

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Control de fuentes huérfanas y otros materiales radiactivos en las industrias de reciclado y producción de metales

Guía de seguridad específica

Nº SSG-17



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo III de su Estatuto, el OIEA está autorizado a establecer o adoptar normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y a proveer a la aplicación de esas normas.

Las publicaciones mediante las cuales el OIEA establece las normas figuran en la **Colección de Normas de Seguridad del OIEA**. Esta serie de publicaciones abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. Las categorías comprendidas en esta serie son las siguientes: **Nociones fundamentales de seguridad, Requisitos de seguridad y Guías de seguridad**.

Para obtener información sobre el programa de normas de seguridad del OIEA puede consultarse el sitio del OIEA en Internet:

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

En este sitio se encuentran los textos en inglés de las normas de seguridad publicadas y de los proyectos de normas. También figuran los textos de las normas de seguridad publicados en árabe, chino, español, francés y ruso, el glosario de seguridad del OIEA y un informe de situación relativo a las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA, P.O. Box 100, 1400 Viena (Austria).

Se invita a los usuarios de las normas de seguridad del OIEA a informar al Organismo sobre su experiencia en la utilización de las normas (por ejemplo, como base de los reglamentos nacionales, para exámenes de la seguridad y para cursos de capacitación), con el fin de garantizar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. La información puede proporcionarse a través del sitio del OIEA en Internet o por correo postal, a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico, a la dirección Official.Mail@iaea.org.

PUBLICACIONES CONEXAS

Con arreglo a las disposiciones del artículo III y del párrafo C del artículo VIII de su Estatuto, el OIEA facilita y fomenta la aplicación de las normas y el intercambio de información relacionada con las actividades nucleares pacíficas, y sirve de intermediario para ello entre sus Estados Miembros.

Los informes sobre seguridad y protección en las actividades nucleares se publican como Informes de Seguridad, que ofrecen ejemplos prácticos y métodos detallados que se pueden utilizar en apoyo de las normas de seguridad.

Otras publicaciones del OIEA relacionadas con la seguridad se publican como **informes sobre evaluación radiológica, informes del INSAG** (Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear), **Informes Técnicos**, y **documentos TECDOC**. El OIEA publica asimismo informes sobre accidentes radiológicos, manuales de capacitación y manuales prácticos, así como otras obras especiales relacionadas con la seguridad.

Las publicaciones relacionadas con la seguridad física aparecen en la **Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA**.

La **Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA** comprende publicaciones de carácter informativo destinadas a fomentar y facilitar la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía nuclear con fines pacíficos. Incluye informes y guías sobre la situación y los adelantos de las tecnologías, así como experiencias, buenas prácticas y ejemplos prácticos en relación con la energía nucleoelectrónica, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura.

CONTROL DE FUENTES
HUÉRFANAS Y OTROS MATERIALES
RADIATIVOS EN LAS INDUSTRIAS
DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN
DE METALES

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

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

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

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° SSG-17

CONTROL DE FUENTES
HUÉRFANAS Y OTROS MATERIALES
RADIATIVOS EN LAS INDUSTRIAS
DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN
DE METALES

GUÍA DE SEGURIDAD ESPECÍFICA

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2013

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 Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Centro Internacional de Viena
PO Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 2600 29302
tel.: +43 1 2600 22417
Correo electrónico: sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2013

Impreso por el OIEA en Austria
Diciembre de 2013
STI/PUB/1509

CONTROL DE FUENTES HUÉRFANAS Y
OTROS MATERIALES RADIATIVOS
EN LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN
DE METALES
OIEA, VIENA, 2013
STI/PUB/1509
ISBN 978-92-0-344010-3
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

de Yukiya Amano
Director General

El OIEA está autorizado por su Estatuto a “establecer o adoptar [...] normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad” — normas que el OIEA debe utilizar en sus propias operaciones, y que los Estados pueden aplicar mediante sus disposiciones de reglamentación de la seguridad nuclear y radiológica. A esos efectos, el OIEA consulta con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados pertinentes. Un amplio conjunto de normas de alta calidad revisadas periódicamente es un elemento clave de un régimen de seguridad mundial estable y sostenible, como también lo es la asistencia del OIEA en la aplicación de esas normas.

El OIEA inició su programa de normas de seguridad en 1958. El énfasis puesto en su calidad, idoneidad y mejora continua ha redundado en el uso generalizado de las normas del OIEA en todo el mundo. La Colección de Normas de Seguridad incluye ahora Principios fundamentales de seguridad unificados, que representan un consenso internacional acerca de lo que debe constituir un alto grado de protección y seguridad. Con el firme apoyo de la Comisión sobre Normas de Seguridad, el OIEA se esfuerza por promover la aceptación y el uso a escala mundial de sus normas.

Las normas solo son eficaces si se aplican adecuadamente en la práctica. Los servicios de seguridad del OIEA abarcan el diseño, la selección de emplazamientos y la seguridad técnica, la seguridad operacional, la seguridad radiológica, la seguridad en el transporte de materiales radiactivos y la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, así como la organización a nivel gubernamental, las cuestiones relacionadas con reglamentación y la cultura de la seguridad en las organizaciones. Estos servicios de seguridad prestan asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas y posibilitan el intercambio de experiencias y conocimientos valiosos.

La reglamentación de la seguridad es una responsabilidad nacional, y muchos Estados han decidido adoptar las normas del OIEA para incorporarlas en sus reglamentos nacionales. Para las partes en las diversas convenciones internacionales sobre seguridad, las normas del OIEA son un medio coherente y fiable de asegurar el cumplimiento eficaz de las obligaciones emanadas de esas convenciones. Los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo también aplican las normas para mejorar la seguridad en la generación de energía nucleoelectrónica y en los usos de la energía nuclear en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación.

La seguridad no es un fin en sí misma, sino un requisito indispensable para la protección de las personas en todos los Estados y del medio ambiente, en la actualidad y en el futuro. Los riesgos relacionados con la radiación ionizante deben evaluarse y controlarse sin restringir indebidamente la contribución de la energía nuclear al desarrollo equitativo y sostenible. Los Gobiernos, órganos reguladores y explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines benéficos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

ANTECEDENTES

La radiactividad es un fenómeno natural y las fuentes naturales de radiación son una característica del medio ambiente. Las radiaciones y las sustancias radiactivas tienen muchas aplicaciones beneficiosas, que van desde la generación de electricidad hasta los usos en la medicina, la industria y la agricultura. Los riesgos asociados a las radiaciones que estas aplicaciones pueden entrañar para los trabajadores y la población y para el medio ambiente deben evaluarse y, de ser necesario, controlarse.

Para ello es preciso que actividades tales como los usos de la radiación con fines médicos, la explotación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte y la utilización de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos estén sujetas a normas de seguridad.

La reglamentación relativa a la seguridad es una responsabilidad nacional. Sin embargo, los riesgos asociados a las radiaciones pueden trascender las fronteras nacionales, y la cooperación internacional ayuda a promover y aumentar la seguridad en todo el mundo mediante el intercambio de experiencias y el mejoramiento de la capacidad para controlar los peligros, prevenir los accidentes, responder a las emergencias y mitigar las consecuencias dañinas.

