general no es proporcionada al peligro existente. Se debería informar adecuada y exactamente al público sobre los riesgos reales inherentes

al transporte de materiales radiactivos y sobre la existencia de planes de emergencia. A raíz de un accidente se debería informar al público sobre lo ocurrido, los riesgos reales y lo que se está haciendo. Esta información debería facilitarse en el momento oportuno, ser coherente y adecuada. No debería producirse una demora excesiva en su difusión, ya que esto podría hacer peligrar la efectividad de las medidas de protección.

5.94. En general, el público recibirá la información a través de los medios de comunicación. Por tanto, esto pone de relieve la importancia que debería atribuirse a la presentación de información a los mismos. Para minimizar el riesgo de hacer declaraciones contradictorias a dichos medios, la responsabilidad de la comunicación con sus representantes debería ser asignada a una persona concreta bien cualificada, encargada también de la coordinación en ese aspecto. Si es factible, todas las comunicaciones con los medios de información deberían ser realizadas por profesionales cualificados, con formación en relaciones públicas. Se debería tener en cuenta que puede ser necesario recurrir a los medios de comunicación para informar al público sobre las medidas que se estén tomando para controlar el accidente y restablecer la normalidad.

Apéndice I

ASPECTOS DEL REGLAMENTO DE TRANSPORTE QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA A EMERGENCIAS EN LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE

INTRODUCCIÓN

I.1. Muchas de las remesas de materiales radiactivos son radiofármacos expedidos por los fabricantes a los hospitales, o materiales para su uso en la industria y la investigación. Si bien el número total de envíos de radiofármacos y de materiales usados en la industria y la investigación es bastante elevado, la masa, el volumen y la actividad de la sustancia radiactiva por bulto en estas remesas suelen ser bajos. Por lo general, cada expedición de tales materiales supone, en su totalidad o en parte, un transporte por carretera (por ejemplo de un suministrador (remitente) a un aeropuerto o desde un aeropuerto a un usuario (destinatario)). Además, gran número de los envíos hechos por carretera o por tren, consisten en productos de consumo que contienen muy pequeñas cantidades de material radiactivo.

I.2. El traslado de materiales radiactivos por avión puede hacerse en vuelos comerciales de pasajeros o vuelos comerciales de carga. Pueden ser objeto de transporte muchos tipos de material radiactivo. Dado su corto período de semidesintegración muchos radiofármacos se transportan frecuentemente por vía aérea. La mayoría de los accidentes que afectan a los envíos aéreos de material radiactivo ocurren en los aeropuertos al manipularse los bultos.

I.3. Algunos envíos de contenido radiactivo consisten en materiales relacionados con la producción de electricidad. Aquí se incluyen el material no irradiado, en lo que comúnmente se llama la etapa inicial del ciclo del combustible nuclear, y el material irradiado (combustible y residuos), en lo que se suele llamar la etapa final de dicho ciclo. La mayoría de estos envíos se realizan por carretera, por tren o por mar, o posiblemente combinando esas modalidades. Como el combustible nuclear irradiado es el que plantea el mayor riesgo, se introduce en embalajes muy robustos, resistentes a los accidentes, y por lo tanto durante el transporte y en la mayoría de los accidentes conexos la amenaza para el público o el medio ambiente es escasa.

I.4. La mayoría de las expediciones de cargamentos radiactivos por buques oceánicos consisten en envíos nacionales o internacionales de materiales del

ciclo del combustible nuclear. Además, hay algunos transportes de esos materiales por vías navegables interiores y en barcos costeros.

I.5. En algunos casos se pueden imponer restricciones en vías de transporte. Por ejemplo, se prohíbe llevar en avión los bultos sujetos a controles operacionales durante el transporte y los bultos que contengan material pirofórico líquido. En el caso de remesas de material muy radiactivo, por ejemplo combustible nuclear irradiado, algunos Estados exigen que se eviten las zonas densamente pobladas, en lo posible.

I.6. El transporte de materiales radiactivos se rige, dentro de los Estados, por las respectivas legislaciones nacionales. Dado que dicho transporte implica frecuentemente operaciones que traspasan las fronteras, se han elaborado requisitos reglamentarios acordados a nivel internacional. El Reglamento de Transporte [3] y las publicaciones que lo complementan (por ejemplo las Refs. [16–18]) sirven de base para el transporte seguro de materiales radiactivos en la mayoría de los Estados, a través de las normativas internacionales específicas para los distintos modos y de las normativas nacionales. La finalidad del Reglamento de Transporte [3] es conseguir que los bultos sean diseñados, fabricados y mantenidos de tal forma que, incluso en el caso de accidentes, el posible impacto radiológico sea aceptablemente escaso y, cuando resulten afectados materiales fisiónables, se evite una criticidad accidental.

I.7. El Reglamento de Transporte [3] especifica los requisitos básicos de diseño aplicables a los bultos, las cisternas y los contenedores de materiales radiactivos para garantizar la seguridad. Entre ellos figuran:

- Los estrictos requisitos de contención de dichos materiales;
- Los límites relativos a los niveles de radiación en el exterior de los bultos;
- Los controles relativos a las reacciones de criticidad de cualquier material fisiónable;
- Consideraciones sobre la disipación del calor generado por el contenido radiactivo de los bultos.

I.8. Los requisitos de diseño de los bultos se especifican de forma gradual porque el Reglamento de Transporte [3] es aplicable a una gran variedad de materiales radiactivos que abarca un amplio rango de niveles de radiotoxicidad y de formas físicas y químicas. También se adopta el mismo enfoque graduado al especificar los requisitos referentes a la autorización de los diseños de los bultos, a los controles operacionales de los bultos y los envíos y a la forma en que se comunican los riesgos. A medida que aumenta el riesgo potencial

vinculado al contenido, se hacen proporcionalmente más exigentes los requisitos en materia de diseño, autorización, control operacional y comunicación.

I.9. Este apéndice trata en forma resumida de cómo pueden influir los requisitos reglamentarios en la respuesta de emergencia en el caso de un accidente de transporte que afecte a material radiactivo. En él se consideran:

- Los tipos de bultos y sus contenidos;
- Los niveles de radiación permitidos y las categorías de bultos;
- El marcado y etiquetado de los bultos;
- El rotulado de los contenedores y los vehículos;
- La documentación de transporte.

Todos estos requisitos facilitan la comunicación en el caso de un accidente y son de utilidad para definir las consecuencias potenciales de los accidentes de transporte.

TIPOS DE BULTOS

I.10. A continuación se describen los diferentes tipos de bultos usados para transportar materiales radiactivos. Según el tipo de bulto requerido, el Reglamento de Transporte [3] especifica, siguiendo un enfoque graduado, los ensayos aplicables al diseño de cada bulto para las condiciones rutinarias de transporte, las condiciones normales de transporte y las condiciones de accidente durante el transporte.

Bultos exceptuados

I.11. Los bultos exceptuados han de contener solamente pequeñas cantidades de materiales radiactivos. A estos bultos se les imponen requisitos mínimos de diseño y están exceptuados de la mayoría de requisitos de marcado y etiquetado. Están sujetos a los severos requisitos especificados en el Reglamento de Transporte [3] con respecto a los niveles de radiación y contaminación de los embalajes (véanse en particular los párrs. 516 y 517 del Reglamento de Transporte [3]). Como ejemplos cabe citar los bultos que contienen ciertos tipos de relojes, detectores de humo, algunos radiofármacos y las fuentes con muy bajos niveles de radiación usadas en instrumentos de ensayo. Por lo general, los bultos exceptuados llevan envolturas de cartón. Los

embalajes vacíos, pero contaminados en su interior, pueden también ser aptos para su transporte como bultos exceptuados.

Bultos industriales

I.12. Los bultos industriales pueden contener cantidades relativamente elevadas de materiales radiactivos. No obstante, los materiales permitidos en estos bultos corresponden a uno de estos dos tipos: los que se presentan en forma de material de baja actividad específica (BAE), o los objetos contaminados en la superficie (OCS). Se admiten tres tipos de bultos industriales (Tipo BI-1, Tipo BI-2 y Tipo BI-3). El tipo de bulto industrial permitido depende de las características de los materiales BAE u OCS que se vayan a transportar. Los tipos de materiales u objetos que se pueden enviar en los embalajes BI-1, BI-2 o BI-3 son:

- BI-1: sólidos OCS-I y BAE-I y líquidos BAE-I en la modalidad de uso exclusivo;
- BI-2: sólidos OCS-II y BAE-II, líquidos BAE-I no en la modalidad de uso exclusivo así como líquidos y gases BAE-II y sólidos BAE-III en la modalidad de uso exclusivo;
- BI-3: líquidos y gases BAE-II y materiales BAE-III no en la modalidad de uso exclusivo.

I.13. Aunque la actividad específica de los materiales BAE y la contaminación de los OCS es por lo general baja, la actividad total de un envío puede ser significativa. Ejemplos de materiales BAE y OCS son:

- BAE-I: minerales, uranio y torio no irradiados, estériles de elaboración de minerales así como tierra y escombros contaminados con bajas concentraciones de actividad. Estos materiales presentan un alto grado de uniformidad de la distribución de actividad;
- BAE-II: residuos de procesos de reactor, lodos de filtros, líquidos y resinas absorbidos, equipos activados, residuos de laboratorios y desechos resultantes de clausuras. Estos materiales tienen un grado de uniformidad menor que los BAE-I, por lo que pueden presentar mayores concentraciones puntuales de actividad y se someten a requisitos de embalaje más severos;
- BAE-III: líquidos solidificados, resinas, filtros de cartucho y material irradiado. Estos materiales están por lo general distribuidos de manera uniforme en un aglomerante sólido y compacto. El material radiactivo puede también hallarse distribuido por todas las partes de un objeto

sólido o de una colección de objetos sólidos dentro del embalaje. En este caso se permiten mayores actividades específicas y por lo tanto se imponen requisitos de embalaje más severos;

- OCS-I y OCS-II: ambas categorías se refieren a objetos sólidos no radiactivos que tienen superficies internas o externas contaminadas. En los materiales OCS-II se permiten niveles de contaminación mayores que en los OCS-I. Ejemplos de estos tipos podrían ser desechos de clausura tales como tuberías, herramientas, válvulas, bombas y otros componentes contaminados.

I.14. Todos los bultos industriales han de cumplir los requisitos generales especificados para los bultos. Los bultos industriales del Tipo BI-2 y del Tipo BI-3 han de satisfacer además ciertos requisitos de ensayo adicionales demostrando su capacidad para soportar las condiciones normales de transporte sin pérdida o dispersión de su contenido ni menoscabo de la integridad adecuada del blindaje contra la radiación. La actividad total viene limitada por la tasa de dosis máxima a 3 m del material, el objeto o la colección de objetos, sin blindaje. Los bultos industriales son normalmente cajas, bidones de acero y contenedores y cisternas metálicos.

Bultos del Tipo A

I.15. Los bultos del Tipo A pueden contener cantidades limitadas especificadas de materiales radiactivos. Los límites de actividad de estos bultos se determinan en función de las consecuencias radiológicas máximas aceptables que resultarían de un fallo en las condiciones que se detallan. Estos límites de actividad, que son valores calculados especificados en el Reglamento de Transporte [3] para cada radionucleido, se aplican a los materiales radiactivos en “forma especial” (cápsulas selladas y sólidos no dispersables) y a los que se presentan en “forma distinta de la especial”. Tales límites son los que se conocen como valores A_1 y A_2 respectivamente.

I.16. Los bultos del Tipo A han de resistir las condiciones normales de transporte sin pérdida o dispersión de su contenido ni menoscabo de la adecuada integridad del blindaje. La experiencia demuestra que, pese a daños y alteraciones externos graves, sólo una pequeña fracción de los bultos transportados sufren pérdida de su contenido o variación en los niveles de radiación externa cuando se manejan incorrectamente o resultan afectados en accidentes de transporte. Los bultos del Tipo A, usados comúnmente en el transporte se preparan con materiales que van desde madera, cartón de fibra o cartón corriente, con contenedores internos de vidrio, plástico o metal, hasta

bidones metálicos o de acero con relleno de plomo. Se utiliza un número cada vez mayor de estos bultos y con frecuencia se envían remesas de múltiples ejemplares; es decir, varios bultos juntos en un solo medio de transporte o dentro de un sobreembalaje o un contenedor. Son ejemplos de materiales transportados en bultos del Tipo A los radiofármacos, los radionucleidos para aplicaciones industriales y los desechos radiactivos.

Bultos del Tipo B

I.17. En los bultos del Tipo B se permiten contenidos de materiales radiactivos mayores que en el caso de los bultos del Tipo A. Los bultos del Tipo B han de estar diseñados para soportar tanto las condiciones normales de transporte como las de accidente [3, 16] (es decir, superar los ensayos de caída, penetración, aplastamiento, térmico e inmersión). Los bultos del Tipo B pueden oscilar en tamaño desde aquellos con una masa bruta de unos pocos kilogramos, que contengan fuentes de radiografía, hasta grandes bultos con una masa bruta de hasta 100 toneladas, que contengan, por ejemplo, combustible nuclear irradiado (combustible gastado de las centrales nucleares). Por lo general, para los bultos del Tipo B se emplea el acero y llevan incorporados considerables blindajes contra la radiación. La experiencia adquirida hasta la fecha confirma la idoneidad de esta concepción del diseño de los bultos y demuestra que la probabilidad de pérdida de blindaje contra la radiación o de contención, en caso de accidente por el que resulten afectados, es muy baja. El Reglamento de Transporte [3] prescribe que los diseños de bultos del Tipo B han de ser aprobados por la autoridad o las autoridades competentes.

Bultos del Tipo C

I.18. Los bultos del Tipo C se diseñan para transportar materiales de gran radiactividad (por ejemplo $3\,000 \times A_2$) por vía aérea. Se diseñan de modo que resistan los ensayos de caída, penetración, térmicos y de inmersión de los bultos del Tipo B y, además, para que resistan ensayos más severos, tales como los térmicos, de impacto y de inmersión en agua reforzados, cuyo propósito es simular las situaciones que puede producir un accidente grave de aviación. Los diseños de los bultos del Tipo C están sujetos a la aprobación de las autoridades competentes del Estado de origen del diseño del bulto.

Bultos que contengan hexafluoruro de uranio (UF₆)

I.19. El hexafluoruro de uranio ha de ser embalado y transportado conforme a lo dispuesto en la norma ISO 7195, “Packaging of Uranium

Hexafluoride (UF₆), for Transport” de la Organización Internacional de Normalización [19], o en otras normas similares, y conforme a los requisitos específicos del Reglamento de Transporte [3].

Bultos que contengan sustancias fisionables

I.20. Los bultos que contengan sustancias fisionables pueden ser bultos industriales o bultos del Tipo A, del Tipo B o del Tipo C. El diseño de todos ellos está sujeto a la aprobación de las autoridades competentes. Además de los requisitos mencionados anteriormente para los bultos, el Reglamento de Transporte [3] incluye disposiciones específicas para los que contengan sustancias fisionables. En una sustancia fisionable puede producirse una reacción neutrónica en cadena autosostenida. En el proceso de fisión un núcleo atómico se escinde en productos de la fisión, de lo que resulta emisión de radiación y calor. El uranio-233, el uranio-235, el plutonio-239, el plutonio-241, o cualquier combinación de estos radionucleidos, son sustancias fisionables (véase el párr. 222 del Reglamento de Transporte [3]).

I.21. Los requisitos adicionales establecidos para las sustancias fisionables tienen el fin de garantizar la seguridad frente a la criticidad en el transporte de estos materiales mediante:

- La fijación de límites a la cantidad y la configuración geométrica de las sustancias fisionables,
- La imposición de características rigurosas al diseño de los bultos para garantizar la seguridad frente a la criticidad en virtud de los ensayos en condiciones de accidente,
- El control del número de bultos que se permite llevar en un solo medio de transporte o que se permite estibar juntos durante el transporte y en los almacenamientos en tránsito.

I.22. El Reglamento de Transporte [3] prevé algunas excepciones a los requisitos relativos a los bultos que contengan sustancias fisionables, por ejemplo si la concentración del uranio-235 es menor de un 1% o si los bultos contienen sólo cantidades limitadas de sustancias fisionables. Reciben entonces la denominación de bultos “fisionables exceptuados”. En este caso son aplicables los demás requisitos relacionados con el embalaje referentes a la naturaleza radiactiva del contenido.

NIVELES DE RADIACIÓN Y CATEGORÍAS DE LOS BULTOS

I.23. Los niveles de radiación en condiciones normales de transporte:

- a) Cuando el transporte se efectúe según la modalidad de uso no exclusivo, se limitan de manera que:
 - El nivel máximo de radiación en la superficie de los bultos no exceda de 2 mSv/h, y
 - El nivel máximo de radiación a 1 m de dicha superficie no exceda de 0,1 mSv/h; además
- b) Cuando el transporte se efectúe en uso exclusivo por tren o por carretera, o en uso exclusivo y conforme a un arreglo especial por barco o por vía aérea, dichos niveles se limitan de manera que la radiación en la superficie del bulto
 - puede exceder de 2 mSv/h, pero
 - no deberá exceder de 10 mSv/h.

I.24. Estos límites de los niveles de radiación se incluyen como parte de la especificación de las categorías de los bultos, según indica en resumen el cuadro I. Las categorías sirven para determinar las etiquetas que procede colocar sobre los bultos, las cuales proporcionan información que puede ser útil para asegurar una adecuada protección radiológica durante la manipulación, la estiba y el almacenamiento de los mismos. La clasificación de los bultos en categorías puede ser también de ayuda a los encargados de responder a emergencias para percatarse de los niveles de riesgo que suponen los bultos no dañados en el caso de un accidente.

I.25. Después de someter el diseño de los bultos de los Tipos BI-2, BI-3, A, B y C a los ensayos prescritos para demostrar su capacidad de soportar las condiciones normales de transporte, el nivel de radiación puede aumentar un 20% como máximo en cualquier punto de su superficie externa. Después de someter el diseño de los bultos de los Tipos B y C a los ensayos prescritos para demostrar su capacidad de soportar las condiciones de un accidente de transporte, el nivel de radiación no puede exceder de 10 mSv/h a 1 m de la superficie de los bultos. Estos requisitos proporcionan un margen apreciable de seguridad para la protección radiológica de los encargados de responder a accidentes que afecten a estos tipos de bultos.

CUADRO I. NIVELES MÁXIMOS DE RADIACIÓN PARA CADA TIPO DE ETIQUETA DE BULTO

Categoría de la etiqueta	Condiciones de transporte		Nivel máximo de radiación	
	En uso exclusivo	No en uso exclusivo	En la superficie de los bultos (mSv/h)	A 1 m de la superficie de los bultos (mSv/h)
I-BLANCA	×	×	0,005	<0,0005
II-AMARILLA	×	×	0,5	0,01
III-AMARILLA		×	2	0,1
III-AMARILLA	×		10	>0,1

MARCADO DE LOS BULTOS

I.26. Todos los bultos, excepto los bultos exceptuados que se transporten por correo (en los que se permite enviar sólo muy pequeñas cantidades de material radiactivo), han de llevar marcas que faciliten su identificación y la adopción de las medidas adecuadas en caso de accidente.

I.27. Cada bulto exceptuado cuyo envío por correo no sea aceptado, debe llevar marcado en el exterior del embalaje, en forma legible y duradera, el número de las Naciones Unidas (véase el anexo II) precedido de las letras “UN”. En el caso de los bultos exceptuados cuyo envío internacional por correo sea aceptado, son aplicables los requisitos pertinentes del Reglamento de Transporte [3].

I.28. Todos los demás tipos de bultos, han de llevar marcado en el exterior del embalaje, de forma legible y duradera, el número de las Naciones Unidas (véase el anexo II), precedido de las letras “UN”. Deben llevar marcada la identificación del remitente, o bien del destinatario, o de ambos. Cada bulto cuya masa bruta exceda de 50 kg ha de llevar marcado en el exterior de su embalaje, de forma legible y duradera, su masa bruta permitida. Además estos bultos llevarán marcado en el exterior del embalaje, de forma legible y duradera, una inscripción que indique el tipo de bulto de que se trate.

- Todo bulto industrial debe ir marcado con la inscripción “Tipo BI-1”, “Tipo BI-2”, Tipo BI-3 según corresponda. Además, cada bulto del Tipo BI-2 o del Tipo BI-3 ha de ir marcado con el código internacional de

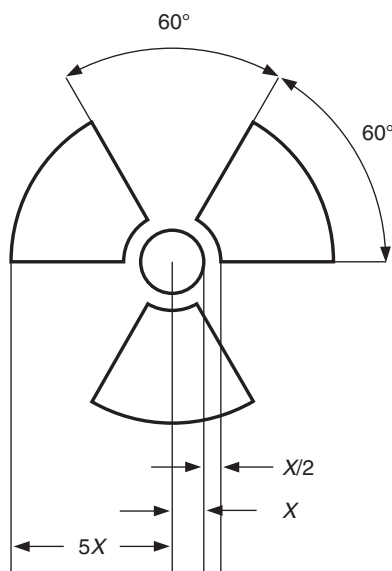


FIG. 2. Símbolo del trébol que se marca en todos los bultos del Tipo B y del Tipo C.

matrículas de vehículos (Código VRI) del Estado de origen del diseño y con el nombre del fabricante.

- Cada bulto del Tipo A debe ir marcado con la inscripción “Tipo A” y el Código VRI del Estado de origen del diseño así como con el nombre del fabricante.
- Cada diseño de bulto del Tipo B (U), del Tipo B (M) o del Tipo C, debe llevar marcados el símbolo del trébol (Fig. 2), un número de serie, el número de identificación asignado a ese diseño por la autoridad competente, y las inscripciones “Tipo B (U)”, “Tipo B (M)” o “Tipo C”, según corresponda.

I.29. En el cuadro II se resumen los requisitos de marcado prescritos para los diferentes tipos de bultos y las respectivas referencias al Reglamento de Transporte [3]. Los números de los párrafos que figuran en el cuadro remiten a dicho Reglamento de Transporte [3].

CUADRO II. REQUISITOS DE MARCADO DE LOS BULTOS DE MATERIAL RADIACTIVO
(los números de párrafos indicados se refieren al Reglamento de Transporte [3])

Marca	Tipo de bulto							
	Exceptuado	Tipo BI-1	Tipo BI-2	Tipo BI-3	Tipo A	Tipo B(U)	Tipo B(M)	Tipo C
Identificación del remitente, del destinatario, o de ambos (párr. 534)	×	×	×	×	×	×	×	×
Número de las Naciones Unidas (párr. 535)	×	×	×	×	×	×	×	×
Nombre correcto de expedición (párr. 535)			×	×	×	×	×	×
Para los bultos cuya masa exceda de 50 kg de masa bruta permitida (párr. 536)			×	×	×	×	×	×
Tipo BI-1, BI-2, BI-3, o A según corresponda (párr. 537, apartados a) y b))		×	×	×	×			
Código VRI del país de origen del diseño y nombre del fabricante (párr. 537, apartado c))				×	×	×		
Identificación de la autoridad competente para el diseño (párr. 538, apartado a))		× ^a	× ^a	× ^a	× ^a	×	×	×
Número de serie (párr. 538, apartado b))			× ^a	× ^a	× ^a	× ^a	×	×
Tipo B(U), B(M), o C según corresponda (párr. 538, apartados c) y d))							×	×
Símbolo del trébol (párr. 539)							×	×

Nota: La × indica que rige el requisito.
^a El requisito sólo es aplicable si el bulto contiene sustancias fisionables o si contiene 0,1 kg o más de UF₆.

ETIQUETADO DE LOS BULTOS

I.30. Los bultos que contengan materiales radiactivos (salvo los bultos exceptuados) deben llevar etiquetas que indiquen su categoría (es decir I-BLANCA, II-AMARILLA y III-AMARILLA). La etiqueta I-BLANCA indica niveles de radiación muy bajos en el exterior del bulto, mientras que las etiquetas II-AMARILLA y III-AMARILLA indican niveles de radiación significativos (véase el cuadro I). Los números entre paréntesis de la primera columna remiten a los párrafos correspondientes del Reglamento de Transporte [3]. Además de las etiquetas para materiales radiactivos, los bultos que contengan sustancias fisionables, si no están exceptuados de los requisitos relativos a tales sustancias, deben mostrar la etiqueta de fisionables. Estas etiquetas están representadas en la Fig. 3. Las etiquetas rigen no sólo la forma en la que los bultos son manipulados y estibados durante el transporte y depositados durante su almacenamiento en tránsito, sino que también facilitan la comunicación sobre riesgos, lo que es útil para responder adecuadamente a una emergencia en caso de accidente.

I.31. Los diferentes tipos de etiquetas indican el riesgo radiológico relativo en el exterior del bulto. Estos niveles máximos posibles de radiación para cada tipo de etiqueta figuran en el cuadro I. Además, en la etiqueta se deben consignar los nombres de los radionucleidos y la actividad total de los radionucleidos existentes en el bulto. En el caso de las categorías II-AMARILLA y III-AMARILLA, las etiquetas indicarán el índice de transporte (IT). El IT es un número que se emplea para facilitar el control de la exposición a la radiación e indica el nivel de radiación a 1 m de la superficie del bulto.

I.32. Los bultos que contengan sustancias fisionables deben cumplir el requisito adicional de llevar etiquetas de seguridad frente a la criticidad, también mostradas en la Fig. 3, con el índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC), declarado en el certificado de aprobación correspondiente emitido por la autoridad competente. El ISC es un número que proporciona información de utilidad para el control de la criticidad. Los bultos que contengan materiales radiactivos que presenten otras propiedades peligrosas deben cumplir el requisito adicional de portar la etiqueta adecuada conforme a las normativas pertinentes de transporte de mercancías peligrosas.

I.33. La Fig. 4 muestra la fotografía de un bulto del Tipo A adecuadamente marcado y etiquetado.



FIG. 3. Etiquetas empleadas para los bultos de materiales radiactivos y etiquetas de sustancias fisionables que pueden añadirse según sea preciso.

ROTULADO DE LOS CONTENEDORES Y LOS VEHÍCULOS

I.34. Los vehículos ferroviarios y los de carretera que transporten bultos etiquetados, los grandes contenedores de bultos que no estén exceptuados, las cisternas que contengan materiales radiactivos y ciertas remesas de material BAE-I o de OCS-I transportadas en grandes contenedores o cisternas, deben portar rótulos que indiquen la presencia de materiales radiactivos. Los rótulos pueden tener una de las formas representadas en la Fig. 5 o ser etiquetas ampliadas, como las mostradas en la Fig. 3. Estos rótulos pueden mostrar el

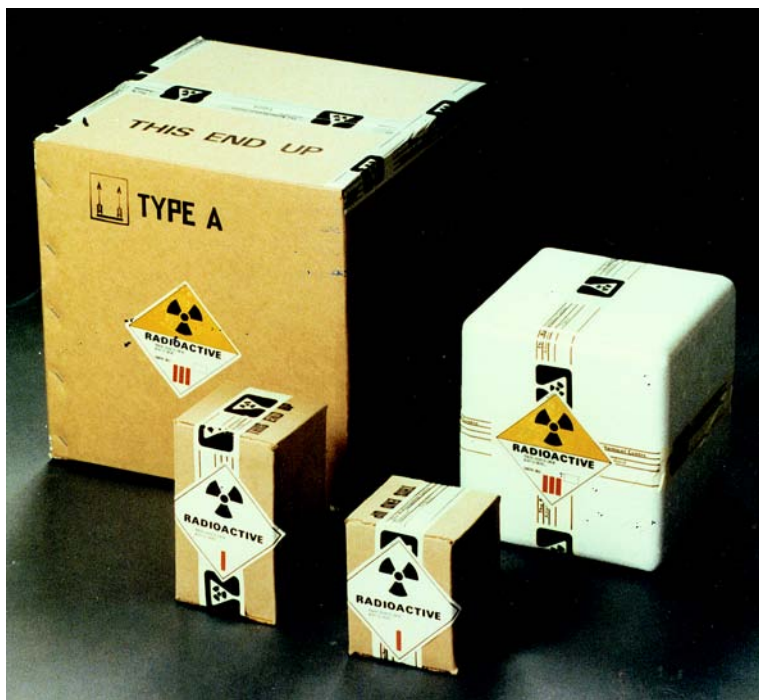


FIG. 4. Bulto usual del Tipo A adecuadamente marcado y etiquetado. Cortesía de Amersham International.

número de las Naciones Unidas correspondiente a la remesa, lo que facilita la comunicación en lo referente a la respuesta más adecuada en caso de accidente. En el anexo II se indican los números de las Naciones Unidas aplicables y la forma de aplicarlos en determinadas guías de respuesta a emergencias.

DOCUMENTACIÓN DE TRANSPORTE

I.35. Cada remesa debe ir provista de los correspondientes documentos de transporte (a los que se refiere el Reglamento de Transporte [3] como “detalles de la remesa”, denominados a menudo documentos de expedición, declaraciones de los remitentes, cartas de carga, cartas de porte, etc.). La información que deben contener estos documentos se especifica en los párrs. 515 y 549 del Reglamento de Transporte [3]. Esta información puede ser útil a los encargados de responder a una emergencia para identificar el contenido de la remesa y de este modo facilitar la respuesta adecuada en caso de accidente

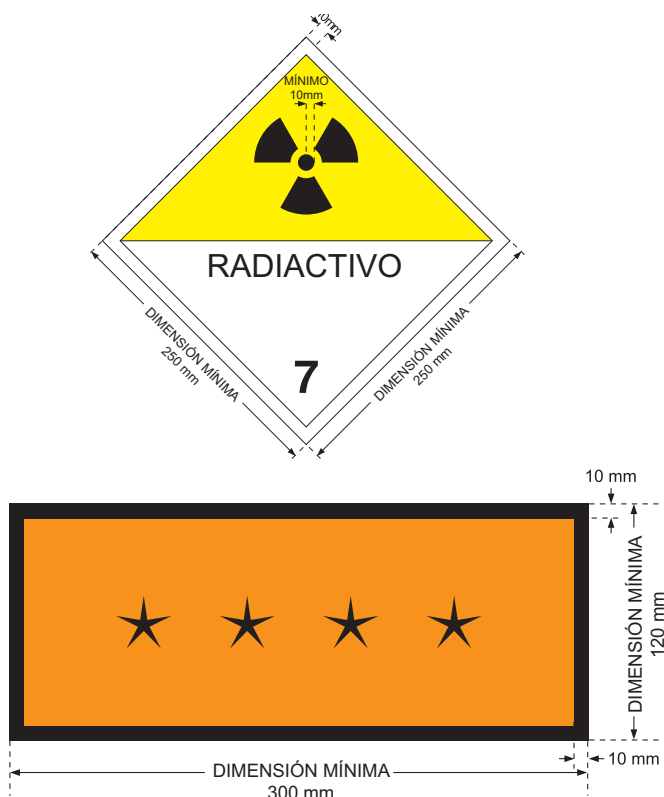


FIG. 5. Rótulos usados en vehículos, cisternas y contenedores que transporten materiales radiactivos.

I.36. Para los envíos de bultos exceptuados sólo se requiere el número de las Naciones Unidas.

I.37. Respecto de todos los demás envíos de materiales radiactivos, el remitente debe incluir los datos siguientes (párr. 549 del Reglamento de Transporte [3]):

- El nombre correcto de la expedición, tal como se especifica en el cuadro VIII del Reglamento.
- El número “7” de la clasificación de las Naciones Unidas.
- El número de las Naciones Unidas asignado al material, según se especifica en el cuadro VIII del Reglamento, precedido de las letras “UN”.

- El nombre o símbolo de cada radionucleido o, para las mezclas de radionucleidos, una descripción general apropiada o una lista de los radionucleidos más restrictivos.
- Una descripción de la forma física y química de los materiales, o una indicación de que éstos son materiales radiactivos en forma especial o materiales radiactivos de baja dispersión. Para la forma química es aceptable una descripción química genérica.
- La actividad máxima del contenido radiactivo durante el transporte expresada en becquerels (Bq), con el prefijo apropiado del SI (véase el anexo II del Reglamento de Transporte [3]). En el caso de las sustancias puede usarse, en lugar de la actividad, la masa de esas sustancias, en gramos (g), o los múltiplos adecuados.
- La categoría de los bultos (es decir I-BLANCA, II-AMARILLA, III-AMARILLA).
- El índice de transporte (IT) (sólo si se trata de las categorías II-Amarilla y III-Amarilla).
- El índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) si se trata de remesas que incluyan sustancias fisionables, distintas de las remesas exceptuadas en virtud del párrafo 672 del Reglamento de Transporte [3].
- La marca de identificación correspondiente a cada certificado de aprobación de la autoridad competente (por ejemplo a los materiales radiactivos, en forma especial, los materiales radiactivos de baja dispersión, los arreglos especiales, el diseño de los bultos o la expedición - véase el párr. 802 del Reglamento de Transporte [3]) aplicable a la remesa.
- Si se trata de remesas de bultos en un sobreenvase o en un contenedor, una declaración detallada del contenido de cada bulto incluido en el interior del sobreenvase o del contenedor y, cuando sea preciso, de cada sobreembalaje o contenedor de la remesa. Si los bultos se van a extraer del sobreenvase o contenedor en un punto de descarga intermedio, es preciso presentar la documentación de transporte adecuada.
- Cuando una remesa deba ser expedida según la modalidad de uso exclusivo, la indicación “EXPEDICIÓN EN LA MODALIDAD DE USO EXCLUSIVO”.
- En los casos BAE-II, BAE -III, OCS-I y OCS-II, la actividad total de la remesa como múltiplo de A_2 .

CONSECUENCIAS POTENCIALES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSPORTE

I.38. Los responsables de planificar la respuesta a emergencias deberían ser conscientes de las circunstancias y los efectos posibles de los accidentes que afecten a materiales radiactivos. El OIEA ha preparado un enfoque práctico, paso a paso, para establecer de forma integrada la capacidad de respuesta a emergencias de los usuarios y las autoridades locales y nacionales [4]. Este enfoque incluye una exposición detallada de los principios básicos para establecer esa capacidad de respuesta, percatarse de los riesgos radiológicos potenciales en el lugar de un accidente, informar al público y a los trabajadores de emergencia sobre las medidas que deberían tomarse y categorizar la amenaza potencial.

I.39. La naturaleza, las características y las consecuencias de los accidentes de transporte en que resultan afectados materiales radiactivos dependen de muchos factores, entre ellos:

- El tipo de bulto,
- La forma física y química de los materiales,
- La radiotoxicidad y la cantidad de material radiactivo contenido en el bulto,
- El modo de transporte,
- La gravedad del accidente en cuanto a sus efectos en la integridad del bulto siniestrado.

Otros factores, tales como cualquier otra característica peligrosa del contenido, el lugar donde se produzca el accidente y las condiciones meteorológicas predominantes, pueden también influir en las consecuencias potenciales.

I.40. La experiencia adquirida hasta la fecha confirma que cuando los materiales radiactivos se embalan y transportan conforme al Reglamento de Transporte [3], los riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente dimanantes de ese transporte son muy bajos. No obstante, a los fines de la preparación de planes de respuesta a emergencias, se deberían considerar las posibles causas de fallo de los bultos, no contempladas en las bases de diseño de los mismos y que podrían originar riesgos para la salud y/o contaminar el medio ambiente. Podrían darse los siguientes efectos:

- Un impacto extremadamente violento, que rompiera el sistema de contención del bulto;

- Un incendio intenso de larga duración, que causara una pérdida de blindaje y/o de contención del bulto;
- Un defecto en un bulto, que redujera su capacidad de resistir las tensiones para las que esté diseñado.

I.41. Las consecuencias de los accidentes de transporte varían desde un riesgo radiológico bajo (con gran probabilidad de suceder) a un riesgo radiológico potencialmente alto (con escasa probabilidad de suceder). Los accidentes de bajo riesgo pueden afectar a todos los tipos de bultos. Los accidentes con un riesgo potencialmente alto afectan en principio solamente a los bultos del Tipo B y del Tipo C, pues los demás bultos contienen materiales radiactivos en una forma o cantidad que no plantea riesgo radiológico inmediato de importancia para las personas, los bienes o el medio ambiente. En el apéndice V se presentan tres ejemplos de accidentes reales y un accidente hipotético en los que resultan afectados materiales radiactivos.

Bultos exceptuados

I.42. En los bultos exceptuados se permiten sólo pequeños contenidos de material radiactivo y por lo tanto, si sufrieran algún accidente, las consecuencias serán de poca importancia y no hay razones radiológicas para tomar medidas especiales de protección. Sin embargo, para responder adecuadamente, se debería considerar la posibilidad de contaminación como resultado de la rotura de un bulto exceptuado.

Bultos industriales

I.43. Las cantidades y formas de materiales BAE y OCS contenidos en bultos industriales (BI-1, BI-2 y BI-3) se limitan de manera que el nivel de radiación externa a 3 m del material, objeto o colección de objetos, sin blindaje, no exceda de 10 mSv/h. Aunque este nivel de exposición no es insignificante, su magnitud es tal que se le podría hacer frente de forma segura si el embalaje se perdiese en un accidente grave.

I.44. Aunque la actividad total de una remesa de materiales BAE u OCS puede ser significativa, la naturaleza del contenido es tal que, si la contención se perdiese en un accidente, el riesgo radiológico potencial sería relativamente bajo. De cualquier forma, en las proximidades del lugar de un accidente y dadas las posibles exposiciones internas y externas, se deberían tomar medidas de protección. Se debería tener también en cuenta la contaminación del suelo,

especialmente en el caso de muchos materiales BAE-I y BAE-II que se transportan en grandes bultos y pueden ser dispersables.

Bultos del Tipo A

I.45. Los límites de actividad prescritos para los bultos del Tipo A reducen los riesgos inmediatos en la proximidad de estos bultos en el caso de una fuga de material radiactivo o de una pérdida de blindaje.

I.46. Dichos límites se basan en los criterios adoptados para definir los valores A_1 y A_2 . Al considerar las consecuencias de los accidentes, la suposición fundamental es que una persona que permanezca sin protección a 1 m de un bulto dañado durante menos de 30 minutos no estará accidentalmente expuesta a más de 50 mSv. El apéndice I de la Ref.[16] contiene una explicación completa de los supuestos básicos. La dosis de 50 mSv puede deberse a exposición directa a radiación externa o bien ser una dosis comprometida resultante de inhalación o ingestión. Una dosis de 50 mSv se considera aceptable en condiciones de accidente, tanto para los trabajadores como para los miembros del público.

Bultos del Tipo B y del Tipo C

I.47. Los bultos del Tipo B y del Tipo C pueden contener materiales cuya actividad oscile desde unos pocos GBq hasta, en el caso de combustible gastado, varios millones de GBq. Puesto que los bultos están diseñados para resistir los accidentes, es de esperar que cualquier impacto radiológico se limite, en la mayoría de los casos, a las cercanías del lugar del accidente. Una rotura en un bulto del Tipo B o del Tipo C que contenga gran cantidad de materiales radiactivos, puede tener serias consecuencias para la salud y la seguridad en las zonas cercanas al lugar del siniestro. Por lo tanto, se requiere una respuesta rápida para evaluar el problema y poner la situación bajo control.

Bultos que contengan sustancias fisionables

I.48. Las consecuencias potenciales de los accidentes que afecten a materiales fisionables dependen del tipo de radiactividad, las características de fisión y la cantidad de los materiales así como de las condiciones del accidente. En los accidentes de este tipo podrían existir también riesgos derivados de la criticidad.

I.49. Las consecuencias radiológicas de los accidentes que afecten a materiales fisionables, salvo los accidentes de criticidad, pueden ser las ya descritas en los párrs. I.38-I.47. Por ejemplo, los riesgos radiológicos del combustible nuclear no irradiado no son muy significativos, mientras que los riesgos radiológicos potenciales que implica el fallo de un contenedor de combustible nuclear irradiado son importantes.

I.50. Es extremadamente improbable que ocurran accidentes de criticidad, dados los requisitos de seguridad impuestos por el Reglamento de Transporte [3] relativos al diseño de los bultos, la limitación de la magnitud de las remesas y los procedimientos de estiba. Además de las consecuencias radiológicas descritas anteriormente, si se produjera un accidente de criticidad, sería concebible que tuviera como resultado un pulso de energía, o pulsos de energía, y simultáneamente grandes aumentos bruscos de los niveles de radiación en las proximidades del bulto. También se produciría un aumento del nivel de radiación residual tras el episodio de criticidad. Un accidente de criticidad podría causar también daños adicionales al bulto.

Consecuencias potenciales de las formas dispersables y no dispersables de materiales radiactivos

I.51. Los materiales radiactivos se transportan tanto en formas dispersables como no dispersables. Las formas dispersables (por ejemplo polvos, líquidos, gases) comprenden materiales tales como los radiofármacos empleados en el diagnóstico o el tratamiento médicos y los concentrados de mineral de uranio. Los materiales en forma no dispersable comprenden piezas grandes y sólidas radiactivas (por ejemplo objetos grandes contaminados y combustible nuclear irradiado), sólidos radiactivos sellados en una cápsula y sustancias radiactivas de baja dispersión.

I.52. Si los materiales no son dispersables, es improbable que se produzca una contaminación significativa, pero puede haber zonas localizadas con niveles de radiación tal vez peligrosos. Esto puede ser resultado de la degradación, la pérdida o el reordenamiento del blindaje del bulto. Empero, es posible que materiales enviados en forma no dispersable sean dispersados a causa de las condiciones de accidente, por ejemplo en caso de incendio muy violento.

I.53. Si ocurriese un accidente de transporte que afectase a materiales dispersables, las situaciones con las que se vea confrontado el personal de respuesta de emergencia pueden ser, entre otras, las siguientes:

- Niveles altos de radiación externa;
- Personas, vehículos, restos, carretera y superficies de terreno contaminados y materias dispersas en el aire;
- Peligros potenciales accesorios, tales como los derivados de sustancias inflamables que no hayan ardido, sustancias corrosivas y oxidantes.

Consecuencias potenciales de la exposición y de la contaminación por materiales radiactivos

I.54. Las personas pueden sufrir exposición directa a la radiación externa originada tanto por las formas dispersables como las no dispersables de los materiales radiactivos afectados en los accidentes de transporte.

I.55. Si los bultos han sido dañados lo suficiente como para romper los sistemas de contención, los incendios y el agua o las sustancias químicas utilizadas para extinguirlos pueden diseminar fácilmente el material radiactivo alrededor de la zona del accidente. Además, el personal que trabaje en una zona contaminada del lugar del accidente puede contaminarse y agravar la dispersión de la contaminación con sus actividades.

I.56. El material radiactivo dispersable puede contaminar los productos agrícolas y las fuentes de suministro de agua potable locales, lo que a su vez puede originar un riesgo a causa de la ingestión de estos productos y del agua afectada. Del mismo modo, el ganado (por ejemplo las vacas lecheras) que coma forraje contaminado puede pasar estos contaminantes a los seres humanos a través de la cadena alimentaria (por ejemplo por el consumo de leche).

I.57. La contaminación radiactiva puede extenderse más allá de las cercanías del accidente de diversas formas. Dos formas habituales son las condiciones meteorológicas (viento y precipitaciones) y los vehículos de transporte o el equipo empleados por el personal de emergencia, que vuelvan a su servicio normal con contaminación radiactiva no detectada.