Los Estados tienen una obligación de diligencia, y deben cumplir sus compromisos y obligaciones nacionales e internacionales.

Las normas internacionales de seguridad ayudan a los Estados a cumplir sus obligaciones dimanantes de los principios generales del derecho internacional, como las que se relacionan con la protección del medio ambiente. Las normas internacionales de seguridad también promueven y afirman la confianza en la seguridad, y facilitan el comercio y los intercambios internacionales.

Existe un régimen mundial de seguridad nuclear que es objeto de mejora continua. Las normas de seguridad del OIEA, que apoyan la aplicación de instrumentos internacionales vinculantes y la creación de infraestructuras nacionales de seguridad, son una piedra angular de este régimen mundial. Las normas de seguridad del OIEA constituyen un instrumento útil para las partes contratantes en la evaluación de su desempeño en virtud de esas convenciones internacionales.

LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Las normas de seguridad del OIEA se basan en el Estatuto de éste, que autoriza al OIEA a establecer o adoptar, en consulta y, cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y proveer a la aplicación de estas normas.

Con miras a garantizar la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante, las normas de seguridad del OIEA establecen principios fundamentales de seguridad, requisitos y medidas para controlar la exposición de las personas a las radiaciones y la emisión de materiales radiactivos al medio ambiente, reducir la probabilidad de sucesos que puedan dar lugar a una pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación, y mitigar las consecuencias de esos sucesos si se producen. Las normas se aplican a instalaciones y actividades que dan lugar a riesgos radiológicos, comprendidas las instalaciones nucleares, el uso de la radiación y de las fuentes radiactivas, el transporte de materiales radiactivos y la gestión de los desechos radiactivos.

Las medidas de seguridad tecnológica y las medidas de seguridad física tienen en común la finalidad de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente. Las medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica y las medidas de seguridad tecnológica no comprometan la seguridad física.

Las normas de seguridad del OIEA reflejan un consenso internacional con respecto a lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Las normas se publican en la Colección de Normas de Seguridad del OIEA, que comprende tres categorías (véase la Fig. 1).

Nociones Fundamentales de Seguridad

Las Nociones Fundamentales de Seguridad presentan los objetivos y principios fundamentales de protección y seguridad, y constituyen la base de los requisitos de seguridad.

Requisitos de Seguridad

Un conjunto integrado y coherente de requisitos de seguridad establece los requisitos que se han de cumplir para garantizar la protección de las personas y el medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro. Los requisitos se rigen

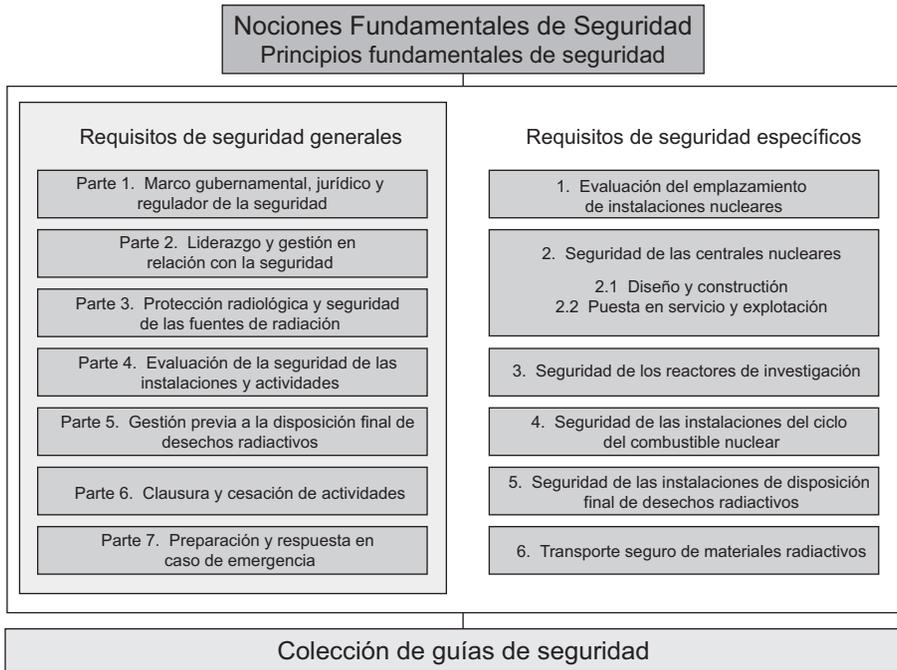


Fig. 1. Estructura a largo plazo de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

por los objetivos y principios de las Nociones Fundamentales de Seguridad. Si los requisitos no se cumplen, deben adoptarse medidas para alcanzar o restablecer el grado de seguridad requerido. El formato y el estilo de los requisitos facilitan su uso para establecer, de forma armonizada, un marco nacional de reglamentación. En los requisitos de seguridad se emplean formas verbales imperativas, junto con las condiciones conexas que deben cumplirse. Muchos de los requisitos no se dirigen a una parte en particular, lo que significa que incumbe cumplirlos a las partes que corresponda.

Guías de seguridad

Las guías de seguridad ofrecen recomendaciones y orientación sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad, lo que indica un consenso internacional en el sentido de que es necesario adoptar las medidas recomendadas (u otras medidas equivalentes). Las guías de seguridad contienen ejemplos de buenas prácticas internacionales y dan cuenta cada vez más de las mejores prácticas que existen para ayudar a los usuarios que tratan de alcanzar altos grados de seguridad. En la

formulación de las recomendaciones de las guías de seguridad se emplean formas verbales condicionales.

APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Los principales usuarios de las normas de seguridad en los Estados Miembros del OIEA son órganos reguladores y otras autoridades nacionales competentes. También hacen uso de las normas de seguridad del OIEA organizaciones copatrocinadoras y muchas organizaciones que diseñan, construyen y explotan instalaciones nucleares, así como organizaciones en las que se usan radiaciones o fuentes radiactivas.

Las normas de seguridad del OIEA se aplican, según el caso, a lo largo de toda la vida útil de todas las instalaciones y actividades –existentes y nuevas– que tienen fines pacíficos, y a las medidas protectoras destinadas a reducir los riesgos existentes en relación con las radiaciones. Los Estados también pueden usarlas como referencia para sus reglamentos nacionales relativos a instalaciones y actividades.

De conformidad con el Estatuto del OIEA, las normas de seguridad tienen carácter vinculante para el OIEA en relación con sus propias operaciones, así como para los Estados en relación con las operaciones realizadas con asistencia del OIEA.

Las normas de seguridad del OIEA también constituyen la base de los servicios de examen de la seguridad que éste brinda; el OIEA recurre a esos servicios en apoyo de la creación de capacidad, incluida la elaboración de planes de enseñanza y la creación de cursos de capacitación.