Consecuencias potenciales derivadas de los materiales que tengan otras características peligrosas

I.58. Además de los riesgos radiológicos y de criticidad, los materiales radiactivos pueden tener otras características peligrosas. En algunos casos, esos riesgos secundarios pueden superar a los radiológicos. Un ejemplo de material de ese tipo es el UF₆, que presenta un alto riesgo de toxicidad química [20].

Otros materiales que implican riesgos secundarios significativos pueden ser el torio y el uranio metálicos, pues son susceptibles de combustión espontánea cuando se encuentran en forma finamente dividida, por ejemplo de polvo o de viruta, los oxidantes radiactivos como el nitrato de uranilo y el nitrato de torio, las soluciones corrosivas de material radiactivo como el nitrato de uranilo, y los gases radiactivos comprimidos. En la respuesta a una emergencia se debería considerar todo riesgo adicional cuando estén presentes dichos materiales. Las etiquetas y los rótulos de las mercancías peligrosas deberían dar a los encargados de responder a una emergencia la posibilidad de detectar estos riesgos adicionales.

Apéndice II

MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS

II.1. Según se expone en la Sección 5, el personal local de respuesta a emergencias que acuda primero al escenario del suceso debería seguir un método para hacer una evaluación inicial de los riesgos potenciales que planteen los bultos de material radiactivo afectados en un accidente. Puesto que generalmente ese personal no dispondrá del equipo ni de la capacidad necesaria para llevar a cabo una evaluación técnica, sus apreciaciones se basarán normalmente en la información que tenga a mano. Ésta incluirá normalmente datos acerca del tipo de bultos, su contenido, las circunstancias del accidente (por ejemplo daños mecánicos y presencia de fuego) y un examen visual de los daños en el medio de transporte y los bultos afectados.

II.2. La matriz de referencia para la respuesta inicial a emergencias que se presenta en el cuadro III ofrece un segundo método para realizar una pronta evaluación prudencial del posible riesgo planteado. La aplicación de esta matriz no requiere que el personal de respuesta tenga conocimientos acerca de los radionucleidos concretos o sus cantidades; sería suficiente que los tuviera acerca de los tipos de bultos y los números correspondientes de las Naciones Unidas. Estos datos tal vez se puedan obtener en el lugar del accidente por simple observación de las marcas y etiquetas de los bultos así como de los rótulos del vehículo o los contenedores.

II.3. La matriz es genérica. Para cada tipo de bulto dado indica:

- a) Los números correspondientes de las Naciones Unidas,
- b) Una descripción del contenido característico que cabe esperar en ese tipo de bulto,
- c) Orientación sobre el contenido máximo de material radiactivo permitido en ese tipo de bulto,
- d) Orientación sobre los niveles de radiación máximos que cabe esperar de ese tipo de bulto cuando no esté dañado,
- e) Orientación sobre los niveles de radiación máximos que cabe esperar de ese tipo de bulto si está dañado.

Los párrafos del Reglamento de Transporte [3] a partir de los cuales se deducen los valores que aparecen en las columnas tercera, cuarta y quinta de la matriz, figuran entre paréntesis.

II.4. La máxima actividad posible en cada tipo de bulto (indicada en la tercera columna de la matriz), se obtiene a partir de los límites de diseño de los bultos, especificados en el Reglamento de Transporte [3]. Para determinados diseños de bultos, esos límites pueden ser establecidos también en los requisitos de aprobación de la autoridad competente, especificados en dicho Reglamento [3]. En algunos casos los límites de contenido sólo pueden establecerse indirectamente. Cuando se trata de bultos vacíos, el límite se establece a partir de los límites de contaminación interna. Para los bultos industriales el límite se establece sobre la base de la cantidad de materiales BAE u OCS presentes en el bulto, que ocasionarían una tasa de dosis de 10 mSv/h a 3 m, en ausencia de blindaje. Al aplicar los límites de contenido especificados en esta matriz, es probable que el personal de respuesta constate que la mayoría de los bultos normalmente contendrán materiales radiactivos en cantidades inferiores a los límites de diseño. Por consiguiente, las actuaciones de emergencia basadas en esta matriz se traducirán por lo general en medidas que sean prudentes, pero que más adelante tal vez resulte que han sido innecesarias.

II.5. De igual manera, en la práctica, los niveles de radiación máximos posibles para cada tipo de bulto también estarán generalmente por debajo de los límites que figuran en la quinta y sexta columnas de la matriz. Los bultos serán diseñados para valores de niveles de radiación más bajos, o bien no serán llenados hasta el máximo. El índice de transporte – véase el apéndice I – puede dar al personal de respuesta una idea más cabal acerca de los niveles de radiación máximos reales existentes a 1 m de la superficie del bulto.

II.6. En muchos casos, especialmente en los accidentes que afecten a bultos del Tipo B o del Tipo C, no se alcanzarán los niveles de radiación máximos especificados en el Reglamento de Transporte [3] (ver la quinta columna del cuadro III), a menos que se produzca un accidente extremadamente grave. Sin embargo, si bultos que no estén diseñados para resistir accidentes se vieran afectados por un accidente grave, podrían perderse todos los blindajes y los niveles de radiación serían altos. En ese caso cabe suponer que los niveles de radiación máximos posibles son los de 0,1 mSv/h a 10 cm (para los instrumentos y artículos transportados en bultos exceptuados), 10 mSv/h a 3 m (para los materiales BAE y OCS en bultos industriales) y 100 mSv/h a 1 m (para los materiales fugados de bultos del Tipo A).

II.7. Al aplicar esta matriz se debería considerar que las sustancias fisionables pueden transportarse en bultos BI-1, BI-2, BI-3, del Tipo A, del Tipo B (U), del Tipo B (M) y del Tipo C. Éstos pueden reconocerse por la aprobación adicional para los bultos de tipo “F” en la marca de identificación de la autoridad competente y por la etiqueta para sustancias fisionables (véase la Fig. 3). Las sustancias fisionables están sujetas a los requisitos de embalaje aplicables en función de sus características radiactivas y, además, a los requisitos de embalaje impuestos a causa de sus características de fisionabilidad. Se presenta información detallada en los párrs. 671 y 673-682 y en la lista 13 del Reglamento de Transporte [3]

II.8. De la misma manera, el UF_6 (en ambas formas, fisionable y no fisionable), está sujeto a requisitos adicionales de embalaje debido a sus características químicas. El hexafluoruro de uranio se transporta por lo general en bultos BI-1, BI-2, BI-3, del Tipo A y del Tipo B. Se facilita información detallada en los párrs. 629-632 del Reglamento de Transporte [3].

CUADRO III. MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS, PREPARADA COMO AYUDA AL PERSONAL QUE ACUDA PRIMERO AL LUGAR DEL SINIESTRO
(Los números de los párrafos remiten al Reglamento de Transporte [3/])

Tipo de bulto	Número de las Naciones Unidas	Contenido típico de los bultos	Actividad o niveles de contaminación máximos permitidos en un bulto	Niveles de radiación máximos permitidos	
				Bulto no dañado	Bulto dañado
Exceptuado — embalaje vacío	2908	Embalajes sin carga con contaminación limitada residual dentro del sistema de contención del bulto	<400 Bq/cm ² , material emisor beta, gamma y alfa de baja toxicidad <40 Bq/cm ² , otros emisores alfa (párr. 520)	<5 µSv/h en la superficie del bulto (párr. 516)	No especificado
Exceptuado — cantidad limitada de material radiactivo	2910	Cantidades muy pequeñas de material radiactivo	<10 ⁻³ A ₁ (sólidos y gases en forma especial) <10 ⁻³ A ₂ (materiales que no sean sólidos y gases en forma especial) <10 ⁻⁴ A ₂ (líquidos) <2 × 10 ⁻² A ₂ (gas tritio) (párr. 408)		
Exceptuado — instrumentos, artículos y artículos manufacturados	2909, 2911	Instrumentos, artículos, artículos manufacturados de uranio empobrecido o uranio natural o torio	<A ₁ (sólidos, forma especial) <A ₂ (sólidos, no en forma especial) <10 ⁻¹ A ₂ (líquidos) <10 ⁻² A ₁ (gases, forma especial) <10 ⁻² A ₂ (gases, no en forma especial) <2 × 10 ⁻¹ A ₂ (gas tritio) (párr. 408)		<0,1 mSv/h a 10 cm de la superficie externa de cualquier instrumento o artículo no embalado (párr. 517)

CUADRO III. MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS, PREPARADA COMO AYUDA AL PERSONAL QUE ACUDA PRIMERO AL LUGAR DEL SINIESTRO (cont.)
(Los números de los párrafos remiten al Reglamento de Transporte [3/])

Tipo de bulto	Número de las Naciones Unidas	Contenido típico de los bultos	Actividad o niveles de contaminación máximos permitidos en un bulto	Niveles de radiación máximos permitidos	
				Bulto no dañado	Bulto dañado
Bulto industrial, Tipo BI-1	2912, 2913, 3326	BAE-I minerales y concentrados de uranio o torio, uranio natural no irradiado o empobrecido en forma sólida	Limitados por el nivel de radiación a 3 m de la superficie del material, objeto o colección de objetos sin blindaje (párrs. 411 y 521)	Etiqueta I-BLANCA: — <0,005 mSv/h en la superficie del bulto Etiqueta II-AMARILLA: — <0,5 mSv/h en la superficie del bulto — <0,01 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA: — <0,5 mSv/h en la superficie del bulto — <0,01 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA para transporte en modalidad de uso exclusivo: — <10 mSv/h en la superficie del bulto — >0,1 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto (limitado por el nivel de radiación en la superficie) (párr. 533)	10 mSv/h a 3 m de la superficie externa del material, objeto o colección de objetos sin blindaje (párrs. 411 y 521)
Bultos industriales, Tipos BI-2 y BI-3	2912, 3321, 3322, 3324, 3325	Líquidos BAE-I, sólidos no combustibles BAE-II y BAE-III	Limitados ambos por: a) El nivel de radiación a 3 m de la superficie del material o colección de objetos sin blindaje (párrs. 411 y 521), y b) Un límite para medio de transporte de 10 A ₂ por bodega o compartimiento de un barco de navegación interior, o c) Un límite de 100 A ₂ para medio de transporte que no sea un barco de navegación interior (párr. 525)		
Bultos industriales, Tipos BI-1, BI-2 y BI-3	2912, 2913, 3321, 3322, 3324, 3325, 3326	Líquidos BAE-I, líquidos, gases y sólidos combustibles BAE-II y BAE-III, OCS-I y OCS-II			

CUADRO III. MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS, PREPARADA COMO AYUDA AL PERSONAL QUE ACUDA PRIMERO AL LUGAR DEL SINIESTRO (cont.)
(Los números de los párrafos remiten al Reglamento de Transporte [3])

Tipo de bulto	Número de las Naciones Unidas	Contenido típico de los bultos	Actividad o niveles de contaminación máximos permitidos en un bulto	Niveles de radiación máximos permitidos	
				Bulto no dañado	Bulto dañado
Tipo A	2915, 3332, 3327, 3333	Cantidades moderadas de material radiactivo en forma especial o en otra forma que no sea especial; contenidos típicos pueden ser los radiofármacos y los desechos de bajo nivel	<A ₁ si es material radiactivo en forma especial <A ₂ si es material radiactivo en forma no especial (párr. 413)	Etiqueta I-BLANCA: — <0.005 mSv/h en la superficie del bulto Etiqueta II-AMARILLA: — <0.5 mSv/h en la superficie del bulto — <0.01 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA: — <2 mSv/h en la superficie del bulto — <0.1 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta	<20% de aumento cuando se somete a los ensayos para condiciones normales de transporte (párr. 646 (b)), <100 mSv/h a 1 m si el contenido está fuera del bulto (apéndice I de la Ref. [16])
				Etiqueta III-AMARILLA: — <2 mSv/h en la superficie del bulto — <0.1 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA transportado en modalidad de uso exclusivo: — <10 mSv/h en la superficie del bulto — >0.1 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto (limitados por el nivel de radiación en la superficie) (párr. 533)	<20% de aumento cuando se somete a los ensayos para condiciones normales de transporte (párr. 646 (b)), <10 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto cuando se somete a condiciones de accidente de transporte (párr. 656 (b))
Tipo B	2916, 2917, 3328, 3329	Cantidades de material radiactivo que excedan de lo permitido en los bultos industriales o del Tipo A; pueden ser contenidos típicos combustible nuclear irradiado, desechos de alto nivel, irradiadores de Co-60, Ir-192 y Pu-239	Limitados por el diseño del bulto aprobado (párr. 415) Si el transporte es por aire y el material radiactivo no se ha acreditado como de baja dispersión: <3 000 A ₁ o 100 000 A ₂ si está en forma especial, o <3 000 A ₂ si no está en forma especial (párr. 416)		

CUADRO III. MATRIZ DE REFERENCIA PARA LA RESPUESTA INICIAL A EMERGENCIAS, PREPARADA COMO AYUDA AL PERSONAL QUE ACUDA PRIMERO AL LUGAR DEL SINIESTRO (cont.)
(Los números de los párrafos remiten al Reglamento de Transporte [3/])

Tipo de bulto	Número de las Naciones Unidas	Contenido típico de los bultos	Actividad o niveles de contaminación máximos permitidos en un bulto	Niveles de radiación máximos permitidos	
				Bulto no dañado	Bulto dañado
Tipo C (sólo para transporte aéreo)	3323, 3330	Cantidades de material radiactivo que excedan de lo permitido en bultos industriales del Tipo A o del Tipo B	Limitados por la aprobación del diseño del bulto (párr. 415)	Etiqueta I-BLANCA: — <0,005 mSv/h en la superficie del bulto Etiqueta II-AMARILLA: — <0,5 mSv/h a en la superficie del bulto — <0,01 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA: — <2 mSv/h en la superficie del bulto — <0,1 mSv/h a 1 m de a superficie del bulto Etiqueta III-AMARILLA transporte en la modalidad de uso exclusivo: — <10 mSv/h en la superficie del bulto — >0,1 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto (limitado por el nivel de radiación en la superficie) (párr. 533)	<20% de aumento cuando se somete a los ensayos para condiciones normales de transporte (párr. 646 (b)), <10 mSv/h a 1 m de la superficie del bulto cuando se somete al ensayo estándar para transporte aéreo y al ensayo reforzado para condiciones de accidente en el transporte (párr. 656 (b) y 669 (b))

Apéndice III

ORIENTACIÓN SOBRE INSTRUMENTOS ADECUADOS⁶

INTRODUCCIÓN

III.1. Con objeto de determinar si existe algún riesgo radiológico y realizar una estimación de su magnitud, que sea razonable aunque no especialmente exacta, es imprescindible utilizar instrumentación adecuada para evaluar dicho riesgo en el lugar de un accidente de transporte en el que hayan sido afectados materiales radiactivos.

III.2. Se ha elaborado una guía sobre la instrumentación apropiada para este fin, la cual se transcribe en este documento [12]. Esa guía trata de cómo detectar y localizar cualquier fuente de radiación y cómo medir las tasas de dosis correspondientes a los diferentes tipos de material radiactivo; también se reseñan en ella otros útiles que deberían formar parte de un conjunto de equipo para la respuesta a emergencias (véase también el apéndice VI).

DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUENTES DE RADIACIÓN

III.3. Al llegar al escenario del suceso, es posible que el primero que acuda a dar respuesta no sepa si existe riesgo de exposición o de contaminación. Hay muchos incidentes en que se sospecha la presencia de fuentes de radiación. El primero que acuda a responder debería verificar rápidamente si los niveles de radiación superan el nivel de fondo previamente establecido. Otros incidentes pueden implicar la búsqueda de fuentes de radiación perdidas, las cuales podrían estar sin blindaje o aún en sus contenedores.

III.4. Los mejores instrumentos para ambos propósitos son los provistos de detectores de yoduro de sodio, de los cuales algunos de los más modernos pueden proporcionar también información sobre los radionucleidos de que se trate. Los instrumentos Geiger-Müller (GM) y los de conteo proporcional sensibles pueden emplearse como sustitutivos de utilidad, aunque son aproximadamente un orden de magnitud menos sensibles a los emisores gamma que los detectores con centelleador de yoduro de sodio, en el rango de

⁶ El texto y el cuadro de este apéndice se basan en el texto de la Ref. [12].

energía de 1 MeV. Como ayuda para la búsqueda entre los restos del siniestro en lugares exteriores, o en otras condiciones difíciles, el instrumento debería tener preferiblemente una salida audio y auriculares.

MEDICIÓN DE LA TASA DE DOSIS GAMMA

III.5. Los instrumentos del tipo mencionado son difíciles de usar para mediciones cuantitativas por ser dependientes de la energía en un rango amplio de energías gamma; por consiguiente, el primero en acudir a dar respuesta y no instruido en técnicas de calibración de instrumentos debería usar instrumentos de detección, no de medición. Para medir es preferible utilizar instrumentos de energía compensada que tengan una respuesta uniforme en sentido ascendente a partir de 50 keV aproximadamente. Tales instrumentos disponen normalmente de tubos GM compensados, cámaras de ionización, centelleadores de plástico o contadores proporcionales. El instrumento debería ser capaz de medir tasas de dosis de 1 $\mu\text{Sv/h}$ o superiores.

III.6. Los instrumentos con tubo GM son generalmente más pequeños y ligeros que los de otros tipos y normalmente tienen salida audio. Sin embargo, los aparatos GM de energía compensada no miden energías de rayos X y gamma por debajo de 50 keV aproximadamente y no son capaces de detectar partículas.

III.7. Los instrumentos con cámara de ionización son menos fáciles de usar que los tubos GM para tasas de dosis bajas: son más vulnerables a los cambios de temperatura y humedad y menos robustos. En cambio, funcionan a niveles de energías gamma por debajo de 10 keV, lo cual es útil en el caso de radionucleidos tales como el yodo-125, y normalmente pueden usarse también para medir tasas de dosis beta. Los instrumentos de centelleo son muy sensibles y pueden cubrir un amplio rango de tasas de dosis gamma, para energías de hasta sólo 30 keV aproximadamente, pero suelen ser pesados y no son útiles para la radiación beta.

MEDICIÓN DE LA TASA DE DOSIS BETA

III.8. Las fuentes emisoras beta puras son menos comunes que los emisores gamma, pero pueden encontrarse en medidores por retrodispersión beta y de espesor. Pueden utilizarse instrumentos con cámara de ionización, así como tubos GM con ventana final delgada.

MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN BETA

III.9. Podría tropezarse con contaminación beta en los accidentes que afecten a radiofármacos, fuentes gamma selladas que presenten fugas (muchas son emisoras beta/gamma) o productos radioquímicos usados en la industria y agricultura. Son instrumentos apropiados los provistos de tubos GM con ventana final delgada, detectores de centelleo beta o contadores proporcionales con ventanas de plástico aluminizado o de titanio.

III.10. El problema más serio que surge al usar estos instrumentos probablemente sea el deterioro de la ventana, lo cual provoca el fallo total de los aparatos GM y proporcionales, o una importante sensibilidad a la luz, lo que provoca una pérdida de sensibilidad en los detectores de centelleo. Cuando se esté investigando la existencia de contaminación beta, deberían tomarse muestras frotando (con papel filtro u de otro tipo) y la monitorización de estas muestras debería realizarse lejos de cualquier otra fuente de rayos X o gamma.

III.11. El tritio es particularmente difícil de detectar debido a su emisión beta débil (baja energía). Los instrumentos más apropiados son los contadores proporcionales de flujo gaseoso sin ventana, pero en la práctica probablemente sea suficiente una medición por centelleo líquido de frotis tomados tras el suceso.

MEDICIÓN DE TASAS DE DOSIS DEBIDAS A RAYOS X Y DE CONTAMINACIÓN

III.12. Los emisores de rayos X son muy comunes en radiofarmacia. Son instrumentos apropiados los detectores de yoduro sódico delgados y los contadores proporcionales con atmósfera de xenón. En caso de sospecha de contaminación por emisores de rayos X, casi siempre será necesario tomar una muestra por frotamiento y monitorizarla lejos de otras fuentes de radiación, incluso del mismo bulto sospechoso.

MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ALFA

III.13. Dado que las partículas alfa solamente recorren distancias cortas en aire, son difíciles de detectar. Las partículas alfa no pueden ser detectadas incluso a través de finas capas formadas por agua, sangre, polvo, papel u otros materiales. Son varios los instrumentos diseñados para medir la radiación alfa. Con el fin de asegurarse de que las mediciones son precisas, sólo debería

utilizar estos instrumentos personal que haya sido especialmente capacitado al efecto. Los instrumentos apropiados son, entre otros, los contadores de centelleo de sulfuro de zinc y contadores proporcionales rellenables, ambos con ventanas delgadas. Los tubos GM con ventana final delgada son también satisfactorios para niveles de hasta sólo 5 Bq/cm², aproximadamente.

OTROS ÚTILES

III.14. Otros útiles prácticos que deberían formar parte de un conjunto de equipo permanente son, por ejemplo, cuadernos, bolígrafos a prueba de agua, una linterna, una calculadora de bolsillo, una cinta métrica de acero, bolsas de plástico, cinta de PVC para el sellado de bolsas y papel filtro para toma de muestras por frote. Un receptáculo y tenazas de plomo son adecuados para recoger fuentes gamma pequeñas; un receptáculo con paredes de 25 mm es razonablemente portátil y ofrece un grado de blindaje útil.

III.15. Además de un dosímetro personal normal, es deseable llevar un dosímetro de lectura directa, por ejemplo un dosímetro con electroscopio de fibra de cuarzo o, mejor incluso, un dosímetro de alarma activa.

III.16. El conjunto de equipo debería incluir ropa protectora, incluso guantes, botas de goma y cascos de seguridad que sean impermeables, claramente visibles y fácilmente descontaminables.

III.17. El equipo aquí enumerado se sugiere como mínimo que cabe especificar para un grupo de respuesta temprana. En la Ref. [21] figuran listas de equipos más detalladas para tareas especiales.

DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS

III.18. Los materiales radiactivos que se transportan en todo el mundo son muy variados. Por tanto gran número de radionucleidos podrían verse afectados por accidentes de transporte. En el cuadro IV, tomado de la Ref. [12], se indica el período de semidesintegración de prácticamente todos esos radionucleidos y sus emisiones principales. Teniendo en cuenta la naturaleza de esas emisiones y la capacidad de los distintos tipos de instrumentos, también se indican los instrumentos que serían apropiados para la medición de tasas de dosis y de la contaminación.

CUADRO IV. DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS [12]

Idoneidad para la medición de tasas de dosis				Idoneidad para la medición de la contaminación									
Radio-nucleido	Vida media	Radiaciones principales y energías máximas (MeV)	Geiger-Müller de energía compensada	Geiger-Müller con ventana final	Cámara de ionización	Centelleador plástico	Geiger-Müller con ventana final	Centelleador de energía total β	Centelleador de energía alta β	Proporcional con Xe	Proporcional rellenable	Centelleador α	Centelleador NaI
H-3	12,3 a	β^- 0,019											
Be-7	53,3 d	γ 0,48	R	U	R	R							R
C-14	$5,7 \times 10^3$ a	β^- 0,156	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
Na-22	2,6 a	β^+ 0,55, γ 1,28	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Na-24	15,0 h	β^- 1,4, γ 1,4, 2,8	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	U
P-32	14,3 d	β^- 1,7	—	R	R	—	R	R	R	R	R	—	U
S-35	87,5 d	β^- 0,17	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
Cl-36	$3,0 \times 10^5$ a	β^- 0,71	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
K-42	12,4 h	β^- 3,6, γ 1,5	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	U
Ca-45	163,0 d	β^- 0,26	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
Ca-47*	4,5 d	β^- 0,69 (82%), 2,0 (18%), γ 1,3	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Sc-46	83,8 d	β^- 0,36, γ 1,0	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Cr-51	27,7 d	X 0,005, γ 0,3	S	U	R	S	—	—	—	P	—	—	P
Mn-54	312,5 d	γ 0,8	R	U	R	R	—	—	—	P	—	—	P
Fe-55	2,7 a	X 0,006	—	U	R	—	—	—	—	P	—	—	P
Fe-59	45,1 d	β^- 0,4, γ 1,2	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Co-56	78,8 d	β^+ 1,5, γ 1-3	S	U	R	S	—	—	—	—	—	—	R

CUADRO IV. DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS [12] (cont.)

Radio-nucleido	Vida media	Idoneidad para la medición de tasas de dosis					Idoneidad para la medición de la contaminación						
		Radiaciones principales y energías máximas (MeV)	Geiger-Müller de energía compensada	Geiger-Müller con ventana final	Cámara de ionización	Centelleador plástico	Geiger-Müller con ventana final	Centelleador de energía total β	Centelleador de energía alta β	Proporcional con Xe	Proporcional rellenable	Centelleador α	Centelleador NaI
Co-57	271,4 d	γ 0,13	R	U	R	R	—	—	—	P	—	—	P
Co-58	70,8 d	β^+ 0,5, γ 0,8	S	U	R	S	U	U	—	P	U	—	P
Co 60	5,3 a	β^- 0,3, γ 1,3	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Ni-63	100,0 a	β^- 0,066	—	U	R	—	—	P	—	—	P	—	—
Zn-65	243,8 d	γ 1,1	R	U	R	R	—	—	—	R	U	—	P
Se-75	119,8 d	γ 0,1–0,4	R	U	R	R	—	—	—	R	—	—	R
Br-82	1,5 d	β^- 0,4, γ 0,5–1,5	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Kr-85	10,7 a	β^- 0,7	—	U	R	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb-86	18,7 d	β^- 1,8, γ 1,1	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	—
Sr-85*	64,8 d	γ 0,5	R	U	R	R	—	—	—	R	—	—	R
Sr-89*	50,5 d	β^- 1,5	—	R	R	—	R	R	R	R	R	—	U
Sr-90	29,1 a	β^- 0,5	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
Y-88	106,6 d	γ 1,8	R	U	R	R	—	—	—	R	—	—	R
Y-90	2,7 d	β^- 2,3	—	R	R	—	R	R	R	R	R	—	U
Y-91	58,5 d	β^- 1,5	—	R	R	—	R	R	R	R	R	—	U
Zr-95	64,0 d	β^- 0,4, γ 0,7	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Nb-95	35,2 d	β^- 0,16, γ 0,76	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—

CUADRO IV. DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS [12] (cont.)

Idoneidad para la medición de la contaminación													
Idoneidad para la medición de tasas de dosis													
Radio-nucleido	Vida media	Radiaciones principales y energías máximas (MeV)	Geiger-Müller de energía compensada	Geiger-Müller con ventana final	Cámara de ionización	Centelleador plástico	Geiger-Müller con ventana final	Centelleador de energía total β	Centelleador de energía alta β	Proporcional con Xe	Proporcional rellenable	Centelleador α	Centelleador NaI
Mo-99	2,8 d	β^- 1,2, γ 0,7	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	U
Tc-99	$2,1 \times 10^5$ a	β^- 0,3	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	—
Tc-99m	6,0 h	γ 0,14	R	U	R	R	—	—	—	—	—	—	R
Ru-103**	39,4 d	β^- 0,2, γ 0,5	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Ru-106*	1,0 a	β^- 1,5–3,6, γ 0,5–2,9	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	U
Ag-110m*	249,9 d	β^- 0,5, γ 0,6–1,5	S	U	R	S	R	R	R	R	R	—	U
Cd-109	1,3 a	X 0,02, γ 0,09	S	U	R	S	—	—	—	—	—	—	R
In-111	2,8 d	X 0,02, γ 0,2	S	U	R	S	—	—	—	R	—	—	R
Sn-113*	115,1 d	X 0,02, γ 0,4	S	U	R	S	—	—	—	R	—	—	R
Sn-119m*	293,0 d	X 0,02	—	U	R	U	—	—	—	R	—	—	R
Sb-124	60,2 d	β^- 0,1–2,3, γ 0,6	S	U	R	S	R	R	U	R	R	—	U
Sb-125*	2,7 a	β^- 0,6, γ 0,6	S	U	R	S	R	—	—	—	—	—	—
I-125	60,1 d	X, γ 0,03 ^b	—	U	R	U	—	—	—	R	—	—	R
I-129	$1,6 \times 10^7$ a	β^- 0,15, X 0,03	—	U	R	S	R	R	—	R	R	—	R
I-131*	8,0 d	β^- 0,6, γ 0,4	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Xe-133	5,3 d	β^- 0,3, γ 0,08	S	U	R	S	—	—	—	—	—	—	—
Cs-134	2,1 a	β^- 0,6, γ 0,7	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—
Cs-137*	30,0 a	β^- 0,5, γ 0,7	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	—

CUADRO IV. DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS [12] (cont.)

Radio-nucleido	Vida media	Idoneidad para la medición de tasas de dosis					Idoneidad para la medición de la contaminación						
		Radiaciones principales y energías máximas (MeV)	Geiger-Müller de energía compensada	Geiger-Müller con ventana final	Cámara de ionización	Centelleador plástico	Geiger-Müller con ventana final	Centelleador de energía total β	Centelleador de energía alta β	Proporcional con Xe	Proporcional rellenable	Centelleador α	Centelleador NaI
Ba-133	10,7 a	γ 0,3	R	U	R	R	—	—	R	—	—	R	
Ba-140	12,7 d	β^- 1,0, γ 0,5	S	U	R	S	R	R	U	R	R	U	
La-140	1,7 d	β^- 1-2, γ 0,3-2,5	S	U	R	S	R	R	R	R	R	U	
Ce-139	137,7 d	γ 0,2	R	U	R	R	—	—	—	R	—	R	
Ce-141	32,5 d	β^- 0,5, γ 0,15	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	
Ce-144*	284,9 d	β^- 3, γ 1-2	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	
Sm-151	89,9 a	β^- 0,6	—	U	R	—	R	R	U	R	R	—	
Eu-152	13,3 a	β^- 0,7, γ 0,3-1,3	S	U	R	S	U	U	—	R	U	R	
Gd-153	242,0 d	X, γ 0,04-0,1	R	U	R	R	—	—	—	R	—	R	
Tb-160	72,3 d	β^- 0,5-1, γ 0,1-1,3	S	U	R	S	R	R	U	R	R	—	
Tm-170	128,6 d	β^- 1, X, γ 0,01-0,08	S	U	R	S	R	R	U	R	R	—	
Yb-169	32,0 d	X, γ 0,01-0,3	R	U	R	R	R	R	—	R	R	R	
T-185	75,1 d	β^- 0,4	—	R	R	—	R	R	—	R	R	—	
Ir-192	74,0 d	β^- 0,7, γ 0,5	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	
Au-198	2,7 d	β^- 1, γ 0,4	S	U	R	S	R	R	U	R	R	U	
Au-199	3,1 d	β^- 0,4, γ 0,2	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	
Hg-203	46,6 d	β^- 0,2, γ 0,3	S	U	R	S	R	R	—	R	R	—	
Tl-204	3,8 a	β^- 0,8	—	R	R	—	R	R	U	R	R	U	

CUADRO IV. DATOS SOBRE RADIONUCLEIDOS Y GUÍA DE DETECTORES APROPIADOS [12] (cont.)

Radio-nucleido	Vida media	Idoneidad para la medición de tasas de dosis				Idoneidad para la medición de la contaminación							
		Radiaciones principales y energías máximas (MeV)	Geiger-Müller de energía compensada	Geiger-Müller con ventana final	Cámara de ionización	Centelleador plástico	Geiger-Müller con ventana final	Centelleador de energía total β	Centelleador de energía alta β	Proporcional con Xe	Proporcional rellenable	Centelleador α	Centelleador NaI
Pb-210*	22,3 a	β^- 0,06, γ 0,05	S	U	R	S	—	—	—	U	—	—	U
Po-210	1384 d	α^c	—										
Ra-226*	$1,6 \times 10^3$ a	α , β 3, γ 0,2-2	S	U	R	S	R	R	R	R	U	U	—
Th-228*	1,9 a	α , β 2, γ 0,1-3	S	U	R	S	U	U	—	—	R	R	—
Th-232*	$1,41 \times 10^{10}$ a	α , β 2, γ 0,5-2	—	—	—	—	U	U	—	—	R	R	—
U-238*	$4,5 \times 10^9$ a	α , β 2, γ 0,1-2	S	U	R	S	U	U	—	—	R	R	—
Np-237*	$2,1 \times 10^6$ a	α , γ 0,03-0,4	S	U	R	S	U	U	—	—	R	R	—
Pu-238	87,7 a	α	U										
Pu-239	$2,4 \times 10^4$ a	α , X 0,01-0,02	S	U	S	S	U	—	—	—	R	R	U
Am-241	432,0 a	α , γ 0,06	R	U	R	R	—	—	—	—	R	R	U
Cm-244	18,1 a	α	U										
Cf-252*	2,6 a	α , n ^d , γ	R	U	R	R	U	U	—	—	R	R	—

Datos sobre los nucleidos. ^a Incluye las emisiones de los productos de desintegración que probablemente estén presentes y no figuran por separado en el cuadro. Se indica la desintegración hacia los descendientes.

^b Los instrumentos enumerados en este cuadro no distinguen entre fuente de fotones o energía, pero su respuesta puede depender de la energía de los fotones detectados. En los casos en que se indican rayos X y rayos γ , el rango de valores corresponde, por consiguiente, a rayos X y rayos γ .

^c No se indican energías en el caso de la radiación α ya que probablemente la energía de las partículas alfa detectadas esté sumamente reducida a causa del ambiente en el cual se realice la medición.

^d Se emiten neutrones de 2 MeV.

Idoneidad de los instrumentos. R= recomendado. S= recomendado cuando exista blindaje para los rayos X de baja energía o las emisiones beta de la fuente, bien por efecto del embalaje o porque el material se presente en forma de fuente encapsulada. U= utilizable a falta del equipo recomendado. P= requiere precauciones: los resultados dependen decisivamente del ajuste del instrumento. — = no apropiado. En la columna de tasa de dosis, una línea larga (——) indica ausencia de riesgo externo.

Apéndice IV

SINOPSIS DE MEDIDAS RECTORAS DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE DE TRANSPORTE QUE AFECTE A MATERIALES RADIATIVOS

IV.1. En la Fig. 6 [5] se presenta una sinopsis de las medidas básicas que un encargado de dirigir la respuesta de emergencia debería adoptar en caso de accidente de transporte que afecte a materiales radiactivos. Se proporciona orientación sobre cómo un encargado de esa función rectora puede abordar la evaluación de los riesgos radiológicos en el lugar del accidente, basándose en la información recibida de los que iniciaron la respuesta y del personal ya presente en el escenario del suceso, así como en la información obtenida a partir de las marcas y etiquetas de los bultos, los rótulos de los contenedores y el vehículo y los documentos de transporte.

IV.2. La clave para el éxito de este método rector de medidas de emergencia está en recurrir a un “asesor radiológico”. El puesto de asesor radiológico debe de ser desempeñado por el miembro del grupo (o grupos) más experimentado entre los profesionales de radiología enviados al lugar de la emergencia para evaluar los riesgos radiológicos, proporcionar protección radiológica al primer personal de respuesta y hacer recomendaciones sobre el terreno acerca de medidas protectoras a quien dirija las actividades. Los posibles iniciadores de la respuesta y los encargados de dirigir las labores de emergencia deberían estar informados de los puntos de contacto y números de teléfono necesarios para localizar a un asesor radiológico y gestionar su presencia en el lugar del accidente.

IV.3. El asesor radiológico puede trabajar independientemente o formar parte de un grupo de expertos cualificados. La persona en cuestión debería ser responsable sobre el terreno de los exámenes radiológicos, la evaluación y control de la contaminación, el apoyo de protección radiológica a los trabajadores que combatan la emergencia, y la formulación de recomendaciones sobre medidas protectoras. Asimismo, el asesor debería iniciar y, en algunos casos llevar a cabo, las operaciones de recuperación, limpieza y descontaminación. Esa persona debería también ser responsable de establecer o aprobar una zona de acceso limitado y una zona interior acordonada (véase el párr. 5.39 y la Fig. 1), de estimar y registrar la dosis recibida por los trabajadores de emergencia y/o el público, de requerir recursos adicionales de evaluación radiológica, según sea necesario, y de aportar la

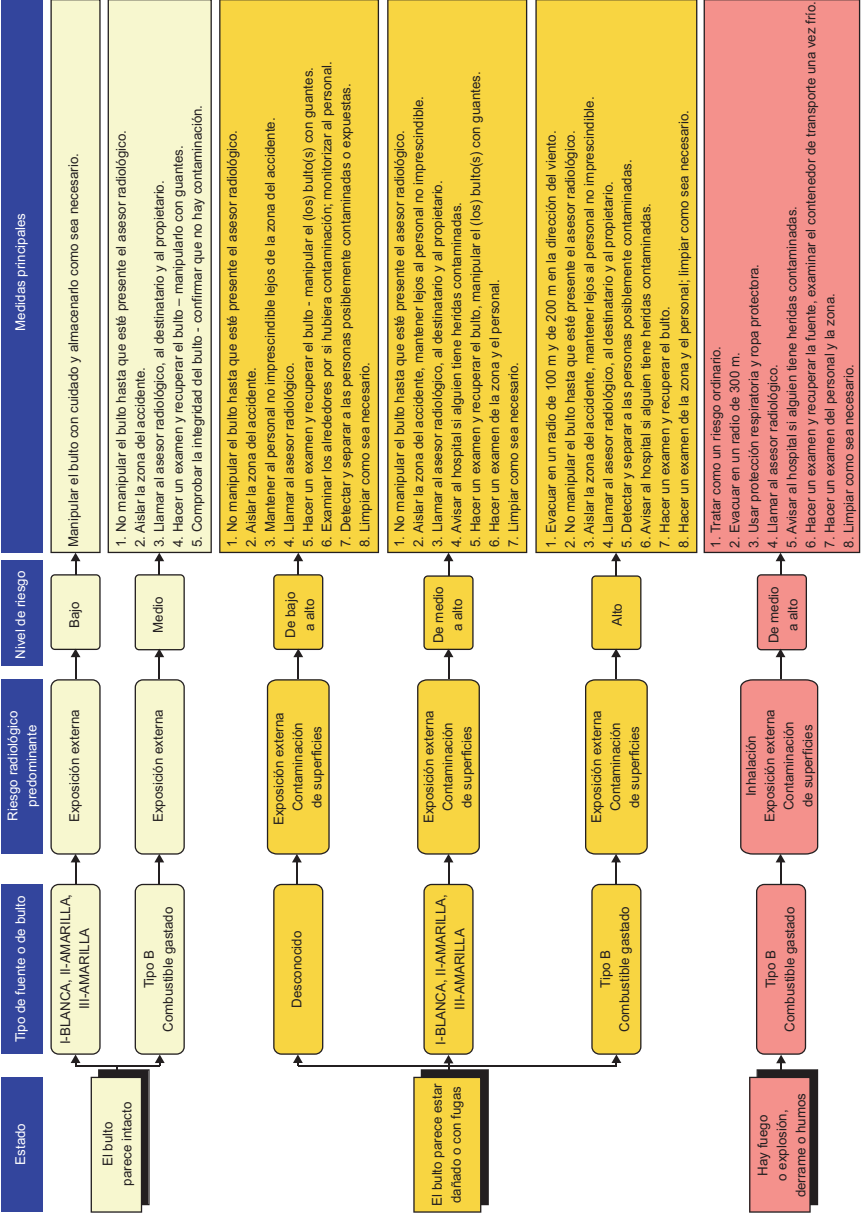


FIG. 6. Sinopsis de las medidas rectoras básicas de emergencia en los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos [5].

competencia técnica en sanidad radiofísica necesaria para realizar tareas especializadas de evaluación de dosis y de riesgos.

IV.4. La sinopsis guía al director de las medidas de emergencia desde la etapa de evaluación del estado del bulto (o bultos), a la de estructuración de la labor rectora sobre la base de la evaluación del tipo de bulto o de fuente, la definición del riesgo radiológico dominante y el nivel de riesgo, hasta la de ejecución de las acciones primordiales (principales). Esta sinopsis es una guía de alto nivel. La persona que dirija las actividades de emergencia debería basarse en los conocimientos y criterios propios y de otros expertos a la hora de emprender medidas para conducir adecuadamente la respuesta en el lugar del accidente.

IV.5. En cambio, la sinopsis no aborda las medidas que deberían tomarse en el caso de los materiales radiactivos que tengan otras características peligrosas (por ejemplo el UF_6), ni tampoco las aplicables a los bultos exceptuados. Para los riesgos que no sean de naturaleza radiactiva se recomienda consultar las guías apropiadas de respuesta a emergencias (véase, por ejemplo, el anexo II). En cuanto a los bultos exceptuados, el riesgo derivado de su contenido de material radiactivo es escaso, incluso si el embalaje ha sido dañado, ya que las cantidades permitidas y los niveles de radiación resultantes son francamente bajos (véase, por ejemplo, el apéndice I).

Apéndice V

EJEMPLOS DE MEDIDAS DE RESPUESTA A ACCIDENTES DE TRANSPORTE

V.1. En este apéndice se exponen y discuten brevemente cuatro accidentes de transporte en que están presentes remesas de material radiactivo y se reseñan las medidas típicas de respuesta a la emergencia. Los tres primeros casos son sucesos que han ocurrido realmente. Ninguno de ellos supuso un riesgo radiológico grave, pero se presentan para ilustrar la aplicación de los planes de respuesta.

V.2. El cuarto accidente se refiere a una situación hipotética en la que es afectado un material radiactivo que presenta otras características peligrosas. Probablemente no implicaría un riesgo radiológico importante. Se presenta para ilustrar cómo podrían aplicarse los planes de respuesta.

RESPUESTA DE EMERGENCIA A UN ACCIDENTE DE TRANSPORTE POR CARRETERA QUE AFECTA A BULTOS INDUSTRIALES QUE CONTIENEN CONCENTRADOS DE URANIO NATURAL BAE-I

Antecedentes

V.3. El concentrado de uranio natural (torta amarilla) se clasifica como material BAE-I. Normalmente se transporta en bultos industriales, siendo los más comunes los bidones de 200 L. No se exige que estos bultos estén diseñados para soportar condiciones de accidente. Una remesa típica de torta amarilla puede consistir en un vehículo de carretera (tractor-remolque, camión) cargado con 50 bidones de concentrado. La cantidad de uranio transportado es aproximadamente de 20 000 kg. A continuación se resumen los procedimientos seguidos en un accidente que afectó a torta amarilla. El resumen se basa en un suceso real que ocurrió en 1979 [22].

V.4. Un tractor-remolque cargado de torta amarilla volcó en una carretera situada en una zona escasamente poblada del sureste de Colorado (Estados Unidos). El concentrado había sido embalado, cargado y expedido cumpliendo plenamente todas las disposiciones reglamentarias pertinentes.

V.5. A causa del vuelco del camión, 32 de los 50 bidones salieron despedidos por encima del remolque y fueron a parar al arcén de la carretera. Las tapas de los bidones estaban fijadas a éstos con cierres de anillo de acero empernados. En el accidente, 17 de los 32 bidones despedidos perdieron su tapa. Además, 12 de los 18 bidones que permanecieron en el remolque perdieron igualmente las tapas.

V.6. Aproximadamente 6 000 kg de concentrado se derramaron de los bidones abiertos; 2 500 kg quedaron en el remolque volcado y 3 500 kg se esparcieron en un área de 250-300 m² fuera del mismo. El conductor y su ayudante resultaron heridos y atrapados en la cabina.

Respuesta a la emergencia

Fase 1: Fase inicial

V.7. Agentes de policía, primeros en llegar al lugar del accidente, sacaron a los heridos del vehículo siniestrado y los enviaron al hospital más cercano, donde fueron descontaminados y tratados de sus cortes y fracturas. Tanto el conductor como su ayudante fueron examinados en el hospital en busca de contaminación interna, pero no se halló nada.