Los convenios internacionales contienen requisitos similares a los que figuran en las normas de seguridad del OIEA, y tienen carácter vinculante para las partes contratantes. Las normas de seguridad del OIEA, complementadas por convenios internacionales, normas de la industria y requisitos nacionales detallados, forman una base coherente para la protección de las personas y el medio ambiente. Existen también algunos aspectos de la seguridad especiales que se deben evaluar a nivel nacional. Por ejemplo, muchas de las normas de seguridad del OIEA, en particular las que tratan aspectos relativos a la seguridad en la planificación o el diseño, se conciben con el fin de aplicarlas principalmente a nuevas instalaciones y actividades. Es posible que algunas instalaciones existentes construidas conforme a normas anteriores no cumplan plenamente los requisitos especificados en las normas de seguridad del OIEA. Corresponde a cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad del OIEA a esas instalaciones.

Las consideraciones científicas en las que descansan las normas de seguridad del OIEA proporcionan una base objetiva para la adopción de decisiones acerca de la seguridad; sin embargo, las instancias decisorias deben también formarse opiniones fundamentadas y determinar la mejor manera de equilibrar los beneficios de una medida o actividad con los riesgos asociados a las radiaciones y cualquier otro efecto perjudicial a que pueda dar lugar esa medida o actividad.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

En la elaboración y el examen de las normas de seguridad participan la Secretaría del OIEA y cuatro comités de normas de seguridad que se ocupan de la seguridad nuclear (NUSSC), la seguridad radiológica (RASSC), la seguridad de los desechos radiactivos (WASSC) y el transporte seguro de materiales radiactivos (TRANSSC), así como la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS), que supervisa el programa de normas de seguridad del OIEA (véase la Fig. 2).

Todos los Estados Miembros del OIEA pueden designar expertos para que participen en los comités de normas de seguridad y formular observaciones sobre los proyectos de normas. Los miembros de la Comisión sobre Normas de Seguridad son designados por el Director General y figuran entre ellos altos funcionarios gubernamentales encargados del establecimiento de normas nacionales.

Se ha creado un sistema de gestión para los procesos de planificación, desarrollo, examen, revisión y establecimiento de normas de seguridad del OIEA. Ese sistema articula el mandato del OIEA, la visión relativa a la futura aplicación de las normas de seguridad, las políticas y las estrategias, y las correspondientes funciones y responsabilidades.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

En la elaboración y el examen de las normas de seguridad participan la Secretaría del OIEA y cuatro comités de normas de seguridad que se ocupan de la seguridad nuclear (NUSSC), la seguridad radiológica (RASSC), la seguridad de los desechos radiactivos (WASSC) y el transporte seguro de materiales radiactivos (TRANSSC), así como la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS), que supervisa el programa de normas de seguridad del OIEA (véase la Fig. 2).

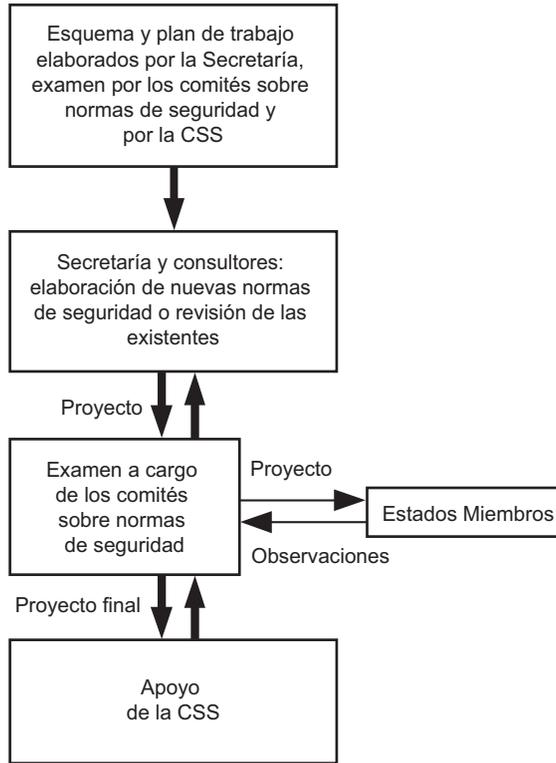


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

Todos los Estados Miembros del OIEA pueden designar expertos para que participen en los comités de normas de seguridad y formular observaciones sobre los proyectos de normas. Los miembros de la Comisión sobre Normas de Seguridad son designados por el Director General y figuran entre ellos altos funcionarios gubernamentales encargados del establecimiento de normas nacionales.

Se ha creado un sistema de gestión para los procesos de planificación, desarrollo, examen, revisión y establecimiento de normas de seguridad del OIEA. Ese sistema articula el mandato del OIEA, la visión relativa a la futura aplicación de las normas de seguridad, las políticas y las estrategias, y las correspondientes funciones y responsabilidades.

INTERACCIÓN CON OTRAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

En la elaboración de las normas de seguridad del OIEA se tienen en cuenta las conclusiones del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y las recomendaciones de órganos internacionales de expertos, en particular la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Algunas normas de seguridad se elaboran en cooperación con otros órganos del sistema de las Naciones Unidas u otros organismos especializados, entre ellos la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Internacional del Trabajo, la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud..

INTERPRETACIÓN DEL TEXTO

Los términos relacionados con la seguridad se interpretarán como se definen en el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA (véase la dirección <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-spanish.pdf>). En el caso de las Guías de Seguridad, el texto en inglés es la versión autorizada.

En la Introducción que figura en la sección 1 de cada publicación se presentan los antecedentes y el contexto de cada norma de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA, así como sus objetivos, alcance y estructura.

Todo el material para el cual no existe un lugar adecuado en el cuerpo del texto (por ejemplo, información de carácter complementario o independiente del texto principal, que se incluye en apoyo de declaraciones que figuran en el texto principal, o que describe métodos de cálculo, procedimientos o límites y condiciones) puede presentarse en apéndices o anexos.

Cuando figuran en la publicación, los apéndices se consideran parte integrante de la norma de seguridad. El material que figura en un apéndice tiene el mismo valor que el texto principal y el OIEA asume su autoría. Los anexos y notas de pie de página del texto principal, en su caso, se utilizan para proporcionar ejemplos prácticos o información o explicaciones adicionales. Los anexos y notas de pie de página no son parte integrante del texto principal. La información publicada por el OIEA en forma de anexos no es necesariamente de su autoría; la información que corresponda a otros autores podrá presentarse en forma de anexos. La información procedente de otras fuentes que se presenta en los anexos ha sido extraída y adaptada para que sea de utilidad general.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
	Antecedentes (1.1–1.7)	1
	Objetivo (1.8).....	3
	Ámbito de aplicación (1.9–1.10).....	4
	Estructura (1.11–1.12)	5
2.	PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE.....	6
	Consideraciones generales (2.1–2.2).....	6
	Incidentes y situaciones de exposición de emergencia (2.3–2.9)	7
	Contaminación por radionucleidos de origen artificial (2.10–2.11) ...	10
	Contaminación por radionucleidos de origen natural (2.12–2.14) ...	11
3.	RESPONSABILIDADES	12
	Marco gubernamental, jurídico y regulador (3.1–3.9).....	12
	El Gobierno (3.10–3.15)	16
	El órgano regulador (3.16–3.33)	19
	Las industrias de reciclado y producción de metales (3.34–3.36)....	23
4.	MONITORIZACIÓN PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE MATERIALES RADIATIVOS	26
	Consideraciones generales (4.1–4.7).....	26
	Monitorización rutinaria (4.8–4.13)	29
	Análisis de laboratorio (4.14)	30
	Pruebas de aceptación, calibración y mantenimiento (4.15–4.21) ...	31
	Uso de monitores de pórtico (4.22–4.24)	32
	Alarmas y niveles de investigación (4.25–4.31)	32
	Capacitación y aumento de la sensibilización del personal (4.32–4.34)	34
5.	RESPUESTA ANTE EL HALLAZGO DE MATERIALES RADIATIVOS	36
	Consideraciones generales (5.1)	36
	Planificación de la respuesta (5.2–5.8)	36