V.8. Los documentos de transporte del camión iban acompañados de detalladas instrucciones escritas para caso de emergencia (véase el apéndice III), preparadas por el remitente de la torta amarilla. En estas instrucciones se pedía a los que primero llegaran al lugar del accidente, en este caso los agentes de policía, que avisaran a la oficina del remitente y cubrieran el material derramado con lonas impermeabilizadas o capas de plástico grueso para evitar la dispersión en el aire.

V.9. La policía, después de evacuar a los tripulantes, siguió las instrucciones del remitente y dio aviso al Departamento de Salud de Colorado (la autoridad local competente). Asimismo desvió el tráfico en torno al lugar del accidente.

Fase 2: Fase de control del accidente

V.10. Un equipo de monitorización radiológica llegó al lugar aproximadamente 12 horas después del suceso e hizo un examen de la zona. El remitente envió un grupo por vía aérea con algún equipo, que llegó al lugar transcurridas 14 horas, seguido por un camión con equipo adicional más pesado.

V.11. El grupo enviado por el remitente constató que el derrame era mayor de lo que se había creído por el informe inicial y que los recursos humanos y materiales disponibles en el sitio era, en consecuencia, insuficiente. Sin embargo, dado que el riesgo de que el material se dispersara por el entorno era bajo, se disponía de tiempo suficiente que se empleó para planificar la limpieza.

V.12. El Departamento de Salud de Colorado estableció los requisitos relativos a las operaciones de limpieza, que incluyeron el de que las operaciones habrían de continuar hasta que se alcanzaran los niveles de fondo natural.

Fase 3: Fase posterior a la emergencia

V.13. La torta amarilla se cargó inicialmente en bidones nuevos con palas manuales, dentro de una cabina portátil que cubría aproximadamente 10 m² del área de derrame. La cabina portátil se construyó con madera de obra y láminas de plástico. El área de derrame fuera del refugio permaneció cubierta. Se realizaron exámenes en busca de contaminación así como una monitorización continua del aire y se construyeron un dique y una barrera contra el viento alrededor del derrame para impedir la dispersión de torta amarilla. Los trabajos avanzaban lentamente. Cinco días después del accidente se habían llenado cinco bidones de detritos y torta amarilla y 11 de los 50 bidones del envío se habían recuperado. Se llevó entonces al lugar un equipo de ventilación y limpieza por aspiración para acelerar la labor. Se montó una barrera contra la nieve, revestida de láminas de plástico, para reducir la velocidad del viento en la zona de trabajo y se instaló el equipo de ventilación y limpieza por aspiración. Dos días más tarde se vio que el tiempo en calma y una ligera neblina permitirían que los trabajos prosiguieran fuera de la cabina portátil. Los 32 bidones salidos del remolque se recuperaron por completo nueve días después del accidente y la totalidad de los 50 bidones, el décimo día. Se dedicaron tres días más a finalizar la descontaminación del camión, el área de derrame y el equipo usado en la operación. Exámenes finales indicaron que aún permanecían varias áreas contaminadas, las cuales se descontaminaron luego más a fondo retirando la tierra. El Departamento de Autopistas de Colorado reemplazó la capa superior del suelo y la recubrió de hierba de nuevo. Después de todas las operaciones, se determinó que la exposición media en la zona se ajustaba a los límites fijados por la autoridad competente, la cual entonces, 13 días después del accidente, dio su visto bueno para el uso irrestricto de toda la zona. Todo el equipo fue descontaminado hasta los valores estándar establecidos por la autoridad competente nacional para su posterior utilización sin restricciones.

Seguridad radiológica

V.14. Un grupo de seguridad radiológica enviado por el remitente dirigió los programas en esa materia durante las operaciones de limpieza. Estableció una zona acordonada que incluía el área total en que podía detectarse torta amarilla. Esta zona acordonada fue marcada con cuerdas y señales apropiadas que indicaban la dispersión potencial del concentrado. Se recogieron muestras de aire de tres tipos: 1) muestras en el área cercada, 2) muestras en el área abierta tomadas en la zona de acceso limitado y 3) muestras en la periferia tomadas cerca del límite de la zona acordonada. Los primeros dos tipos de muestras se usaron para evaluar la exposición del personal, mientras que las muestras periféricas sirvieron para evaluar la dispersión más allá de la zona acordonada. Las muestras utilizadas para evaluar la exposición del personal se tomaron a la altura de respiración. Los datos de las muestras de aire se utilizaron para evaluar la exposición y se adoptaron unos factores de protección prudentes para tener en cuenta la eficacia de las máscaras de respiración de los trabajadores. Se aplicó un factor 10 para las mascarillas de media cara y un factor 50 para las máscaras completas. Además de las muestras de aire ambiental, se tomaron muestras del suelo y la vegetación de la zona afectada.

V.15. El programa de descontaminación incluyó exámenes radiológicos del terreno, del personal y de todo el equipo o los útiles que podían haber sido contaminados. Cada persona que salía de la zona acordonada era controlada. Este examen incluía mediciones de frotis nasales, zonas faciales y parte interior de las máscaras. Se utilizaron duchas en el emplazamiento para garantizar la descontaminación del personal. Todo el personal fue examinado para comprobar que no salía del emplazamiento con cantidades detectables de uranio. Todo el equipo utilizado en la operación fue examinado y descontaminado hasta satisfacer las normas establecidas por la autoridad competente nacional, como requisito previo a su transporte o a la aprobación de su uso no restringido. Todos los automóviles y las habitaciones de hotel utilizados por el personal de limpieza fueron también examinados, comprobándose que estaban libres de contaminación detectable. Las dosis de radiación externa al personal que intervino en la limpieza se midieron utilizando dosímetros termoluminiscentes.

V.16. Se tomaron muestras de orina de 29 personas que se sabía habían sido afectadas por el accidente o estado próximas al lugar en las primeras fases. Entre estas personas estaban los tripulantes del camión, personal de rescate y de las fuerzas públicas y algunos miembros del público. Además, se obtuvieron

muestras de 17 miembros del personal del remitente que intervino en los trabajos de limpieza.

Discusión

V.17. En este caso el número de identificación de las Naciones Unidas correspondiente a la remesa era el 2912. Para una remesa así el personal de respuesta a la emergencia debería remitirse a la guía de respuesta apropiada (por ejemplo la N° 162 de las Guías de Respuesta a Emergencias en Norteamérica, versión del año 2000 [23], véase el anexo II). Estas guías son, sin embargo, muy generales ya que no tratan de un material concreto. En esta ocasión el remitente proporcionó un detallado conjunto de instrucciones que se debían seguir en caso de accidente (véase el anexo I). La policía local, actuando con arreglo a esas instrucciones, cubrió el área del derrame y así evitó la dispersión de la contaminación y facilitó el trabajo de limpieza. La rápida reacción de las fuerzas de policía local podría ser atribuida, hasta cierto punto, al hecho de que algunos de los agentes habían seguido un curso de adiestramiento para responder a emergencias relacionadas con materiales radiactivos.

RESPUESTA DE EMERGENCIA A UN ACCIDENTE DE TRANSPORTE POR CARRETERA EN EL QUE SON AFECTADOS BULTOS EXCEPTUADOS Y DEL TIPO A CON RADIOFÁRMACOS

Antecedentes

V.18. En Misisipí (Estados Unidos), tuvo lugar un accidente en el que se vieron envueltos un remolque caravana tirado por un camión-furgoneta (vehículo tipo “estate”), que transportaba una remesa de radiofármacos. A continuación se resume la respuesta ante el accidente. El resumen se basa en la Ref. [24].

V.19. El vehículo afectado por el accidente transportaba 82 bultos del Tipo A y exceptuados, con origen en cinco remitentes distintos para ser entregados a muchos institutos médicos. En el cuadro V figura una lista de los bultos.

V.20. En el momento del accidente el vehículo transitaba por una carretera de cuatro carriles, dividida por una mediana, a una velocidad de 80-90 km/h; el remolque fue golpeado en la parte trasera izquierda por un turismo que estaba adelantando. A causa del impacto el remolque se desenganchó del vehículo

remolcador y quedó destrozado bajo el turismo a unos 70 m detrás de dicho vehículo. Toda la carga salió despedida y se dispersó a ambos lados de la carretera en una distancia de unos 200 m. El escenario del accidente se muestra en la Fig. 7.

V.21. Resultaron dañados 30 bultos hasta el punto de que su embalaje exterior fue destruido. En dos de los 30 bultos, uno que contenía galio-67 y el otro yodo-131, con actividades de 200 MBq y 40 MBq, respectivamente, los viales llenos de materiales radiactivos salieron expulsados de su blindaje y se rompieron.

CUADRO V. CONTENIDO DE LOS BULTOS AFECTADOS EN EL ACCIDENTE DE TRANSPORTE POR CARRETERA DE MISISIPÍ (ESTADOS UNIDOS)

Número de bultos	Tipo de bulto	Radio-nucleido	Actividad (Bq)	Índice de transporte (IT)	Forma física	Observaciones
2	Exceptuado	H-3	$1,8 \times 10^7$		Líquido	
2	Tipo A	F-32	$3,7 \times 10^8$	0,2	Líquido	
10	Tipo A	Ga-67	$2,3 \times 10^{10}$	6,9	Líquido	
28	Tipo A	Mo-99	$1,9 \times 10^{12}$	82,6	Sólido	Generadores de Tc
5	Tipo A	Mo-99	$3,7 \times 10^9$		Sólido	Generadores de Tc empobrecido
1	Exceptuado	I-125	$2,2 \times 10^6$		Líquido	
17	Tipo A y exceptuado	I-131	$1,8 \times 10^{10}$	6,5	Líquido y sólido	
12	Tipo A y exceptuado	Xe-133	1×10^{11}	0,8	Gas	
1	Exceptuado	Cs-137	$1,1 \times 10^6$		Líquido	
4	Tipo A y exceptuado	Tl-201	$1,4 \times 10^9$	0,1	Líquido y sólido	
Total = 82			Total = 2×10^{12}	Total = 97		

Nota: El IT total excede del valor máximo de 50 indicado en el Reglamento de Transporte [3]. Sin embargo el transportista tenía un permiso especial de la autoridad competente para ese transporte con un IT superior a 50.

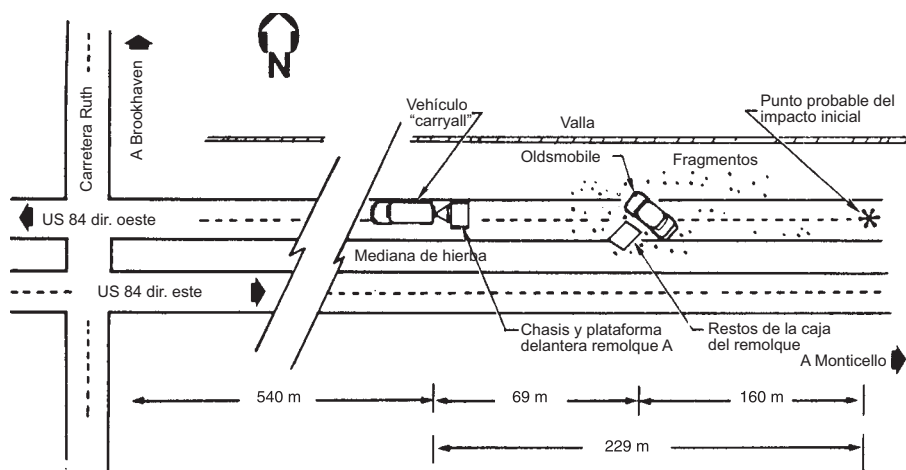


FIG. 7. Esquema del accidente de Misisipí [24].

Respuesta a la emergencia

Fase 1: Fase inicial

V.22. Poco después del accidente el conductor auxiliar, actuando con arreglo a los procedimientos de emergencia aplicables, contactó con la policía local y la Emergency Management Agency (Agencia de Gestión de Emergencias) de Misisipí. En 15 minutos varias unidades de policía se presentaron en el lugar del accidente, seguidas por el departamento de bomberos local. Los bomberos aportaron ropas protectoras y aparatos de respiración. Un representante del departamento de protección civil local llegó al lugar del accidente provisto de un monitor de radiación, y un examen superficial confirmó la existencia de elevados niveles de radiación en la zona. La policía la acordonó y esperó la llegada de asistencia radiológica.

Fase 2: Fase de control del accidente

V.23. Conforme a los procedimientos preestablecidos, la agencia de gestión de emergencias notificó debidamente a la Division of Radiological Health (DRH) (División de Sanidad Radiológica) de Misisipí que había ocurrido un accidente que afectaba a materiales radiactivos. La división contrató a cuatro profesionales, que salieron de su sede a los 45 minutos y llegaron al lugar del accidente dos horas después de que ocurriera.

V.24. Cuando el personal de la DRH llegó, la zona ya había sido acordonada por la patrulla de autopistas del Estado. Dicho personal hizo un breve examen del lugar, preparó un inventario de las fuentes afectadas por el accidente a partir de los conocimientos de carga (cartas de porte) de los remitentes y llevó a cabo un exhaustivo examen de la zona con un instrumento adecuado. También fueron examinados los vehículos de emergencia presentes en la zona, los agentes de la patrulla de autopistas y de protección civil, los restos del remolque y el automóvil dañado. No se encontró actividad en ninguno de los elementos mencionados y el examen de la zona indicaba que no había riesgo para la salud pública. El jefe del grupo decidió entonces que realizara la limpieza personal proporcionado por el transportista y el remitente.

Fase 3: Fase posterior al accidente

V.25. Aproximadamente 8-10 horas después de que ocurriera, llegaron al lugar del accidente representantes del transportista y de los remitentes iniciales. Trabajando bajo la orientación del equipo de la DRH, emprendieron la tarea de limpieza de restos. Los pequeños fragmentos y el material de embalaje fueron introducidos en bolsas de plástico y luego en cajas de cartón y colocados al lado de la carretera. Los bultos dañados y no dañados también fueron introducidos en cajas de cartón y colocados al lado de la carretera.

V.26. En el sitio donde se encontró la fuente rota de yodo-131 se retiraron aproximadamente 0,08 m³ de la capa superior del suelo y se introdujeron en tres o cuatro cajas que se colocaron al lado de la carretera. Tras la recogida de esos residuos, un contratista local retiró del lugar del accidente los restos del remolque y el coche dañado. Los residuos y la capa de suelo contaminado se cargaron en un camión. A continuación se realizó un examen exhaustivo y sistemático de la zona. Se midieron niveles de radiación de fondo de 8-12 µR/h. Dieciséis horas después de que el accidente ocurriera, y tras un lavado exhaustivo, la autopista fue reabierta al uso público.

Discusión

V.27. La respuesta a este accidente puede servir de modelo para abordar adecuadamente este tipo de sucesos. Cada uno de los grupos que intervinieron en las acciones de respuesta reaccionó rápidamente y conocía bien su papel. El transportista dio instrucciones apropiadas a sus empleados quienes, a su vez, reaccionaron en consecuencia. La policía, la brigada de bomberos y la agencia de gestión de emergencias realizaron sus funciones como estaba previsto. La DRH estaba preparada, con los recursos humanos y equipos adecuados a

mano, y llegó sin retraso. Esta agencia lideró asimismo las operaciones durante todo el proceso.

V.28. Un problema que puede surgir en un accidente de este tipo es la posible falta de información relativa a la composición exacta de la remesa. Por lo general un transportista hace varias entregas y recogidas en un recorrido determinado. En consecuencia, el conocimiento de carga inicial completo no representará exactamente el contenido tras la primera entrega. Por lo tanto, tal vez el grupo de respuesta considere la posibilidad de reconstruir el inventario, como hizo en este caso la DRH.

RESPUESTA DE EMERGENCIA A UN ACCIDENTE AÉREO QUE AFECTA A BULTOS EXCEPTUADOS Y DEL TIPO A DE MATERIALES RADIATIVOS

V.29. Millones de bultos que contienen materiales radiactivos son transportados por vía aérea cada año. La mayor parte de las remesas son bultos exceptuados y del Tipo A y pueden contener una variedad de artículos, desde detectores de humo hasta radiofármacos, y su rango de actividad abarca varios órdenes de magnitud. Los accidentes aéreos se caracterizan por grandes desaceleraciones y van frecuentemente seguidos de incendios. Se describe a continuación el accidente de una aeronave en el que resultaron afectados algunos materiales radiactivos, junto con las medidas de respuesta. La descripción se basa en la Ref. [25].

V.30. En 1979 un avión de pasajeros Douglas DC 8 falló en su frenada al final de la pista cuando aterrizó en el aeropuerto de Atenas y se precipitó contra una vía pública que transcurría paralela a la valla del aeropuerto a 5 m por debajo de la pista. A causa de la colisión la aeronave se incendió. Transportaba 40 bultos con materiales radiactivos como parte de su carga. En el cuadro VI se presenta una lista de los bultos y sus contenidos.

Respuesta a la emergencia

Fase 1: Fase inicial

V.31. Los grupos de emergencia del aeropuerto fueron los primeros en llegar al lugar del accidente y tuvieron que ocuparse de salvar vidas y extinguir el incendio. Durante cinco horas, las autoridades del aeropuerto no tuvieron conocimiento de que materiales radiactivos formaban parte de la carga del

CUADRO VI. CONTENIDO DE LOS BULTOS AFECTADOS EN EL ACCIDENTE DE TRANSPORTE AÉREO EN ATENAS (GRECIA)

Número de bultos	Tipo de bulto ^a	Categoría	IT	Radioisótopo	Actividad (Bq)	Observaciones
3	A	III-AMARILLA	2,2	Pu-238	$1,1 \times 10^{10}$	100 fuentes en forma especial
				Na-22	$7,5 \times 10^7$	Soluciones para inyección
				Pm-147	$3,7 \times 10^8$	
				I-125	$2,3 \times 10^6$	Compuestos y botiquines
				H-3	$1,4 \times 10^9$	RIA ^b
				C-14	$3,7 \times 10^6$	etiquetados
26	A	I-BLANCA	0	I-125	$3,7 \times 10^8$	Compuestos y botiquines
				H-3	$1,2 \times 10^9$	RIA
				C-14	$6,6 \times 10^6$	etiquetados
11	Exceptuado		0	I-125	$8,0 \times 10^6$	Compuestos y botiquines
				H-3	$1,2 \times 10^7$	RIA etiquetados
				C-14	$7,0 \times 10^4$	Patrón de recuento

^a Todos los bultos del Tipo A consistían en cajas de cartón, cada una de las cuales contenía una o más latas metálicas selladas. El material radiactivo estaba en viales de vidrio o cajas metálicas dentro de las latas selladas.

^b RIA: radioinmunoanálisis.

vuelo. Cuando fueron informadas de este hecho avisaron al centro de investigación nuclear local, lo cual estaba en conformidad con su plan de emergencias.

V.32. El grupo de emergencia radiológica llegó al lugar del accidente una hora más tarde. En ese momento el fuego no estaba completamente extinguido, por lo que el grupo sólo pudo hacer un examen del área exterior. Sus miembros localizaron la parte donde habían sido estibados los bultos que contenían los radioisótopos pero no detectaron contaminación externa. Mientras esperaban a que el fuego fuera completamente extinguido, realizaron un examen de contaminación en cada miembro del personal de rescate (policía, bomberos y servicio médico, utilizando instrumentos portátiles.

V.33. El grupo de emergencia no dispuso de información detallada sobre los radioisótopos a bordo al menos hasta 12 horas después del accidente. Así, inicialmente, la información sobre los riesgos potenciales se obtuvo únicamente mediante las mediciones efectuadas en la zona.

Fase 2: Fase de control del accidente

V.34. Tan pronto como se permitió el acceso al avión, el equipo radiológico, adecuadamente vestido, entró en el compartimiento de carga y comenzó el examen para localizar y reunir los bultos con material radiactivo. Se vio que la mayoría de la carga había ardiendo. La mayor parte de las vasijas habían reventado en diversos grados y la mayoría de los viales de vidrio estaban rotos o sin sus tapones de goma. Casi todo el blindaje de plomo se había derretido y había quedado atrapado en las vasijas metálicas.

V.35. Tras recoger unos 5 m³ de desechos contaminados en bidones metálicos, se realizó un examen detallado de la radiación dentro y fuera del avión. Las tasas de exposición dentro del compartimiento de carga eran inferiores a 0,01 mSv/h y se comprobó que se debían a contaminación por sodio-22. No se encontró contaminación detectable fuera del compartimiento de carga. Cuenta habida de esas mediciones, el grupo radiológico autorizó la retirada de los restos de la aeronave.

Fase 3: Fase posterior al accidente

V.36. Los bidones que contenían los restos radiactivos fueron enviados a un centro de investigación nuclear para su análisis y disposición bajo tierra. En el laboratorio se procuró especialmente localizar las 100 fuentes de plutonio-238 entre los restos. Tras una larga búsqueda se encontraron 92, pero ocho habían desaparecido. Las pruebas llevadas a cabo en estas fuentes revelaron que un gran número había sufrido grandes daños, y en algunas de ellas se detectaron pequeñas cantidades de contaminación alfa transferible.

Discusión

V.37. Son varios los aspectos que caracterizan un accidente aéreo. En comparación con un accidente de camión o ferrocarril, la probabilidad de incendio es más alta y las desaceleraciones conexas son mucho mayores. El número de personas afectadas por tales siniestros, especialmente si se trata de un avión de pasajeros, puede ser importante. Las operaciones de rescate y de extinción de incendios, que tienen prioridad sobre cualquier otra acción,

pueden sobrecargar todos los recursos disponibles durante un largo período. Además, debería tenerse en cuenta que tal vez no se disponga de información relativa a la naturaleza de la carga en las primeras fases de la operación de respuesta.