Respuesta a sucesos particulares	39
Rechazo de expediciones (5.9–5.10)	39
Respuesta ante el hallazgo de una fuente huérfana intacta (5.11–5.13).	39
Respuesta ante el hallazgo de una fuente huérfana rota (5.14–5.15).	40
Respuesta ante el hallazgo de otros materiales radiactivos en una remesa de chatarra (5.16–5.17)	41
Respuesta ante la detección de materiales radiactivos en las corrientes de entrada antes de la fundición (5.18–5.19). . .	41
Respuesta a la contaminación debida a la fundición de materiales radiactivos (5.20–5.23)	42
Suministro de información al público (5.24–5.25)	44
Notificación de sucesos (5.26).	44
Capacitación e información (5.27–5.28)	45
Cooperación internacional (5.29–5.30)	45
6. REHABILITACIÓN DE ZONAS CONTAMINADAS (6.1–6.6) . . .	46
7. GESTIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS RECUPERADOS (7.1–7.3).	48
REFERENCIAS	51
ANEXO I: EXAMEN DE SUCESOS RELACIONADOS CON MATERIALES RADIATIVOS OCURRIDOS EN LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN DE METALES.	57
ANEXO II: CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES RADIATIVAS . . .	63
ANEXO III: EJEMPLOS DE INICIATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES.	68
COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y REVISIÓN	83
ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA.	87

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. El OIEA ha publicado diversas normas de seguridad en las que se establecen los requisitos relativos al control reglamentario de los materiales radiactivos [1–3] y se proporciona orientación sobre la seguridad física de las fuentes radiactivas [4]. Ahora bien, cabe la posibilidad de que en un Estado se hayan utilizado materiales radiactivos antes de que se estableciera un sistema de control basado en estos requisitos. Incluso en la actualidad, es posible que en un Estado la infraestructura reglamentaria no esté suficientemente desarrollada o no sea eficaz, con la consiguiente posibilidad de que haya fuentes radiactivas fuera del control reglamentario que puedan introducirse en el medio ambiente en general. Por consiguiente, con independencia del grado de desarrollo de la infraestructura reglamentaria en un Estado, puede haber materiales radiactivos mezclados con chatarra destinada al reciclado de metales.

1.2. La chatarra es una importante materia prima en la industria de producción de metales y su aportación representa una gran proporción del producto final (en el caso del acero, el 50 %). La mayoría de las ciudades cuentan con diversos tipos de chatarrerías: desde pequeños establecimientos, donde trabajan unas pocas personas, e instalaciones de tamaño mediano hasta las grandes chatarrerías de los Estados industrializados, donde cada año se manipulan entre cien mil y unos diez millones de toneladas de chatarra. En el mundo hay decenas de miles de industrias metalúrgicas y fundiciones que compran chatarra para fundición y refinación o moldeado [5]. Además, existe un considerable movimiento transfronterizo de chatarra y otros productos de las industrias de reciclado y producción de metales¹ [6]. En consecuencia, es posible que materiales radiactivos mezclados con chatarra puedan transportarse involuntariamente más allá de las fronteras nacionales. Teniendo en cuenta esta dimensión internacional, resulta del todo conveniente seguir un enfoque armonizado para abordar el problema de los materiales radiactivos mezclados con chatarra.

¹ En la presente guía de seguridad, por “industrias de reciclado y producción de metales” se entienden todas las entidades físicas y jurídicas que participan en el reciclado de chatarra, tales como las instalaciones de acopio, clasificación y procesamiento de chatarra, las fundiciones de chatarra y las asociaciones industriales. Por “instalación de reciclado y producción de metales” se entiende toda instalación establecida en una industria de reciclado y producción de metales.

1.3. El uso de las fuentes radiactivas (incluidas las fuentes selladas, es decir, las que están permanentemente selladas en una cápsula o fuertemente consolidadas y en forma sólida) está muy difundido en todo el mundo para una variedad de aplicaciones médicas, industriales, de investigación y militares. Una fuente radiactiva que no está sometida a control reglamentario, sea porque nunca lo ha estado, sea porque ha sido abandonada, perdida, extraviada, robada o transferida sin la debida autorización, es lo que se conoce como una fuente huérfana [7]. Las fuentes huérfanas han dado lugar a accidentes con consecuencias graves y fatales, como resultado de la exposición de personas a radiación (véase el anexo I). La fundición de una fuente huérfana con chatarra o su rotura al mezclarse con chatarra también han provocado la contaminación de metales reciclados y desechos. En esos casos pueden resultar necesarias costosas operaciones de limpieza. Si los materiales contaminados no se detectan en la instalación de reciclado y producción de metales, los trabajadores pueden estar expuestos a radiación y se pueden incorporar radionucleidos a diversos productos acabados y desechos, lo cual, a su vez, puede dar lugar a la exposición de los usuarios de estos productos.

1.4. A raíz de las preocupaciones por los accidentes relacionados con fuentes huérfanas, incluidos los registrados en las industrias de reciclado y producción de metales, se estableció un compromiso internacional: el Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas (el Código de Conducta) [8] y sus Directrices sobre la importación y exportación de fuentes radiactivas [9]. Sin embargo, no cabe excluir la posible presencia de fuentes huérfanas mezcladas con chatarra [10].

1.5. También es posible que haya materiales radiactivos no sellados mezclados con chatarra como resultado de un control inadecuado durante la clausura de un establecimiento o de otra instalación nuclear, o bien debido a la presencia de radionucleidos de origen natural, como en el caso de las industrias que procesan grandes cantidades de materia prima, por ejemplo, las dedicadas a la extracción y el procesamiento de diversos minerales y a la producción de petróleo y de gas. Esos bajos niveles de contaminación entrañan poco peligro para la salud humana comparado con el que representan las fuentes huérfanas; es probable que se trate sobre todo de un problema de financiación.

1.6. El OIEA ha prestado asistencia a la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas en sus esfuerzos encaminados a unificar y armonizar tanto las estrategias de monitorización para detectar la presencia de materiales radiactivos en la chatarra como los procedimientos aplicables tras la detección de esos materiales [11 a 13]. El principal objetivo de la CEPE es

fomentar la integración económica paneuropea, y en el contexto de esa labor el OIEA ha proporcionado orientación sobre cuestiones relacionadas con la seguridad radiológica. En la presente guía de seguridad se tienen en cuenta todas las actividades emprendidas por la CEPE y el OIEA desde hace por lo menos diez años para reforzar la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas y el control de otros materiales radiactivos, incluida la celebración de importantes conferencias internacionales [5 y 14 a 18].