V.38. Las disposiciones de la Organización de Aviación Civil Internacional [26] prescriben que se entregue al comandante de la aeronave un documento con información detallada sobre cualquier carga peligrosa que sea transportada. En este documento figuran, además de la información que se proporciona en la documentación de transporte, las ubicaciones exactas de la carga. Desgraciadamente, tal documento no siempre está disponible tras un accidente. En el incidente descrito las autoridades del aeropuerto tardaron cinco horas en saber que había material radiactivo afectado y tardaron otro día en obtener la lista exacta de los bultos.

V.39. En vista de las limitaciones mencionadas, es muy importante la existencia de un plan de respuesta preparado de antemano. Solamente un grupo bien equipado y adiestrado puede abordar una situación de la que, inicialmente, tal vez se sepa poco. Hay otros dos puntos que conviene considerar. En el accidente de Atenas el impacto fue a poca velocidad. En muchos accidentes de aviación, en que las velocidades de impacto son normalmente mucho más elevadas, las zonas que monitorizan podrían ser mucho mayores. El plan de respuesta debería prever tal posibilidad a la hora de asignar recursos humanos y equipos. Otro punto que debería tenerse en cuenta es que, debido a las grandes fuerzas y temperaturas que pueden originarse en un accidente de aviación, algunos de los artículos acarreados pueden presentar características diferentes de las que tenían antes del siniestro. Un ejemplo muy importante es una fuente sellada que pierda su integridad. Debería recordarse que es posible que una fuente sellada, que satisfaga todas las pruebas descritas en la Norma 2919 de la ISO [27], no resista las condiciones de impacto violento, aplastamiento e incendio que tal vez se produzcan en un accidente grave de aviación.

RESPUESTA DE EMERGENCIA A UN ACCIDENTE HIPOTÉTICO QUE AFECTA A BULTOS QUE CONTIENEN UF₆

Antecedentes

V.40. Al preparar planes de respuesta a accidentes puede ser útil considerar siniestros totalmente hipotéticos que tengan una probabilidad de ocurrir muy

baja y, por consiguiente, no se tengan en cuenta en las bases de diseño de los bultos. En esta sección se esboza brevemente la respuesta de emergencia que cabe contemplar en tal accidente hipotético.

V.41. El hexafluoruro de uranio se transporta en estado sólido y puede ser acarreado en bultos del Tipo H(M) y del Tipo H(U). En este ejemplo se supone que 1) se utiliza un bulto del Tipo H(M) que no cumple los requisitos de diseño térmico y 2) este bulto del Tipo H(M) es un US48Y (conocido en Francia como DV08), capaz de transportar hasta 12 500 kg de UF_6 . Por las características del UF_6 , y la manera como se carga en el embalaje, la integridad de dicho bulto es en general considerablemente superior a la requerida para un bulto industrial normal, ya que se trata de una vasija presurizada.

V.42. En el caso de que un bulto US48Y de UF_6 sea afectado por un incendio de larga duración y alta intensidad, existen varios mecanismos por los que el contenedor puede romperse y su contenido escapar a la atmósfera. A efectos demostrativos, se describe el escenario que conduce a las peores consecuencias y se sugiere una respuesta al mismo.

Escenario del accidente hipotético

V.43. Se supone que un bulto del Tipo H(M) cargado con 12 500 kg de UF_6 natural es afectado por un gran incendio y se rompe.

V.44. Se supone que la temperatura del UF_6 ha alcanzado 120°C, temperatura a la cual ya está licuado, presentando una presión de vapor de 0,675 MPa (6,75 kgf/cm²). Una vez que el bulto se rompe, es de prever que el UF_6 escape en forma gaseosa. En este conjunto de condiciones, aproximadamente el 65% del contenido (8 000 kg) escapará en un período aproximado de una hora. Estos fenómenos de fuga han sido confirmados por varios autores [28-33].

V.45. Según este escenario, los gases que escapan van a tener una altura efectiva de fuga relativamente baja. Si el escape ocurriera simultáneamente con el incendio, la altura de fuga sería mayor, seguida de una dispersión y dilución más amplia.

V.46. El UF_6 reacciona al escapar con la humedad de la atmósfera, produciendo UO_2F_2 y HF. La cantidad de agua necesaria para hidrolizar 8 000 kg de UF_6 es 800 kg (esta cantidad de agua representa el contenido de unos 50 000 m³ de aire a 25°C y 50% de humedad relativa). Por tanto, es obvio que, conforme la nube de UF_6 se expande y desplaza en la dirección del viento,

esta reacción va a ocurrir hasta que alcance a todo el UF_6 . El UO_2F_2 es una sustancia tóxica y el HF una sustancia corrosiva. El riesgo que supone la respiración de UF_6 no hidrolizado es ligeramente mayor que el inherente a la respiración de UO_2F_2 y HF combinados.

V.47. Asimismo, desde el punto de vista de la contaminación, debería considerarse que el HF gaseoso no se deposita en el suelo; la contaminación superficial sólo puede ser causada por partículas de UO_2F_2 . El HF hidratado, que tiende a sedimentarse lentamente, puede tener efectos corrosivos, pero no representa un riesgo significativo para la salud. El UF_6 no hidrolizado puede sedimentarse, especialmente cerca de la fuente, y reaccionar con la humedad.

V.48. Por lo tanto los peligros principales son los inherentes a la respiración y la contaminación, y generalmente están determinados por riesgos químicos más que radiológicos. Una fuga de 8 000 kg de UF_6 al final de un incendio, en condiciones meteorológicas estables y con un viento leve (del orden de 2 m/s), puede causar envenenamiento grave (principalmente por HF) en una distancia de 1-2 km en la dirección del viento a las personas que estén dentro de la nube durante su paso. Sin embargo, es muy improbable que esas personas, irritadas por los humos de HF, permanezcan voluntariamente en la nube durante el tiempo suficiente para que se produzca el envenenamiento. Por consiguiente, las personas en riesgo son las que están cerca del punto de fuga, donde las concentraciones son muy altas, o las que por algún impedimento tengan forzosamente que permanecer en la nube sin dispositivos de respiración protectores.

V.49. A medida que la nube se mueve con el viento, el UO_2F_2 sólido empezará a sedimentarse y depositarse sobre el suelo, produciendo contaminación [34, 35]. La contaminación del suelo no es un problema inmediato que deba abordarse en el transcurso del accidente. Sus efectos son los derivados de una exposición prolongada a radiación de bajo nivel y la posible resuspensión, con la consiguiente inhalación del material radiactivo si no se toman medidas apropiadas para controlar la dispersión de la contaminación. Las zonas que podrían requerir descontaminación quizá se extiendan varios kilómetros. La descontaminación de superficies sólidas y llanas es bastante fácil, pero la limpieza de suelos contaminados con un compuesto de uranio soluble implica un serio problema. El uso de agua para evitar la resuspensión no es recomendable, ya que las soluciones que se formarían podrían penetrar en el terreno, lo que haría necesario retirar cantidades de tierra mucho mayores. Si es posible, debería usarse una solución de cal para “fijar” la contaminación.

Respuesta a la emergencia

Fase 1: Fase inicial

V.50. Se recomiendan medidas inmediatas de emergencia relativas al escape de UF_6 en guías tales como la que se reproduce en parte en el apéndice III. En este caso el material transportado es identificado con el número 2978 de Naciones Unidas y el responsable de la respuesta se remitirá a la Guía 166 NAERG2000, por ejemplo (véase el anexo II) [23].

V.51. Conviene considerar con más detalle algunos de los puntos de esas instrucciones.

- a) No debería permitirse que el agua entre en contacto con el UF_6 . La reacción del UF_6 con agua es exotérmica y por tanto favorece la fuga. Una niebla de agua, o telón de agua, es muy eficaz si se utiliza, a cierta distancia en la dirección del viento, para reducir la concentración del HF y del UO_2F_2 en la nube y minimizar el área que finalmente requiera descontaminación.
- b) Todos los grupos de respuesta a la emergencia deberían utilizar aparatos de respiración de presión positiva cerca del lugar del accidente. Las máscaras de respiración normales no proporcionan ninguna protección ante el UF_6 y muy poca ante el HF. En cambio, sí proporcionan protección adecuada ante el UO_2F_2 y por tanto pueden ser utilizadas durante el proceso de descontaminación.
- c) La población en el sector de la dirección del viento debería ser alertada, y, si la fuga es de magnitud significativa, debería considerarse su evacuación.
- d) Una vez que finalice la emergencia, debería ser monitorizado para controlar la contaminación externa e interna todo el personal de rescate que intervenga en el accidente. Los equipos y útiles de seguridad deberían ser limpiados antes de que vuelvan a su uso irrestricto.

Fase 2: Fase de control del accidente

V.52. En la fase de control del accidente, un grupo de vigilancia permanece en el lugar del mismo. Este grupo debería estar provisto de instrumentos adecuados para medir la contaminación por uranio. Los instrumentos recomendados son monitores alfa (normalmente basados en contadores proporcionales gaseosos) o contadores de centelleo capaces de medir la débil radiación gamma del uranio. Se deberían instalar en lugares apropiados

dispositivos de muestreo del aire para medir los aerosoles de uranio en suspensión.

V.53. Utilizando estos instrumentos, el grupo de monitorización debería ser capaz de elaborar un mapa en el que se demarquen las zonas de acceso limitado y las acordonadas, además de recomendar qué localidades deberían ser evacuadas, en su caso, y dónde son más urgentes las medidas de descontaminación.

V.54. En la mayoría de los casos el grupo de monitorización debería encargarse del control radiológico de todas las personas que intervengan en la operación.

Fase 3: Fase posterior al accidente

V.55. La fase posterior al accidente es la etapa de limpieza. En comparación con las dos fases anteriores no puede superarse rápidamente. Antes de pasar a esta etapa, debería realizarse una preparación y planificación exhaustiva. Los factores que se han de considerar son:

- ¿Cuál es el grado de contaminación?
- ¿Cuál es la importancia relativa de las zonas contaminadas?
- ¿Es posible que prosiga la dispersión de los contaminantes?
- ¿Hasta qué grado debería realizarse la descontaminación?

V.56. Es muy importante contar con una persona o un organismo responsable de las actividades. Durante esta fase también debería estar presente un grupo (o grupos de monitorización) encargado de informar sobre resultados y de monitorizar al personal. Deberían realizarse muestreos del aire en todo momento durante los trabajos.

Apéndice VI

EJEMPLO DE CONJUNTO DE EQUIPO PARA USO DE UN GRUPO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

VI.1. En esta sección se presenta una lista típica del equipo que debería tenerse en cuenta para dotar a un grupo de respuesta radiológica. La lista se ha elaborado a partir de la Ref. [36] y del documento IAEA-TECDOC-953, “Método para el desarrollo de la preparación de la respuesta a emergencias nucleares o radiológicas”, OIEA, Viena (2000). Se presenta como ejemplo. Al preparar una lista real deberían tomarse en consideración los factores locales.

FINALIDAD

VI.2. La finalidad del equipo es permitir:

- La realización de mediciones de tasas de dosis gamma y/o beta originadas por nubes radiactivas, depósitos en el suelo o fuentes;
- La evaluación de situaciones desconocidas.

PERSONAL MÍNIMO DEL GRUPO

VI.3. La composición del grupo de respuesta radiológica estará determinada por las condiciones locales. Se recomienda un mínimo de dos personas, adiestradas anualmente en evaluaciones radiológicas.

EQUIPO MÍNIMO POR GRUPO

VI.4. El equipo mínimo recomendado por grupo es el siguiente:

Instrumentos de examen radiológico:

- Instrumentos de examen gamma de rango alto: una unidad.
- Instrumentos de examen de rango bajo: dos unidades.
- Una fuente de comprobación de instrumentos de examen de rango bajo.
- Instrumentos de detección de contaminación (incluido uno apropiado para detectar radionucleidos emisores alfa).

Equipo de protección personal:

- Dosímetros de lectura directa para cada miembro del grupo.
- Dosímetros electrónicos.
- Dosímetros permanentes para cada miembro del grupo.
- Monos, cubrezapatos, cascos de seguridad y guantes protectores: tres juegos por persona.
- Equipo de respiración.
- Útiles de descontaminación.
- Un botiquín de primeros auxilios.

Equipo de comunicaciones:

- Comunicación por radio portátil: un aparato.
- Equipo de cámaras digitales y/o vídeo.
- Un teléfono móvil.
- Una computadora portátil.
- Posibilidad de comunicación por fax.
- Un dispositivo de navegación por sistema de localización mundial.

Útiles:

- Placa de identidad de cada miembro del grupo;
- Prismáticos;
- Útiles para muestreo ambiental;
- Herramientas manuales;
- Etiquetas, marcas, señales y bolsas de plástico;
- Contenedores de transporte;
- Contenedores para residuos;
- Cronómetros;
- Una linterna (lámpara portátil) para cada miembro del equipo;
- Pilas de repuesto (para instrumentos y linternas);
- Una brújula;
- Señales de alerta radiológica, cinta y señalizaciones para zonas de exclusión;
- Material de oficina, blocs de notas, etc.;
- Plásticos para prevenir la contaminación de los instrumentos;
- Un libro de operaciones;
- Cajas para la expedición de equipos.

Documentación de apoyo:

- Mapas topográficos corrientes,
- Manuales de manejo de los equipos,
- Procedimientos de coordinación de la respuesta,
- Procedimientos para realizar monitorizaciones,
- Procedimientos para registrar los resultados,
- Procedimientos para relacionar los resultados con los límites aplicables al regreso de los trabajadores,
- Procedimientos de protección radiológica personal.

Equipo de transporte:

- Vehículos todo terreno (en su caso),
- Un helicóptero (en su caso).

REFERENCIAS

- [1] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, Código marítimo internacional de mercancías peligrosas, C./F. IMDG-IMO edición de 2000, Londres (2000)
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Resoluciones y otras decisiones de la Conferencia General. GS(42)/RES/DEC/(1998), OIEA, Viena (1999).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos (ST-1, edición de 1996, revisada), Colección de Normas de Seguridad, N° TS-R-1, OIEA, Viena (2002).
- [4] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-R-2, OIEA, Viena (2005).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC -1162, Viena (2000).
- [6] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena (1997).
- [7] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Colección Seguridad N° 120, OIEA, Viena (1996).

- [8] COMITÉ DE EXPERTOS DE LAS NACIONES UNIDAS EN TRANSPORTE DE MERCADERÍAS PELIGROSAS, Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas: Reglamentación Modelo, Rep. ST/SG/AC.10/1/Rev.11, Naciones Unidas, Nueva York (1999).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Emergency Notification and Assistance Technical Operations Manual, Colección de Preparación y Respuesta a Emergencias, EPR-ENATOM, EPR-ENATOM, OIEA, Viena (2002).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, Colección Jurídica N° 14, OIEA, Viena (1986).
- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Emergency Response Network ERNET, Colección de Preparación y Respuesta a Emergencias, EPR-ERNET 2002, OIEA, Vienna (2003).
- [12] JUNTA NACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, National Arrangements for Incidents involving Radioactivity (NAIR) Handbook, 1995 edition, NRPB, Chilton (1995).
- [13] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, Procedimientos de emergencia para buques que transporten mercancías peligrosas: Fichas de Emergencia (FEm), Suplemento del Código IMDG (Amdt. 30-00), OMI, Londres (2000).
- [14] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, Código para la seguridad del transporte de combustible nuclear irradiado, plutonio y desechos de alta actividad en cofres a bordo de los buques, Suplemento del Código IHDG, OMI, Londres (2000).
- [15] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, Directrices relativas a la elaboración de planes de emergencia de a bordo para los buques que transporten materiales regidos por el Código CNI, Resolución A.854(20), Suplemento del Código IMDG, OMI, Londres (1997).
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Colección de Normas de Seguridad, N° TS-G-1.1 (ST-2), OIEA, Viena (2002).
- [17] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Quality Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material, Colección Seguridad N° 113, OIEA, Viena (1994).
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material, Colección Seguridad N° 112, OIEA, Viena (1994).
- [19] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Packaging of Uranium Hexafluoride (UF₆) for Transport (ISO 7195:1993(E)), ISO, Ginebra (1993).

- [20] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Recommendations for Providing Protection During the Safe Transport of Uranium Hexafluoride, IAEA-TECDOC-608, Viena (1991).
- [21] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1092, Viena (1999).
- [22] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS, Review and Assessment of Package Requirements (Yellowcake) and Emergency Response to Transportation Accidents, Rep. NUREG-0535, USNRC, Washington, DC (1979).
- [23] DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS, North American Emergency Response Guidebook, USDOT, Washington, DC (2000).
- [24] MOHR, P.B., MOUNT, M.E., SCHWARTZ, M.W., A Highway Accident Involving Radiopharmaceuticals Near Brookhaven, Mississippi on December 3, 1983, Rep. UCRL-53587, Lawrence Livermore Natl Lab., Livermore, CA (1985). (Also listed under Rep. NUREG/CR-4035.)
- [25] HADJANTONIOU, A., ARMIRIOTIS, J., ZANNOS, A., "The performance of Type A packaging under air crash and fire accident conditions", Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM '80 (Proc. 6th Int. Symp. Berlin (West), 1980), Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin (West) (1980) 826-832.
- [26] ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea, Doc. 9284-AN/905, Edición 1999-2000, OACI, Montreal (1998).
- [27] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Sealed Radioactive Sources: Classification, ISO 2919:1980(E), ISO, Ginebra (1980).
- [28] OKAMOTO, T., KIYOSE, R., Evaluation of UF_6 vapour release in a postulated accident, J. Nucl. Sci. Technol. 15 (1978) 455-460.
- [29] PRICE, A., "Safety aspects of UF_6 manufacture and reconversion at Springfield Works", Safety Problems Associated with the Handling and Storage of UF_6 (Proc. Specialists Meeting Boekelo Netherlands, 1978), OECD, París (1978) 122.
- [30] NORSWORTHY, D.F., HOWARTH, C., "Safety considerations involved in the cases of containers for storage of UF_6 tails", Safety Problems Associated with the Handling and Storage of UF_6 (Proc. Specialists Meeting Boekelo Netherlands, 1978), OECD, París (1978) 197.
- [31] ERICSSON, A.M., "Atmospheric dispersion and consequences of a UF_6 release caused by valve rupture on a hot 30B cylinder", *ibid.*, p. 283.
- [32] BOUZIGNES, H., MEZIN, M., MESTRE, E., "Fundamentals of UF_6 release", *ibid.*, p. 333.
- [33] MAITRE, P., MESLIN, T., PAGES, P., Evaluation of Safety in the Transportation of Natural Uranium Hexafluoride, Rep. BNWL-tr-269, Battelle Pacific Northwest Labs, Richland, WA (1977).
- [34] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS, Rupture of Model 48Y UF_6 Cylinder and Release of Uranium Hexafluoride, Rep. NUREG-1179, Vol. 1, USNRC, Washington, DC (1986).

- [35] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS, Assessment of the Public Health Impact from the Accidental Release of UF_6 at the Sequoyah Fuels Corporation Facility at Gore, Oklahoma, Rep. NUREG-1189, Vols I and II, USNRC, Washington, DC (1986).
- [36] SOCIEDAD NUCLEAR AMERICANA, Criteria for Emergency Response Plans and Implementing Procedures, ANSI/ANS-3.8.3-1987, ANSI, Washington, DC (1987).

Anexo I

EJEMPLO DE ORIENTACIÓN SOBRE MEDIDAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS OFRECIDA A TRANSPORTISTAS

I-1. Los remitentes deberían suministrar orientación sobre la respuesta a emergencias a los transportistas (véase el párr. 555 c) del Reglamento de Transporte [I-1]). Un ejemplo de esa orientación es la proporcionada por el expedidor en el envío por camión de bultos industriales que contenían concentrados de uranio natural BAE-I, que sufrió un accidente de carretera en Colorado (Estados Unidos). Este accidente y su respuesta se describen en el apéndice V. Las instrucciones se transcriben en el cuadro I-I [I-2].

CUADRO I-I. EJEMPLO DE INSTRUCCIONES PARA CASO DE EMERGENCIA DADAS POR UN EXPEDIDOR

Su carga es: Concentrado de uranio.

Este material:

1. No es explosivo.
2. No arde.
3. Es un material radiactivo natural de baja actividad específica. Se debería evitar su inhalación, ingestión o penetración por heridas abiertas.
4. Es posible acercarse a él sin peligro de daños por radiación externa.

En caso de accidente, tan pronto como sea posible:

1. Tomar las precauciones iniciales indicadas seguidamente. Siempre que sea necesario, mostrar estas instrucciones a las autoridades locales en el lugar del accidente para obtener su ayuda (ver 2).
2. Llamar (o pedir a la autoridad local que llame) al director _____, teléfono_____. Si es posible, conseguir que la autoridad de orden público o civil o local participe en la llamada.

Los contenedores tienen fugas o están demasiado dañados para ser trasladados. El camión o vagón de ferrocarril puede o no estar dañado.

1. Prevenir a las personas para que se alejen del material. Mantenerlas a una distancia de al menos 25 pies (aproximadamente 8 m). No es necesaria una gran distancia. Si es preciso, utilizar la ayuda de las autoridades civiles.
 2. Asegurar a las autoridades locales que no hay peligro de radiación, pero que la gente debe evitar respirar polvo del material.
 3. Evitar que las personas o los vehículos arrastren material. Si es necesario, obtener ayuda de las autoridades civiles locales para desviar el tráfico en la zona del derrame.
-

CUADRO I-I. EJEMPLO DE INSTRUCCIONES PARA CASO DE EMERGENCIA DADAS POR UN EXPEDIDOR (cont.)

-
4. Si es posible, evitar que fluya material hacia las calles, alcantarillas, desagües, etc. Un sencillo método para hacerlo sería cavar una zanja alrededor del material o levantar un dique de tierra de varias pulgadas de altura.
 5. Evitar que el material sea esparcido por el viento, cubriéndolo cuidadosamente con lonas o tierra.
 6. Evitar respirar polvo del material. Al cubrir el material, hacerlo con una simple máscara de respiración, si es posible. Si no se dispone de máscara, trabajar con el material de modo que no se levante demasiado polvo.