1.7. Gracias al cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas de seguridad y a la aplicación de las orientaciones de apoyo formuladas en esta y en otras guías de seguridad, las industrias de reciclado y producción de metales podrán confiar en la seguridad radiológica tanto de la chatarra como de los productos de metales reciclados y los desechos resultantes.

OBJETIVO

1.8. El objetivo primordial de la presente guía de seguridad es formular recomendaciones para los gobiernos y las autoridades nacionales, incluidos los órganos reguladores, sobre la aplicación de los Principios fundamentales de seguridad [19] mediante el cumplimiento de los Requisitos de seguridad [1 a 3 y 20] en relación con el control de los materiales radiactivos en la chatarra y los productos de metal. En las recomendaciones de la presente guía de seguridad se tienen en cuenta los principios básicos del Código de Conducta [8] y las obligaciones que los Estados Partes puedan haber contraído en virtud de convenciones internacionales [21 y 22]. No obstante, también se formulan recomendaciones generales para las industrias de reciclado y producción de metales sobre las disposiciones que se deberían adoptar para proteger a los trabajadores, los miembros de la población y el medio ambiente. Esta guía de seguridad se centra principalmente en el control de las fuentes huérfanas que podrían encontrarse en esas industrias. También se formulan recomendaciones sobre el control de otros materiales radiactivos que podrían introducirse en dichas industrias.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.9. La presente guía de seguridad se ocupa de las fuentes huérfanas y de otros materiales radiactivos² que pueden introducirse en la cadena de suministro del reciclado de metales. Se aplica a todas las operaciones abarcadas en la manipulación de la chatarra para el reciclado y el posterior procesamiento de este material. Ahora bien, teniendo en cuenta que el tamaño de esas operaciones varía considerablemente, en la presente guía de seguridad se formulan recomendaciones sobre la manera de aplicar un enfoque graduado para el control de las fuentes huérfanas y otros materiales radiactivos en función del tamaño de cada instalación de reciclado y producción de metales, y sobre los materiales radiactivos cuyo hallazgo sería razonable esperar.

1.10. En la presente guía de seguridad no se formulan recomendaciones detalladas sobre los siguientes temas:

- a) Cumplimiento de los requisitos relativos a los usos autorizados de materiales radiactivos a fin de prevenir la pérdida de control de esos materiales, incluida su monitorización con miras a la dispensa³ del control reglamentario.
- b) Planes nacionales, regionales o locales de respuesta a emergencias que puedan activarse a raíz del hallazgo de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos de instalaciones de procesamiento de metales.

² En la presente guía de seguridad, donde no es necesario distinguir entre fuentes huérfanas y otros materiales radiactivos, se utiliza la expresión genérica “material radiactivo”, por el que se entiende el “material que, según lo establecido en la legislación nacional o por un órgano regulador, está sometido al control reglamentario debido a su radiactividad” [7].

³ En el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA [7] el término inglés *clearance* (que se traduce por “dispensa”) se define como la eliminación por el órgano regulador de todo control reglamentario ulterior respecto de materiales radiactivos o de objetos radiactivos utilizados en prácticas autorizadas. Se trata de un uso específico de dicho término, cuyo significado corriente es “eliminación de los impedimentos” o “autorización para proseguir”. En el contexto de la seguridad radiológica, se refiere a un proceso de verificación para determinar si los materiales pueden considerarse no radiactivos con arreglo a los reglamentos de protección radiológica y en consecuencia exentos de ulterior control reglamentario. Por lo tanto, se definen unos niveles de dispensa en los que se especifican límites máximos para la contaminación residual por radionucleidos, similares a los establecidos para la presencia de una amplia variedad de posibles contaminantes ambientales en diferentes productos. Así pues, una vez completado este proceso de verificación la chatarra que ha sido dispensada y ya no debe someterse al control reglamentario se considera segura para las operaciones de reciclado.

- c) La descontaminación de locales que puedan resultar contaminados como consecuencia del procesamiento o la fundición de materiales radiactivos en una corriente de chatarra.
- d) La gestión de las fuentes huérfanas o los desechos radiactivos recuperados una vez detectada la presencia de materiales radiactivos en la chatarra.
- e) La monitorización de productos, incluida la chatarra, cuando son transportados más allá de las fronteras nacionales, puesto que normalmente se someten a monitorización por motivos de seguridad nacional. No obstante, se señala que, en la medida en que contribuirá a prevenir que se procesen involuntariamente materiales radiactivos en las industrias de reciclado y producción de metales, esa monitorización en frontera debería percibirse como un componente importante del sistema general de control de los materiales radiactivos en un Estado [5].

En las Refs. [1 a 3 y 23 a 28] se establecen requisitos y se formulan recomendaciones y orientaciones acerca de estas cuestiones.

ESTRUCTURA

1.11. En la sección 2 se ofrece un panorama general de los principios de protección radiológica en relación con la presencia de materiales radiactivos en la chatarra. La sección 3 contiene recomendaciones sobre las responsabilidades de las diferentes partes implicadas — las autoridades nacionales y las industrias de reciclado y producción de metales — en virtud de las normas de seguridad tecnológica [1 a 3 y 20] y de los acuerdos internacionales, en particular el Código de Conducta [8]. En la sección 4 se formulan recomendaciones sobre la monitorización para detectar la presencia de materiales radiactivos. La sección 5 contiene recomendaciones sobre la respuesta inicial ante el hallazgo de materiales radiactivos. En las secciones 6 y 7 figuran recomendaciones sobre la rehabilitación de zonas contaminadas y sobre la gestión de los materiales radiactivos recuperados, respectivamente.

1.12. La presente guía de seguridad también contiene tres anexos. En el anexo I se examinan algunos sucesos relacionados con materiales radiactivos, registrados en las industrias de reciclado y producción de metales. El anexo II contiene una descripción de la clasificación de las fuentes radiactivas [29]. En el anexo III se presentan algunos ejemplos de iniciativas nacionales e internacionales para abordar el problema de la presencia de materiales radiactivos en la chatarra. Salvo indicación en contrario, todos los términos utilizados en la presente guía de seguridad se definen en el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA [7].

2. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE

CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. En la publicación Principios fundamentales de seguridad [19] se establece el objetivo fundamental de la seguridad y los diez principios fundamentales de seguridad. Este objetivo, que consiste en “proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes”, se aplica a todas las instalaciones y actividades⁴ que sean fuente de riesgos asociados a las radiaciones⁵, incluida la presencia de materiales radiactivos en la chatarra en las industrias de reciclado y producción de metales. En el Principio 7 se establece lo siguiente: “Deben protegerse contra los riesgos asociados a las radiaciones las personas y el medio ambiente del presente y del futuro.” Con arreglo al Principio 8: “Deben desplegarse todos los esfuerzos posibles para prevenir los accidentes nucleares o radiológicos y para mitigar sus consecuencias.”

2.2. Los requisitos destinados a proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y los relativos al establecimiento del control sobre los materiales radiactivos que puedan estar presentes en la chatarra se establecieron en las Normas básicas internacionales de seguridad (NBS) para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación [1] (posteriormente revisadas) y en las

⁴ La frase “instalaciones y actividades” que se utiliza en los Principios fundamentales de seguridad [19] es una expresión general que se aplica a cualquier actividad humana que pueda causar la exposición de las personas a riesgos asociados con la radiación procedente de fuentes naturales o artificiales. Por consiguiente, las instalaciones de las industrias de reciclado y producción de metales quedarían abarcadas, aun cuando en ellas la presencia de materiales radiactivos no obedezca a un propósito deliberado.

⁵ La expresión “riesgos asociados con la radiación” se utiliza en un sentido general para referirse a:

- Efectos en la salud perjudiciales de la exposición a la radiación (incluida la posibilidad de que se produzcan esos efectos).
- Cualquier otro riesgo asociado con la seguridad tecnológica (incluidos los riesgos para los ecosistemas del medio ambiente) que podría surgir como consecuencia directa de:
 - la exposición a la radiación;
 - la presencia de material radiactivo (incluidos los desechos radiactivos) o su emisión al medio ambiente;
 - la pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena o cualquier fuente de radiación [7].

publicaciones de Requisitos de seguridad sobre el Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad [2] y sobre Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica [20].

INCIDENTES Y SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA

2.3. En el párrafo 3.2 de la referencia [19] se establece lo siguiente:

“La seguridad se ocupa tanto de los riesgos asociados a las radiaciones en circunstancias normales como de esos riesgos cuando son consecuencia de incidentes ... y también de otras posibles consecuencias directas de una pérdida de control sobre ... una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación. Las medidas de seguridad comprenden acciones encaminadas a prevenir los incidentes, y disposiciones para mitigar sus consecuencias, si llegaran a ocurrir.”

2.4. Una emergencia se define como una “situación no ordinaria que requiere la pronta adopción de medidas, principalmente para mitigar un peligro o las consecuencias adversas para la salud y la seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente” [7 y 20]. Esto también se aplica a las situaciones que requieren la pronta adopción de medidas para mitigar los efectos de un peligro potencial. Por consiguiente, para determinar si una situación corresponde a la definición de “emergencia” no se tiene en cuenta la magnitud del peligro, la gravedad de las consecuencias o la naturaleza de la respuesta encaminada a mitigar la situación. Así pues, el hallazgo de materiales radiactivos en chatarra o en productos metálicos se ajusta a la definición de “emergencia”. Sin embargo, la amplitud de las medidas que se adopten para responder al hallazgo de esos materiales en la industria de reciclado y producción de metales podrá variar considerablemente: desde el aislamiento de los materiales sospechosos de ser radiactivos hasta la parada de la instalación y la restricción del acceso a determinadas zonas hasta que concluya la correspondiente investigación radiológica. En algunos casos, por ejemplo, cuando ha habido una emisión de materiales radiactivos en la atmósfera o se han expedido productos contaminados para uso general, puede ser necesario adoptar medidas fuera de la instalación.

2.5. Una intervención es una acción encaminada a reducir o evitar la exposición o la probabilidad de exposición a fuentes de radiación que no forman parte de un uso controlado (o autorizado) de materiales radiactivos, o que se hallan sin control como consecuencia de un accidente [7]. Las medidas adoptadas para controlar o retirar materiales radiactivos de la chatarra una vez detectada su

presencia en una instalación de reciclado y producción de metales se ajustan a esta definición. Por consiguiente, es apropiado aplicar en esas situaciones los requisitos de protección radiológica para intervenciones establecidos en las NBS [1].

2.6. En la referencia [20] se definen cinco categorías de amenaza para la aplicación graduada de los requisitos en materia de preparación y respuesta a situaciones de emergencia⁶. En el párrafo 3.6 de dicha publicación se establece lo siguiente: “La categoría de amenaza IV se aplica a las actividades que pueden dar lugar a emergencias en casi cualquier lugar; es también el nivel de amenaza mínimo que se supone es de aplicación a todos los Estados y jurisdicciones.”⁷ En el párrafo 3.19 se establece, además, que: “Se identificarán también en la evaluación de la amenaza los lugares en los que exista una gran probabilidad de encontrar una fuente peligrosa que hubiera sido perdida, abandonada, retirada ilícitamente o transportada ilícitamente.”⁸ En el párrafo 3.20 se establece lo siguiente: “Se tendrán en cuenta, en la evaluación de la amenaza, grandes instalaciones de procesamiento de chatarra...” Por consiguiente, los requisitos relativos a la categoría de amenaza IV establecidos en la Ref. [20] se aplican a las industrias de reciclado y producción de metales. En la guía de seguridad complementaria [28] se formulan recomendaciones acerca de la manera de satisfacer los requisitos establecidos en la Ref. [20].

⁶ En la referencia [20] el término “amenaza” se emplea en relación con el establecimiento de requisitos de seguridad relativos a la preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica. No debe confundirse con el uso de ese término en el contexto de la seguridad física nuclear, donde se refiere a actos delictivos relacionados con materiales nucleares y otros materiales radiactivos (véase también la nota de pie de página 9).

⁷ En la Ref. [20] la categoría de amenaza IV se describe de la siguiente manera:

“Actividades que pudieran dar lugar a una emergencia nuclear o radiológica que podría exigir medidas protectoras urgentes en un lugar imprevisible. Se incluyen allí actividades no autorizadas, tales como las relacionadas con fuentes peligrosas [en el anexo II de la presente guía de seguridad se da una explicación de este término] obtenidas ilícitamente. Incluyen también el transporte y actividades autorizadas en las que intervienen fuentes móviles peligrosas tales como fuentes de radiografía industrial, satélites alimentados por energía nuclear o generadores radiotérmicos. La categoría de amenaza IV representa el nivel mínimo de amenaza que se supone es de aplicación a todos los Estados y jurisdicciones.”

⁸ En la definición de “evaluación de la amenaza” que figura en el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA [7] se señala que el uso de esa expresión no implica que haya habido amenaza alguna, en el sentido de intención y capacidad de causar daño, en relación con instalaciones, actividades o fuentes.

2.7. Los requisitos de protección radiológica para las intervenciones son los siguientes:

- a) “Siempre que estén justificadas, se llevarán a cabo acciones protectoras o reparadoras para reducir o evitar exposiciones en las situaciones de intervención” (Ref. [1], párr. 3.3);
- b) “La forma, extensión y duración de toda acción protectora o reparadora de ese género deberá optimizarse de forma que produzca el máximo beneficio neto —entendido en sentido amplio— en las condiciones sociales y económicas reinantes” (Ref. [1], párr. 3.4).