Incendio que afecta al vehículo o en la proximidad inmediata del vehículo

1. Si es posible, aislar el vehículo de otras personas y bienes. Pedir ayuda a las autoridades civiles.
 2. Obtener ayuda de los grupos locales para luchar contra el fuego.
 3. El material objeto de transporte no arde.
 4. Si es posible, mantener el fuego alejado de los contenedores de uranio.
 5. Si es necesario, usar una máscara de respiración para no inhalar humo de un incendio que afecte a la carga, por la posibilidad de que haya partículas suspendidas en el aire si los bidones se rompen.
 6. No proyectar agua sobre los contenedores abiertos o con fugas. El material no reacciona con el agua pero un chorro fuerte lo dispersará y hará más difícil la limpieza.
-

REFERENCIAS DEL ANEXO I

- [I-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos (ST-1, edición de 1996, revisada), Colección de Normas de Seguridad, N° TS-R-1, OIEA, Viena (2002).
- [I-2] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS, Review and Assessment of Package Requirements (Yellowcake) and Emergency Response to Transportation Accidents, Rep. NUREG-0535, USNRC, Washington, DC (1979).

Anexo II

GUIAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

II-1. Varios organismos internacionales y organismos gubernamentales nacionales publican guías de respuesta a emergencias. Por ejemplo, las Guías de Respuesta a Emergencias en Norteamérica (NAERG) para el transporte de mercancías peligrosas, incluidos los materiales radiactivos, se actualizan periódicamente. Los requisitos referentes a estos materiales, prescritos en el Reglamento de Transporte, edición de 1996 [II-1] fueron incorporados a la versión del año 2000 de dichas guías (es decir, NAERG2000) [II-2]. Las mismas se reproducen en este anexo por ser una ilustración del tipo de orientaciones disponibles como ayuda al personal de respuesta a emergencias que afecten a mercancías peligrosas.

II-2. Muchas otras guías estaban siendo actualizadas en el momento de publicarse esta Guía de Seguridad. Por ejemplo, la Organización Marítima Internacional edita un suplemento al Código marítimo internacional de mercancías peligrosas que incluye procedimientos de emergencia, pero en la edición disponible en el momento de esta publicación [II-3] se recogen los requisitos de la edición del Reglamento de Transporte de 1985, no la de 1996.

II-3. Además de las guías de respuesta a emergencias editadas por organizaciones internacionales y entidades gubernamentales nacionales, algunos organismos no gubernamentales también publican guías similares. Por ejemplo, la nomenclatura europea sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera (ADR) dispone que el remitente facilite al conductor, en cada viaje, instrucciones de emergencia por escrito para cada sustancia peligrosa (o grupo de sustancias peligrosas que presenten un peligro similar) transportadas a bordo del camión. Dichas instrucciones se redactan conforme a un modelo específico e incluyen detalles sobre:

- La carga,
- La naturaleza del peligro,
- Protección a personas,
- Las medidas generales que ha de tomar el conductor,
- Medidas adicionales y/o especiales que ha de tomar el conductor,
- Medidas que adoptar en caso de incendio,
- Medidas de primeros auxilios que pueden ser necesarias,
- Información suplementaria para servicios de emergencia (opcional),
- Información adicional.

II-4. El Consejo Europeo de la Industria Química (CEFIC) ha establecido instrucciones estandarizadas para el transporte de mercancías peligrosas por carretera en Europa. El CEFIC es una organización con sede en Bruselas que representa, directa o indirectamente, a 40 000 empresas químicas grandes y pequeñas europeas, a las cuales corresponden, aproximadamente, 2 millones de empleados y más del 30% de la producción química mundial. Estas instrucciones se presentan en forma de Fichas de Transporte o *Tremcards*. Un conjunto de aproximadamente 750 Tremcards (fichas para grupos de sustancias y también para sustancias individuales) está actualmente disponible en 27 idiomas diferentes para todas las clases de mercancías peligrosas ADR, incluso los materiales radiactivos. Se espera que los requisitos sobre materiales radiactivos de la edición de 1996 del Reglamento de Transporte [II-I] se incluyan en las Tremcards durante 2001.

II-5. En los cuadros II-I y II-II figuran en forma resumida las remesas de materiales radiactivos a las que se aplica cada una de las guías NAERG2000.

II-6. El cuadro II-I indica la guía aplicable por cada número de las Naciones Unidas pertinente y nombre correcto de expedición, tomando como base la versión NAERG2000 [II-2].

II-7. Los nombres correctos de expedición no se escriben frecuentemente tal como dispone el Reglamento de Transporte [II-I]. Este Reglamento [II-I] especifica que la parte que figura en letras mayúsculas es el nombre correcto de expedición y que la separación de parte (o partes) de ese nombre correcto por la partícula “o” en minúscula indica que sólo se ha de utilizar la parte pertinente de dicho nombre. Como puede verse en el cuadro II-I, no todos los nombres correctos de expedición generalmente usados se escriben en letras mayúsculas.

II-8. Dado que los números de las Naciones Unidas experimentaron considerables cambios entre las ediciones del Reglamento de Transporte de 1985 y 1996, las autoridades del Canadá, Estados Unidos y México optaron por insertar los antiguos y nuevos números de las Naciones Unidas y nombres correctos de expedición para tener la seguridad de que quedaban abarcadas todas las remesas durante el período de transición de los viejos a los nuevos requisitos reglamentarios. En el cuadro II-II figuran los números de las Naciones Unidas y los nombres correctos de expedición que ya no aparecen en el Reglamento de Transporte [II-1], pero que aún pueden usarse durante el período de transición de la edición de 1985 a la de 1996.

II-9. En estos dos cuadros cada uno de los números de las Naciones Unidas figura en orden ascendente, pues habitualmente son dichos números, consignados en los rótulos y la documentación de transporte, los que sirven para que el personal de respuesta a la emergencia pueda identificar el contenido de las remesas. Cada número de las Naciones Unidas, que indica la naturaleza del contenido de los bultos, el tipo de bulto o ambos, se relaciona con una guía concreta NAERG2000 aplicable.

II-10. Las orientaciones específicas dadas en las Guías 161 a 166 de la versión NAERG2000 se reproducen en los cuadros II-III a II-VIII.

CUADRO II-I. LISTA DE NÚMEROS ACTUALES DE LAS NACIONES UNIDAS APLICABLES A LOS MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUÍAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES
(tomando como base la versión NAERG2000 [II-2])

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición ^a	Número de guía NAERG
2908^b	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO EXCEPTUADO – EMBALAJE VACÍO	
2908	Materiales radiactivos, bulto exceptuado, embalaje vacío	161
2908	Materiales radiactivos, bultos vacíos	161
2909	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO EXCEPTUADO – ARTÍCULOS MANUFACTURADOS CON URANIO NATURAL o URANIO EMPOBRECIDO o TORIO NATURAL	
2909	Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados	161
2909	Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados con torio natural	161
2909	Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados con uranio natural	161
2909	<i>Materiales radiactivos, artículos manufacturados con uranio empobrecido</i>	161
2909	<i>Materiales radiactivos, artículos manufacturados con torio natural</i>	161
2909	<i>Materiales radiactivos, artículos manufacturados con uranio natural</i>	161

CUADRO II-I. LISTA DE NÚMEROS ACTUALES DE LAS NACIONES UNIDAS APLICABLES A LOS MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUÍAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES (cont.)
 (tomando como base la versión NAERG2000 [II-2])

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición ^a	Número de guía NAERG
2910	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO EXCEPTUADO – CANTIDAD LIMITADA DE MATERIAL	
2910	Materiales radiactivos, bulto exceptuado, cantidad limitada de materiales	161
2910	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados con uranio empobrecido</i>	161
2910	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados con torio natural</i>	161
2910	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, artículos manufacturados con uranio natural</i>	161
2910	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, embalaje vacío</i>	161
2910	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, instrumentos o artículos</i>	161
2910	<i>Materiales radiactivos, cantidad limitada s.o.e.^c</i>	161
2911	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO EXCEPTUADO – INSTRUMENTOS o ARTÍCULOS	
2911	<i>Materiales radiactivos, bulto exceptuado, instrumentos o artículos</i>	161
2911	<i>Materiales radiactivos, instrumentos o artículos</i>	161
2912	MATERIALES RADIATIVOS, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE-I) no fisionables o fisionables exceptuados	
2912	Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE -I)	162
2912	<i>Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE), s.o.e.1</i>	162
2913	MATERIALES RADIATIVOS, OBJETOS CON CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL COCS-I u OCS-II) no fisionables o fisionables exceptuados	
2913	Materiales radiactivos, objetos con contaminación superficial (OCS-I)	162
2913	Materiales radiactivos, objetos con contaminación superficial (OCS -II)	162
2913	<i>Materiales radiactivos, objetos con contaminación superficial (OCS)</i>	162
2915	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO A, no fisionables o fisionables exceptuados	
2915	Materiales radiactivos, bulto del Tipo A	163

CUADRO II-I. LISTA DE NÚMEROS ACTUALES DE LAS NACIONES UNIDAS APLICABLES A LOS MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUÍAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES (cont.)
 (tomando como base la versión NAERG2000 [II-2])

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición ^a	Número de guía NAERG
2916	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO B(U), no fisionable o fisionable exceptuados	
2916	Materiales radiactivos, bulto del Tipo B(U)	163
2917	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO B(M), no fisionables o fisionables exceptuados	
2917	Materiales radiactivos, bulto del Tipo B(M)	163
2919	MATERIALES RADIATIVOS, TRANSPORTADOS CONFORME A UN ARREGLO ESPECIAL, no fisionables o fisionables exceptuados	
2919	Materiales radiactivos, transportados conforme a un arreglo especial	163
2977	MATERIALES RADIATIVOS, HEXAFLUORURO DE URANIO, FISIONABLES	
2977	Materiales radiactivos, hexafluoruro de uranio, fisionables	166
2977	<i>Hexafluoruro de uranio, materiales fisionables con contenido de uranio-235 superior a 1%</i>	166
2978	MATERIALES RADIATIVOS, HEXAFLUORURO DE URANIO, no fisionables o fisionables exceptuados	
2978	Materiales radiactivos, hexafluoruro de uranio, no fisionables o fisionables exceptuados	166
2978	Hexafluoruro de uranio, materiales fisionables exceptuados	166
2978	Hexafluoruro de uranio, materiales no fisionables	166
2978	Hexafluoruro de uranio, baja actividad específica	166
3321	MATERIALES RADIATIVOS, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE-II), no fisionables o fisionables exceptuados	
3321	Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE-II)	162
3322	MATERIALES RADIATIVOS, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE-III), no fisionables o fisionables exceptuados	
3322	Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE-III)	162
3323	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO C, no fisionables o fisionables exceptuados	
3323	Materiales radiactivos, bulto del Tipo C	163

CUADRO II-I. LISTA DE NÚMEROS ACTUALES DE LAS NACIONES UNIDAS APLICABLES A LOS MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUÍAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES (cont.)
(tomando como base la versión NAERG2000 [II-2])

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición ^a	Número de guía NAERG
3324	MATERIALES RADIATIVOS, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE-II), fisionables	
3324	Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE-II), fisionables	165
3325	MATERIALES RADIATIVOS, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE-III), FISIONABLES	
3325	Materiales radiactivos, baja actividad específica (BAE-III), fisionables	165
3326	MATERIALES RADIATIVOS, OBJETOS CON CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL (OCS-I u OCS-II), FISIONABLES	
3326	Materiales radiactivos, objetos con contaminación superficial (OCS-I), fisionables	165
3326	Materiales radiactivos, objetos con contaminación superficial (OCS -II), fisionables	165
3327	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO A, FISIONABLES, no en forma especial	
3327	Materiales radiactivos, bulto del Tipo A, fisionables	165
3328	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO B(U), FISIONABLES	
3328	Materiales radiactivos, bulto del Tipo B(U), fisionables	165
3329	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO B(M), FISIONABLES	
3329	Materiales radiactivos, bulto del Tipo B(M), fisionables	165
3330	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO C, FISIONABLES	
3330	Materiales radiactivos, bulto del Tipo C, fisionables	165
3331	MATERIALES RADIATIVOS, TRANSPORTADOS CONFORME A UN ARREGLO ESPECIAL, FISIONABLES	
3331	Materiales radiactivos, transportados conforme a un arreglo especial, fisionables	165

CUADRO II-I. LISTA DE NÚMEROS ACTUALES DE LAS NACIONES UNIDAS APLICABLES A LOS MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUÍAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES (cont.)
 (tomando como base la versión NAERG2000 [II-2])

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición ^a	Número de guía NAERG
3332	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO A, FORMA ESPECIAL no fisionables o fisionables exceptuados	
3332	Materiales radiactivos, bulto del Tipo A, en forma especial	164
3333	MATERIALES RADIATIVOS, BULTO DEL TIPO A, EN FORMA ESPECIAL, FISIONABLES	
3333	Materiales radiactivos, bulto del Tipo A, en forma especial, fisionables	165

^a Los nombres correctos de expedición que no figuran en cursiva son los que corresponden a la edición de 1996, mientras que los que aparecen en cursiva indican que dicho nombre correcto corresponde a la edición de 1985 del Reglamento de Transporte, o que es una variante del texto especificado en el Reglamento de Transporte.
^b Los números de las Naciones Unidas y los nombres correctos de expedición en negrita son los que figuran en la edición de 1996 del Reglamento de Transporte.
^c s.o.e.: sin otra especificación.

CUADRO II-II. LISTA DE NÚMEROS DE LAS NACIONES UNIDAS TOMADOS DE LA EDICIÓN DE 1985 DEL REGLAMENTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS Y NOMBRES CORRECTOS DE EXPEDICIÓN CON LAS GUIAS NAERG2000 CORRESPONDIENTES

Número de las Naciones Unidas	Nombre correcto de expedición	Número de guía NAERG
2918	Materiales radiactivos, fisionables, s.o.e. ^a	165
2974	Materiales radiactivos, en forma especial, s.o.e.	164
2975	Torio metal, pirofórico	162
2976	Nitrato de torio, sólido	162
2979	Uranio metal, pirofórico	162
2980	Nitrato de uranilo, hexahidrato, en solución	162
2981	Nitrato de uranilo, sólido	162
2982	Material radiactivo, s.o.e.	163

^a s.o.e.: sin otra especificación.

CUADRO II-III. GUÍA 161-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS (BAJO NIVEL DE RADIACIÓN)
(*cita literal de la Ref. [II-4]*)

Riesgos potenciales
<p>Salud</p> <p>En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumenta la peligrosidad potencial del contenido radiactivo.</p> <p>Las muy escasas cantidades de materiales radiactivos contenidos y los bajos niveles de radiación fuera de los bultos suponen un riesgo pequeño para las personas. De los bultos dañados pueden escapar cantidades mensurables de material radiactivo, pero es de esperar que los riesgos resultantes sean bajos.</p> <p>Algunos materiales radiactivos no pueden ser detectados por los instrumentos normalmente disponibles.</p> <p>Los bultos no llevan etiquetas que indiquen RADIATIVO I, II o III. Algunos pueden tener etiquetas que indiquen VACÍO o la palabra “Radiactivo” marcada.</p> <p>-----</p>

CUADRO II-III. GUÍA 161-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(BAJO NIVEL DE RADIACIÓN) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Incendio o explosión

Algunos de estos materiales pueden arder pero, en la mayoría de ellos, la ignición no es rápida.
Muchos tienen un embalaje exterior de cartón; el contenido (físicamente grande o pequeño) puede tener muchas formas físicas diferentes. La radiactividad no altera la inflamabilidad u otras propiedades de los materiales.

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte inferior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente al menos en un radio de 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.

Mantenerse en la dirección contraria al viento.

Mantener alejado al personal no autorizado.

Retener o aislar a las personas ilesas o los equipos sospechosos de estar contaminados; posponer la descontaminación y limpieza hasta que se reciban instrucciones de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Proporcionarán protección adecuada los aparatos de respiración autónomos de presión positiva y la ropa de bomberos con estructura protectora.

Evacuación

Derrame grande:

Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.

Incendio:

Cuando una gran cantidad de estos materiales sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

CUADRO II-III. GUÍA 161-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(BAJO NIVEL DE RADIACIÓN) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Respuesta a emergencias

Incendio

La presencia de materiales radiactivos no influye en los procesos de extinción y no debería influir en la selección de las técnicas.

Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

No mover los bultos dañados; alejar los bultos no dañados de la zona del incendio.

Pequeños incendios

Productos químicos secos, CO₂, agua pulverizada o espuma normal.

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla (en cantidades de inundación).

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Cubrir un líquido derramado con arena, tierra u otro material absorbente no combustible.

Cubrir un polvo derramado con láminas de plástico o lonas impermeables para minimizar su dispersión.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispensar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

En caso de contacto con la sustancia, lavar inmediatamente con agua corriente la piel o los ojos durante al menos 20 minutos.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con el material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismo y evitar la dispersión de la contaminación.

CUADRO II-IV. GUÍA 162-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A MODERADO)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Riesgos potenciales

Salud

En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumenta la peligrosidad potencial del contenido radiactivo.

Los bultos no dañados no implican riesgo. El contenido de los bultos dañados puede causar, si escapa, alta exposición a la radiación externa, o externa e interna a la vez.

El riesgo de radiación es bajo cuando el material se mantiene dentro del contenedor. Si el material escapa del bulto o del contenedor, el riesgo puede variar de bajo a moderado. El nivel de riesgo dependerá del tipo y la cantidad de radiactividad, de la naturaleza del material que la contenga y/o de las superficies en que se pose.

En los accidentes de gravedad moderada pueden escapar de los bultos algunos materiales pero el riesgo para las personas no es grande.

Si los embalajes fallan, los materiales radiactivos fugados o los objetos contaminados serán visibles normalmente.

Algunos envíos de materiales a granel o embalados en la modalidad de uso exclusivo no llevarán etiquetas que indiquen “RADIATIVO”.

La identificación se hace por medio de los rótulos, las marcas y los documentos de transporte.

Algunos bultos pueden tener la etiqueta “RADIATIVO” y una etiqueta que indique un riesgo secundario. Este segundo riesgo es normalmente mayor que el radiológico, por lo que habrá que aplicar esta guía así como la guía de respuesta a la segunda clase de riesgo consignado en la etiqueta.

Algunos materiales radiactivos pueden no ser detectados por los instrumentos normalmente disponibles.

La escorrentía resultante de la extinción de un incendio de la carga puede causar un bajo nivel de contaminación.

Incendio o explosión

Algunos de estos materiales pueden arder, pero no entran fácilmente en ignición.

La viruta de uranio o torio metálicos puede inflamarse espontáneamente si se expone al aire (véase la guía 136).

Los nitratos son oxidantes y pueden inflamar otros combustibles (véase la guía 141)

CUADRO II-IV. GUÍA 162-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A MODERADO) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte interior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente al menos en un radio de 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.

Mantenerse en la dirección contraria al viento.

Mantener alejado al personal no autorizado.

Retener o aislar a las personas ilesas o los equipos sospechosos de estar contaminados; posponer la descontaminación y limpieza hasta que se reciban instrucciones de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Proporcionarán protección adecuada los aparatos de respiración autónomos de presión positiva y la ropa de bomberos con estructura protectora.

Evacuación

Derrame grande:

Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.

Incendio:

Cuando una gran cantidad de estos materiales sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

Respuesta a emergencias

Incendio

La presencia de materiales radiactivos no influye en los procesos de extinción y no debería influir en la selección de las técnicas.

Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

No mover los bultos dañados; alejar los bultos no dañados de la zona del incendio.

Pequeños incendios

Productos químicos secos, CO₂, agua pulverizada o espuma normal.

CUADRO II-IV. GUÍA 162-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A MODERADO) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla (en cantidades de inundación).

Dique para el agua de extinción y su disposición posterior.

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Cubrir un líquido derramado con arena, tierra u otro material absorbente no combustible.

Dique para recoger grandes derrames de líquido.

Cubrir un polvo derramado con láminas de plástico o lonas impermeables para minimizar su dispersión.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispensar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

En caso de contacto con la sustancia, eliminarla inmediatamente de la piel frotando; lavar los ojos durante al menos 20 minutos con agua corriente.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con el material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismos y evitar la dispersión de la contaminación.

CUADRO II-V. GUÍA 163-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A ALTO)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Riesgos potenciales

Salud

En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumenta la peligrosidad potencial del contenido radiactivo.

Los bultos no dañados no implican riesgos. El contenido de los bultos dañados puede causar, si escapa, alta exposición a la radiación externa, o externa e interna a la vez.

Los bultos del Tipo A (en cartones, cajas, bidones, artículos, etc.), identificados como “Tipo A” por medio de marcas en los embalajes, o en la documentación de transporte, contienen cantidades que no ponen en peligro la vida. Podrían esperarse fugas parciales si bultos del “Tipo A” resultan dañados en accidentes moderadamente graves.

Los bultos del Tipo B y los poco frecuentes del Tipo C (grandes y pequeños, normalmente metálicos), contienen las cantidades más peligrosas. Pueden estar identificados mediante marcas en el embalaje, o bien en los documentos de transporte. Pueden darse situaciones amenazadoras para la vida sólo si el contenido escapa o si falla el blindaje de los bultos. Gracias al diseño, la evaluación y los ensayos de los bultos, estas situaciones son de esperar sólo en accidentes de máxima gravedad.

Los raros envíos conforme a “arreglos especiales” pueden consistir en bultos del Tipo A, del Tipo B o del Tipo C. El tipo del bulto irá marcado en los embalajes y los detalles del envío constarán en los documentos de transporte.