2.8. A fin de aplicar el segundo de estos requisitos, el explotador⁹ de una instalación en la que podría descubrirse la presencia de materiales radiactivos debería garantizar el establecimiento de disposiciones apropiadas para identificar esos materiales y adoptar las medidas de respuesta necesarias para mantener las dosis de radiación a los trabajadores y los miembros de la población en los niveles más bajos que puedan razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales. Esas disposiciones tendrían que graduarse en función del tamaño de la instalación y la índole de los materiales radiactivos que podrían descubrirse en ella. En la práctica, esto significa que en las instalaciones pequeñas y medianas debería haber conciencia del problema y capacidad para reconocer visualmente los materiales sospechosos (es decir, embalajes o dispositivos que puedan contener fuentes radiactivas), y se tendría que saber a qué persona u organización se deberá comunicar el hallazgo de esos materiales. En cambio, las grandes instalaciones tendrían que estar equipadas con detectores de radiación y contar con suficientes conocimientos especializados en materia de

⁹ El término “explotador” designa a “cualquier organización o persona ... responsable de la seguridad *tecnológica, radiológica* ... cuando se llevan a cabo *actividades* o en relación con cualesquiera ... *fuentes de radiación ionizante*” [7]. Con arreglo al principio 1 de la Ref. [19], la responsabilidad primordial de la seguridad debe recaer en la persona u organización a cargo de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones (en la nota de pie de página 4 se explica la expresión “instalaciones y actividades”). En la nota de pie de página 5 de la Ref. [19] se establece lo siguiente: “El hecho de no contar con una autorización no exonerará a la persona u organización encargada de la instalación o actividad de su responsabilidad respecto de la seguridad.” En los párrafos 4.19 y 4.24 de la Ref. [20] también se menciona al o los explotadores de una instalación de la categoría de amenaza IV. Lo fundamental es que el término “explotador”, tal como se utiliza en las normas de seguridad tecnológica del OIEA, no se aplica únicamente a las situaciones de exposición planificadas, que están sujetas a autorización, sino también a industrias, como las de reciclado y producción de metales, en las que pueden estar presentes materiales radiactivos sin que se requiera necesariamente una autorización por el órgano regulador.

protección radiológica para adoptar medidas de respuesta iniciales a fin de aislar los materiales sospechosos.

2.9. En la Ref. [30] se facilita información sobre la protección radiológica de los trabajadores que intervienen en actividades de respuesta a emergencias y operaciones de limpieza.

CONTAMINACIÓN POR RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL

2.10. El concepto y los criterios radiológicos en que ha de basarse la determinación de los niveles de exención y dispensa se definen en la Ref. [1]. En la Ref. [31] se indican los valores de concentración de actividad para materiales a granel que contengan radionucleidos de origen artificial; esos valores se determinan sobre la base de los criterios establecidos en la referencia [1] y de modelos de vías de exposición muy conservadores (es decir, prudentes), los cuales son más que suficientes para tomar en cuenta las vías de exposición que podrían resultar del reciclado de chatarra [32]. En el cuadro 1 figuran los valores de concentración de actividad para algunos radionucleidos de origen artificial comúnmente presentes en materiales a granel.

2.11. En el párrafo 5.8 de la Ref. [31] se establece lo siguiente:

“[N]o debería ser necesario adoptar ninguna otra medida (por ejemplo, reducir las exposiciones) para los materiales que contengan radionucleidos con concentraciones de actividad por debajo de [los] valores [indicados en el cuadro 1]. En particular, el comercio nacional o internacional de productos que contengan radionucleidos con concentraciones de actividad menores que los valores indicados [en el cuadro 1], no debería estar sujeto a control reglamentario por motivos de protección radiológica.”

Como tales, los valores de concentración de actividad indicados en el cuadro 1 pueden utilizarse en las industrias de reciclado y producción de metales como base para determinar si es posible reciclar la chatarra en condiciones de seguridad (véase la nota de pie de página 3). En caso de que las concentraciones de actividad sobrepasen esos valores podrá aplicarse un enfoque graduado con arreglo a lo indicado en los párrafos 5.11 a 5.13 de la Ref. [31].

CUADRO 1. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD PARA ALGUNOS RADIONUCEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL COMÚNMENTE PRESENTES EN MATERIALES A GRANEL [31]

Radionucleido	Concentración de actividad (Bq/g)
Am-241, Ag-110m, Co-60, Cs-137, Pu-239, Zn-65	0,1
Cm-244, Ir-192, Nb-95, Sr-90, Tc-99, Tl-204, Zr-95	1
Au-198	10
Ni-63	100
Pm-147	1 000

CUADRO 2. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD PARA RADIONUCEIDOS DE ORIGEN NATURAL [31]

Radionucleido	Concentración de actividad (Bq/g)
K-40	10
Los demás radionucleidos de origen natural	1

CONTAMINACIÓN POR RADIONUCEIDOS DE ORIGEN NATURAL

2.12. En la Ref. [31] se especifican los valores de concentración de actividad por debajo de los cuales no suele ser necesario establecer el control reglamentario de los materiales que contienen radionucleidos de origen natural.¹⁰ Estos niveles, que figuran en el cuadro 2, también pueden utilizarse para determinar si la chatarra que contenga radionucleidos de origen natural es aceptable para reciclado, cualquiera sea el origen de los materiales. Los valores se calcularon teniendo en cuenta la posibilidad de controlar los radionucleidos de origen natural. Se consideró improbable que estos valores de concentración de actividad provocaran dosis anuales a las personas superiores a 1 mSv, aproximadamente [31].

¹⁰ Hay algunas situaciones (por ejemplo, cuando se utilizan materiales de construcción que contienen radionucleidos naturales) en las que las exposiciones causadas por la presencia de radionucleidos, aun cuando las concentraciones de actividad sean inferiores a las indicadas en el cuadro 2, podrían dar lugar a que el órgano regulador tuviera que estudiar la posibilidad de establecer algún tipo de control reglamentario [31].

2.13. Si en una instalación autorizada se detecta la presencia de radionucleidos de origen natural, antes de poner en marcha el reciclado de la chatarra el explotador de esa instalación tiene la obligación de someterla a un procedimiento de dispensa con arreglo a los requisitos reglamentarios. Sin embargo, puede haber instalaciones donde existan radionucleidos de origen natural que no estén sujetos a control reglamentario, y es improbable que en esas instalaciones antes de poner en marcha el reciclado de la chatarra se la someta a monitorización para determinar si está contaminada. De manera que, por defecto, el principal medio para controlar este tipo de materiales consiste en monitorizar la chatarra cuando llega a las industrias de reciclado y producción de metales.

2.14. El procesamiento puede dar lugar a que los radionucleidos de origen natural se concentren en los productos de desecho, aun cuando los niveles de concentración de actividad detectados inicialmente hayan sido inferiores a los que figuran en el cuadro 2. En tal caso, esos niveles también pueden utilizarse para determinar si los productos de desecho deberían estar sujetos a control reglamentario.

3. RESPONSABILIDADES

MARCO GUBERNAMENTAL, JURÍDICO Y REGULADOR

3.1. Con arreglo al principio 2 de los Principios fundamentales de seguridad, que se refiere a la función del gobierno: “Debe establecerse y mantenerse un marco de seguridad jurídico y gubernamental eficaz, que incluya un órgano regulador independiente” [19]. Esto se debería lograr “sin restringir indebidamente la explotación de las instalaciones o la realización de actividades que sean fuente de riesgos asociados a las radiaciones” (Ref. [19], párr. 2.1).