Las etiquetas de la categoría I-Blanca indican que los niveles de radiación en el exterior de bultos solos, aislados y no dañados, son muy bajos (menores que 0,005 mSv/h) (0,5 mrem/h)

Los bultos con etiquetas II-Amarilla y III-Amarilla tienen mayores niveles de radiación. El índice de transporte (IT) marcado en la etiqueta indica el máximo nivel de radiación en mrem/h a un metro de un bulto solo, aislado y no dañado.

Algunos materiales radiactivos pueden no ser detectados por los instrumentos normalmente disponibles.

El agua originada por la extinción de un incendio de la carga puede causar contaminación.

Incendio o explosión

Algunos de estos materiales pueden arder, pero no entran fácilmente en ignición. La radiactividad no altera la inflamabilidad ni otras propiedades de los materiales.

Los bultos del Tipo B se diseñan y evalúan para que soporten estar totalmente envueltos en llamas a temperaturas de 800°C (1 475°F) durante un período de 30 minutos.

CUADRO II-V. GUÍA 163-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A ALTO) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte interior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente al menos en un radio de 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.

Mantenerse en la dirección contraria al viento.

Mantener alejado al personal no autorizado.

Retener o aislar a las personas ilesas o los equipos sospechosos de estar contaminados; posponer la descontaminación y limpieza hasta que se reciban instrucciones de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Los aparatos de respiración autónomos de presión positiva y la ropa de bomberos con estructura protectora proporcionarán protección adecuada contra la exposición a la radiación interna, pero no contra la externa .

Evacuación

Derrame grande:

Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.

Incendio:

Cuando una gran cantidad de estos materiales sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

Respuesta a emergencias

Incendio

La presencia de materiales radiactivos no influye en los procesos de extinción y no debería influir en la selección de las técnicas.

Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

No mover los bultos dañados; alejar los bultos no dañados de la zona del incendio.

Pequeños incendios

Productos químicos secos, CO₂, agua o espuma normal pulverizada.

CUADRO II-V. GUÍA 163-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(NIVEL DE RADIACIÓN BAJO A ALTO) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla (en cantidades de inundación).

Dique para el agua de extinción y su disposición posterior.

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Las superficies húmedas en bultos intactos o ligeramente dañados rara vez son indicación del fallo del embalaje. La mayoría de los embalajes para líquidos tienen contenedores y/o materiales absorbentes internos.

Cubrir el líquido derramado con arena, tierra u otro material absorbente no combustible.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispersar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

En caso de contacto con la sustancia, lavar inmediatamente con agua corriente la piel o los ojos durante al menos 20 minutos.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismos y evitar la dispersión de la contaminación.

CUADRO II-VI. GUÍA 164-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FORMA ESPECIAL/NIVEL DE RADIACIÓN EXTERNA BAJO A ALTO)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Riesgos potenciales

Salud

En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumenta la peligrosidad potencial del contenido radiactivo.

Los bultos no dañados no implican riesgos; el contenido de los bultos dañados puede causar exposición a la radiación externa, y una exposición externa mucho más alta si escapa (cápsulas de fuentes).

No son de esperar riesgos de contaminación o radiación interna, pero no son imposibles.

Los bultos del Tipo A (en cartones, cajas, bidones, artículos, etc.), identificados como “Tipo A” por medio de marcas en los embalajes, o bien en la documentación de transporte, contienen cantidades que no ponen en peligro la vida. Podrían escapar fuentes radiactivas si bultos “Tipo A” resultan dañados en accidentes moderadamente graves.

Los bultos del Tipo B y los poco frecuentes del Tipo C que se acarrean (grandes y pequeños, normalmente metálicos), contienen las cantidades más peligrosas. Pueden estar identificados mediante marcas en el embalaje, o bien en los documentos de transporte. Pueden darse situaciones amenazadoras para la vida sólo si el contenido escapa o si falla el blindaje de los bultos. Gracias al diseño, la evaluación y los ensayos de los bultos, estas situaciones son de esperar sólo en accidentes de máxima gravedad.

Las etiquetas de la categoría I-Blanca indican que los niveles de radiación en el exterior de bultos solos, aislados y no dañados, son muy bajos (menores que 0,005 mSv/h (0,5 mrem/h))

Los bultos con etiquetas II-Amarilla y III-Amarilla tienen mayores niveles de radiación.

El índice de transporte (IT) marcado en la etiqueta indica el máximo nivel de radiación en mrem/h a un metro de un bulto solo, aislado y no dañado.

Algunos materiales radiactivos pueden no ser detectados por los instrumentos normalmente disponibles.

No es de esperar que el agua originada por la extinción de un incendio de la carga cause contaminación.

Incendio o explosión

Los embalajes pueden arder completamente sin riesgo de pérdida del contenido de la cápsula de una fuente sellada.

La radiactividad no altera la inflamabilidad ni otras propiedades de los materiales.

Las cápsulas de fuentes radiactivas y los bultos del Tipo B se diseñan y evalúan para que soporten estar totalmente envueltos en llamas a temperaturas de 800°C (1 475°F).

CUADRO II-VI. GUÍA 164-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FORMA ESPECIAL/NIVEL DE RADIACIÓN EXTERNA BAJO A ALTO)
(cita literal de la Ref. [II-4]) (cont.)

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte interior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente al menos en un radio de 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.

Mantenerse en la dirección contraria al viento.

Mantener alejado al personal no autorizado.

Posponer la limpieza final hasta que se reciban instrucciones o asesoramiento de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Los aparatos de respiración autónomos de presión positiva y la ropa de bomberos con estructura protectora proporcionarán protección adecuada contra la exposición a la radiación interna, pero no contra la externa

Evacuación

Derrame grande:

Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.

Incendio:

Cuando una gran cantidad de estos materiales sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

Respuesta a emergencias

Incendio

La presencia de materiales radiactivos no influye en los procesos de extinción y no debería influir en la selección de las técnicas.

Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

No mover los bultos dañados; alejar los bultos no dañados de la zona del incendio.

Incendios pequeños

Productos químicos secos, CO₂, agua pulverizada o espuma normal.

CUADRO II-VI. GUÍA 164-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FORMA ESPECIAL/NIVEL DE RADIACIÓN EXTERNA BAJO A ALTO)
(cita literal de la Ref. [II-4]) (cont.)

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla (en cantidades de inundación).

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Las superficies húmedas en bultos intactos o ligeramente dañados rara vez son indicación del fallo del embalaje. El contenido rara vez es líquido. Suele ser una cápsula metálica que se ve fácilmente si ha escapado del bulto.

Si se constata que la cápsula de una fuente ha salido de un bulto, no tocar. Mantenerse alejado y esperar el asesoramiento de la autoridad en materia de radiación.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispensar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Las personas expuestas a fuentes en forma especial no suelen estar contaminadas con material radiactivo.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismo y evitar la dispersión de la contaminación.

CUADRO II-VII. GUÍA 165-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FISIONABLES DE BAJO A ALTO NIVEL DE RADIACIÓN)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Riesgos potenciales

Salud

- En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumentan la peligrosidad potencial y el riesgo de criticidad del contenido radiactivo.
- Los bultos no dañados no implican riesgos. El contenido de los bultos dañados puede causar, si escapa, alta exposición a la radiación externa, o externa e interna a la vez.
- Los bultos de los Tipos AF o IF, identificados por marcas en el embalaje, no contienen cantidades de material que pongan en peligro la vida. Los niveles de radiación externa son bajos y los bultos se diseñan, evalúan y ensayan de modo que se prevengan escapes y se evite una reacción de fisión en cadena en condiciones drásticas de transporte.
- Los bultos de los Tipos B(U)F, B(M)F y CF (identificados por marcas en los embalajes, o bien en la documentación de transporte), contienen cantidades potencialmente peligrosas para la vida. Gracias al diseño, la evaluación y los ensayos de los bultos, se previenen las reacciones de fisión en cadena y no son de esperar escapes que pongan en peligro la vida en ningún accidente salvo en los casos de máxima gravedad.
- Los escasos envíos conforme a “arreglos especiales” que se efectúan pueden ser de bultos del Tipo AF, Tipo BF o Tipo CF. El tipo de bulto estará marcado en los embalajes y los detalles del envío constarán en los documentos de transporte.
- El índice de transporte (IT), que figura en las etiquetas y la documentación de transporte podría no indicar el nivel de radiación a un metro de un bulto solo, aislado y no dañado; en lugar de eso, podría referirse al control necesario durante el transporte a causa de las propiedades de fisión de los materiales.
- Algunos materiales radiactivos pueden no ser detectados por los instrumentos normalmente disponibles.
- No es de esperar que el agua originada por la extinción de un incendio de la carga cause contaminación.

Incendio o explosión

- Estos materiales rara vez son inflamables. Los bultos están diseñados para que soporten incendios sin daño para el contenido.
- La radiactividad no altera la inflamabilidad ni otras propiedades de los materiales.
- Los bultos de los Tipos AF, IF, B(U)F, B(M)F y CF se diseñan y evalúan para que soporten estar totalmente envueltos en llamas a temperaturas de 800°C (1 475°F) durante un período de 30 minutos.
-

CUADRO II-VII. GUÍA 165-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FISIONABLES DE BAJO A ALTO NIVEL DE RADIACIÓN) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte interior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente en un radio de al menos 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.

Mantenerse en la dirección contraria al viento.

Mantener alejado al personal no autorizado.

Retener o aislar a las personas ilesas o los equipos sospechosos de estar contaminados; posponer la descontaminación y limpieza hasta que se reciban instrucciones de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Los aparatos de respiración autónomos de presión positiva y la ropa de bomberos con estructura protectora proporcionarán protección adecuada contra la exposición a la radiación interna, pero no contra la externa.

Evacuación

Derrame grande:

Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.

Incendio:

Cuando una gran cantidad de estos materiales sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

Respuesta a emergencias

Incendio

La presencia de materiales radiactivos no influye en los procesos de extinción y no debería influir en la selección de las técnicas.

Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

No mover los bultos dañados; alejar los bultos no dañados de la zona del incendio.

Incendios pequeños

Productos químicos secos, CO₂, agua pulverizada o espuma normal.

CUADRO II-VII. GUÍA 165-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(FISIONABLES DE BAJO A ALTO NIVEL DE RADIACIÓN) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla (en cantidades de inundación).

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Las superficies húmedas en bultos intactos o ligeramente dañados, rara vez son indicación del fallo del embalaje. La mayoría de los embalajes de un contenido líquido van provistos de contenedores interiores y/o materiales absorbentes interiores.

Derrames líquidos

Rara vez los bultos contienen líquidos. Si se produce alguna contaminación radiactiva por fuga de un líquido, será probablemente de bajo nivel.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispensar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

En caso de contacto con la sustancia, lavar inmediatamente con agua corriente la piel o los ojos durante al menos 20 minutos.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismo y evitar la dispersión de la contaminación.

CUADRO II-VIII. GUÍA 166-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(HEXAFLUORURO DE URANIO/SENSIBLES AL AGUA)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Riesgos potenciales

Salud

En los accidentes de transporte, la radiación representa un riesgo mínimo para los transportistas, el personal de respuesta a emergencias y el público. La resistencia del embalaje es mayor conforme aumentan la peligrosidad potencial y el riesgo de criticidad del contenido radiactivo.

El riesgo químico es mucho mayor que el radiológico.

La sustancia reacciona con el agua y el vapor de agua existente en el aire para formar el gas fluoruro de hidrógeno, que es tóxico y corrosivo, así como un residuo soluble en agua y blanquecino, extremadamente irritante y corrosivo.

Si es inhalado puede ser mortal.

En contacto directo causa quemaduras en la piel, ojos y tracto respiratorio.

Material radiactivo de bajo nivel; muy bajo riesgo de radiación a las personas.

La escorrentía originada por la extinción de un incendio de la carga puede causar un bajo nivel de contaminación.

Incendio o explosión

Las sustancias no arden.

Los contenedores, alojados en sobreenvases protectores (de forma cilíndrica horizontal con patas cortas para atarlos), se identifican con las inscripciones “AF” o “B(U)F”, o bien en los documentos de transporte o con marcas en los sobreenvases. Están diseñados y evaluados para resistir situaciones drásticas, entre ellas estar totalmente envueltos en llamas a temperaturas de 800 °C (1 475 °F).

Los cilindros llenos y descubiertos, con la identificación UN2978 como parte de sus marcas, pueden romperse con el calor al estar envueltos en el fuego, los cilindros vacíos (prescindiendo de residuos) y descubiertos no se rompen con el fuego.

El material puede reaccionar violentamente con sustancias combustibles.

La radiactividad no altera la inflamabilidad ni otras propiedades de los materiales.

Seguridad pública

En primer lugar llamar al número de teléfono de respuesta a emergencias indicado en la documentación del envío. Si tal documentación no está disponible o el teléfono no contesta, llamar al número de teléfono apropiado de la lista que figura en la parte interior de la contracubierta.

La prioridad de las labores de rescate, salvamento de vidas, primeros auxilios y lucha contra incendios y otros peligros es mayor que la de medir los niveles de radiación.

La autoridad en materia de radiación ha de ser notificada de las circunstancias del accidente. Dicha autoridad es normalmente responsable de las decisiones relativas a las consecuencias radiológicas y al fin de las emergencias.

CUADRO II-VIII. GUÍA 166-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(HEXAFLUORURO DE URANIO/SENSIBLES AL AGUA) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Aislar el área de derrame o de fuga inmediatamente en un radio de al menos 25 a 50 metros (80 a 160 pies) en todas las direcciones.
Mantenerse en la dirección contraria al viento.
Mantener alejado al personal no autorizado.
Retener o aislar a las personas ilesas o los equipos sospechosos de estar contaminados; posponer la descontaminación y limpieza hasta que se reciban instrucciones de la autoridad en materia de radiación.

Ropa protectora

Usar aparatos de respiración autónomos de presión positiva.
Llevar ropa de protección química recomendada específicamente por el fabricante.
Puede proporcionar baja o nula protección térmica.
La ropa de bomberos con estructura protectora proporcionará protección limitada solamente frente al fuego; no es eficaz en caso de derrame.

Evacuación

Derrame grande:
Considerar una evacuación inicial de al menos 100 metros (330 pies) en la dirección del viento.
Incendio:
Cuando una gran cantidad de este material sufra los efectos de un gran incendio, considerar una distancia inicial de evacuación de 300 metros (1 000 pies) en todas las direcciones.

Respuesta a emergencias

Incendio

No utilizar agua ni espuma sobre el material mismo.
Alejar los contenedores de la zona del incendio si se puede hacer sin riesgo.

Incendios pequeños

Productos químicos secos o CO₂.

Grandes incendios

Agua pulverizada, niebla o espuma normal.
Enfriar los contenedores con agua en grandes cantidades hasta bastante después de haber extinguido el incendio.
Si esto es imposible, retirarse de la zona y dejar que siga el fuego.
Mantenerse siempre alejado de cisternas envueltas en llamas.

CUADRO II-VIII. GUÍA 166-NAERG2000, MATERIALES RADIATIVOS
(HEXAFLUORURO DE URANIO/SENSIBLES AL AGUA) (cont.)
(cita literal de la Ref. [II-4])

Derrame o fuga

No tocar los bultos dañados ni el material derramado.

Si no hay fuego ni humo, la fuga se manifestará claramente por vapores visibles e irritantes y la formación de residuos en el punto de escape.

Utilizar agua finamente pulverizada para reducir los vapores, no verter agua directamente sobre el punto en que el material escapa del contenedor.

La acumulación de residuos puede por sí misma taponar las pequeñas fugas.

Levantar frente al derrame y lejos de él un dique para recoger el agua de escorrentía.

Primeros auxilios

Los problemas médicos tienen prioridad sobre los radiológicos.

Dispensar primeros auxilios según la naturaleza del daño sufrido.

No demorar el cuidado ni el transporte de una persona seriamente lesionada.

Aplicar respiración artificial si la víctima no respira

Aplicar oxígeno si la respiración es dificultosa.

En caso de contacto con la sustancia, lavar inmediatamente con agua corriente la piel o los ojos durante al menos 20 minutos.

Los efectos de la exposición a la sustancia (por inhalación, ingestión o contacto con la piel) pueden aparecer con demora.

Las personas lesionadas contaminadas por contacto con el material fugado no suponen un serio riesgo para el personal, equipo o instalaciones sanitarios.

Asegurarse de que el personal médico tiene conocimiento del material o los materiales afectados, de que toma precauciones para protegerse a sí mismo y evitar la dispersión de la contaminación.

REFERENCIAS DEL ANEXO II

- [II-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos (ST-1, edición de 1996, revisada), Colección de Normas de Seguridad, N° TS-R-1, OIEA, Viena (2002).
- [II-2] DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS, North American Emergency Response Guidebook, USDOT, Washington, DC (2000).
- [II-3] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, Procedimientos de emergencia para buques que transporten mercancías peligrosas: Fichas de Emergencia (FEm), Suplemento del Código IMDG (Amdt. 30-00), OMI, Londres (2000).
- [II-4] DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS, North American Emergency Response Guidebook, USDOT, Washington, DC (2000).

BIBLIOGRAFÍA

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (Viena)

Mutual Emergency Assistance for Radiation Accidents, Supplement to 1980 Edition, IAEA-TECDOC-284 (1983).

Discussion of and Guidance on the Optimization of Radiation Protection in the Transport of Radioactive Material, IAEA-TECDOC-374 (1986).

Competent Authority Regulatory Control of the Transport of Radioactive Material, IAEA-TECDOC-413 (1987).

Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching, Colección Seguridad, N° 91, OIEA, Viena (1989).

Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955 (1997).

Método para el desarrollo de la preparación de la respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, IAEA-TECDOC-953, Viena (2000).

Directory of National Competent Authorities' Approval Certificates for Packages, Shipments, Special Arrangements and Special Form Material, and Shipment of Radioactive Material, IAEA-TECDOC-1171 (2000) (actualizado anualmente desde 1989).

National Competent Authorities Responsible for Approvals and Authorizations in respect of the Transport of Radioactive Material, Lista N° 31, Edición de 2001 (2001) (actualizada anualmente desde 1967).

COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Recomendaciones de 1990 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación N° 60, Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - (EDICOMPLET, S.A. - Madrid (1995).

— Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources, Publication N° 76, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1996).

COMITÉ DE TRANSPORTES INTERIORES DE LA COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Reglamento sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID), CEPE, Ginebra (1993).

— Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y protocolo de la firma, ECE/TRANS/110, CEPE, Ginebra (1995).

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN

Akiyama, H.	Nuclear Fuel Transport Co. Ltd, Japón
Blalock, L.	Departamento de Energía de los Estados Unidos, Estados Unidos de América
Cimolino, U.	Departamento de Bomberos de Düsseldorf, Alemania
Cruickshank, J.	Departamento de Energía de los Estados Unidos, Estados Unidos de América
Devine, M.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear, Canadá
Donohoe, M.	Corbett & Holt, L.L.C., Estados Unidos de América
Hawkins, M.	MEME Associates, Estados Unidos de América
Levin, I.	Comisión de Energía Atómica de Israel, Israel
McKenna, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Nandakumar, A.	Junta Reguladora de la Energía Atómica, India
Pettersson, B.	Inspección Sueca de la Energía Nucleoeléctrica, Suecia
Plourde, K.	Transporte de Canadá, Canadá
Pope, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Schmitt-Hannig, A.	Oficina Federal de Protección Radiológica, Alemania
Young, C.	Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones, Reino Unido

ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD

Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte

Argentina: López Vietri, J.; *Australia:* Mountford-Smith, T.; *Bélgica:* Cottens, E.; *Brasil:* Bruno, N.; *Canadá:* Aly, A.I.M.; *Chile:* Basaez, H.; *China:* Pu, Y.; *Egipto:* El-Shinawy, M.R.K.; *Francia:* Pertuis, V.; *Alemania:* Collin, W.; *Hungría:* Sáfár, J.; *India:* Nandakumar, A. N.; *Israel:* Tshuva, A.; *Italia:* Trivelloni, S.; *Japón:* Tamura, Y.; *Países Bajos:* Van Halem, H.; *Polonia:* Pawlak, A.; *Federación de Rusia:* Ershov, V.N.; *Sudáfrica:* Jutle, K.; *España:* Zamora Martín, F.; *Suecia:* Pettersson, B. G.; *Suiza:* Knecht, B.; *Turquía:* Köksal, M. E.; *Reino Unido:* Young, C. N. (Presidente); *Estados Unidos de América:* Roberts, A.I.; *OIEA:* Pope, R.; *Asociación de Transporte Aéreo Internacional:* McCulloch, N.; *Organización de Aviación Civil Internacional:* Rooney, K.; *Comisión Europea:* Rossi, L.; *Organización Marítima Internacional:* Min, K.R.; *Organización Internacional de Normalización:* Malesys, P.; *Instituto Mundial de Transporte Nuclear:* Bjurström, S.

Comisión sobre Normas de Seguridad

Argentina: D'Amato, E.; *Brasil:* Caubit da Silva, A.; *Canadá:* Bishop, A., Duncan, R.M.; *China:* Zhao, C.; *Francia:* Lacoste, A.-C., Gauvain, J.; *Alemania:* Renneberg, W.; Wendling, R.D.; *India:* Sukhatme, S.P.; *Japón:* Suda, N.; *Corea,* *República de:* Kim, S.-J.; *Federación de Rusia:* Vishnevskiy, Y.G.; *España:* Martín Marquínez, A.; *Suecia:* Holm, L.-E.; *Suiza:* Jeschki, W.; *Ucrania:* Smyshlayev, O.Y.; *Reino Unido:* Williams, L.G. (Presidente); *Pape, R.;* *Estados Unidos de América:* Travers, W.D.; *OIEA:* Karbassioun, A. (Coordinador); *Comisión Internacional de Protección Radiológica:* Clarke, R.H.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE:* Shimomura, K.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA
ISBN 978-92-0-307609-8
ISSN 1020-5837