3.2. El objetivo de la Ref. [2] es establecer los requisitos relativos al marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad aplicable a toda la gama de instalaciones y actividades relacionadas con el uso de fuentes de radiación. En esa publicación se establecen los requisitos relativos a un marco nacional mediante el cual el gobierno pueda desempeñar sus responsabilidades en materia de protección y seguridad radiológicas. Un marco nacional abarca los siguientes componentes esenciales: leyes y reglamentos; un órgano regulador facultado para autorizar e inspeccionar las actividades reglamentadas y para hacer cumplir las leyes y reglamentos; recursos suficientes; y una dotación adecuada de personal capacitado. En las Refs. [2] y [20] se establecen requisitos, incluidos los relativos

al marco regulador, para garantizar un nivel adecuado de preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica en cualquier Estado. En la Ref. [3] se establecen requisitos relativos a las actividades de disposición final de los desechos radiactivos, como las que podrían ser necesarias tras el hallazgo de materiales radiactivos incorporados involuntariamente a la chatarra.

3.3. Además, al establecer un marco nacional apropiado para la protección y la seguridad radiológicas puede ser necesario tener en cuenta diversos acuerdos y convenciones internacionales, a saber:

- a) el Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas [8], que es un compromiso voluntario para ayudar a las autoridades nacionales a garantizar el uso de las fuentes radiactivas en un marco apropiado de seguridad radiológica tecnológica y física, y sus Directrices complementarias sobre la importación y exportación de fuentes radiactivas [9];
- b) la Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares [21];
- c) la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica [21];
- d) la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de los desechos radiactivos [22].

3.4. Con arreglo al requisito 8 de la Ref. [2], sobre preparación y respuesta en caso de emergencia: “El gobierno deberá adoptar las medidas de preparación para emergencias necesarias para asegurar una respuesta oportuna y eficaz en caso de una emergencia nuclear o radiológica.” En relación con este requisito también se señala lo siguiente: “Una de las medidas de respuesta a emergencias será la clara asignación de la responsabilidad de la notificación inmediata de una emergencia a las autoridades competentes” (Ref. [2], párr. 2.20). Más adelante se añade que: “El gobierno deberá especificar y asignar claramente las responsabilidades relacionadas con la adopción de decisiones en caso de una emergencia” (Ref. [2], párr. 2.23).

3.5. Con arreglo al requisito 9 de la Ref. [2], que se refiere al sistema de medidas protectoras para reducir los riesgos radiológicos existentes o no reglamentados:

“El gobierno deberá establecer un sistema eficaz de medidas protectoras para reducir los riesgos radiológicos indebidos asociados con fuentes no reglamentadas (de origen natural o artificial) y la contaminación derivada de actividades o sucesos pasados, de conformidad con los principios de justificación y optimización.”

Además:

“el gobierno deberá designar las organizaciones que se encargarán de adoptar las medidas necesarias para la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente. La organización que adopte la medida protectora deberá tener acceso a los recursos necesarios para desempeñar su función” (Ref. [2], párr. 2.25).

Más adelante se señala que:

“El órgano regulador deberá efectuar todos los aportes que sean necesarios para la aplicación de las medidas protectoras, entre ellos, asesorar al gobierno o ejercer el control reglamentario de las medidas protectoras. También deberá establecer los requisitos y criterios reglamentarios aplicables a las medidas protectoras en cooperación con las otras autoridades interesadas y en consulta con las partes interesadas, según corresponda” (Ref. [2], párr. 2.26).

3.6. Entre las orientaciones más destacadas del Código de Conducta [8], que se aplica a todas las fuentes radiactivas que puedan plantear un riesgo significativo para las personas, la sociedad y el medio ambiente (es decir, las fuentes peligrosas), figuran las siguientes:

1) “Todo Estado debe establecer un sistema nacional eficaz para el control legislativo y reglamentario de la gestión y protección de las fuentes radiactivas. Ese sistema debe:

.....

“c) incluir estrategias nacionales para adquirir o recuperar el control de las fuentes huérfanas;

“d) prever medidas de respuesta rápida con el fin de recuperar el dominio de las fuentes huérfanas;

.....

“g) mitigar o minimizar las consecuencias radiológicas de accidentes o actos dolosos relacionados con fuentes radiactivas” (Ref. [8], párr. 8).

2) “Todo Estado debe velar por que las personas autorizadas a gestionar las fuentes radiactivas dispongan de instalaciones y servicios apropiados y los utilicen para la protección contra las radiaciones y la seguridad física y tecnológica. Tales instalaciones y servicios deben abarcar ... los necesarios para:

.....

- “b) la intervención en caso de un accidente o acto doloso relacionado con una fuente radiactiva” (Ref. [8], párr. 9).
- 3) “Todo Estado debe velar por que se adopten las disposiciones adecuadas para la capacitación pertinente del personal de su órgano regulador, sus organismos encargados de hacer cumplir la ley y sus organizaciones de servicios de emergencia” (Ref. [8], párr. 10).
 - 4) “Todo Estado debe garantizar que la información relativa a una pérdida de control de fuentes radiactivas o a incidentes que puedan tener efectos transfronterizos en relación con fuentes radiactivas se transmitirá inmediatamente a los Estados que puedan verse afectados mediante los mecanismos establecidos por el OIEA o por cualquier otro medio” (Ref. [8], párr. 12). Esto se aplica no solo a la pérdida de control sobre una fuente determinada que acabe incorporándose a la chatarra, sino también a sucesos como el descubrimiento de que una fuente radiactiva ha sido fundida con chatarra y de que posteriormente el metal reciclado se ha exportado.
 - 5) “Todo Estado debe b) alentar a los organismos y personas que puedan encontrar fuentes huérfanas en el curso de sus actividades (tales como encargados de reciclar chatarra y funcionarios de aduana) a que apliquen programas de vigilancia apropiados para detectar esas fuentes” (Ref. [8], párr. 13).

3.7. Los Estados Parte en la Convención sobre la pronta notificación [21] se comprometen a que en el caso de un accidente que pueda ocasionar una liberación transfronteriza importante de material radiactivo notificarán, directamente o por conducto del OIEA, a aquellos Estados que puedan verse afectados y al OIEA. En la referencia [20] también se establece que, en caso de un accidente transfronterizo, los Estados deben notificar, directamente o por conducto del OIEA, a aquellos Estados que puedan verse afectados y al OIEA [7]. La pérdida de una fuente radiactiva que podría mezclarse con chatarra, la cual posteriormente podría ser transportada más allá de las fronteras nacionales, o la fundición accidental de una fuente radiactiva durante el reciclado de chatarra, con la posible liberación de materiales radiactivos en la atmósfera, podrían constituir emergencias transfronterizas.

3.8. Los Estados Parte en la Convención sobre asistencia [21] deben cooperar entre sí y con el OIEA “para facilitar pronta asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica a fin de reducir al mínimo sus consecuencias y proteger la vida, los bienes y el medio ambiente de los efectos de las liberaciones radiactivas” (Artículo 1).

3.9. De conformidad con el artículo 28 de la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos (la Convención conjunta) [22], cada Parte Contratante “adoptará, en el marco de su legislación nacional, las medidas adecuadas para asegurar que la posesión, reelaboración o disposición final de fuentes selladas en desuso tenga lugar de manera segura.” Las Partes Contratantes también “permitirán la readmisión en su territorio de las fuentes selladas en desuso si, en el marco de sus leyes nacionales, han aceptado su devolución a un fabricante autorizado para recibir y poseer las fuentes selladas en desuso.”

EL GOBIERNO

3.10. El gobierno debería estudiar la manera de aplicar en el contexto de las industrias de reciclado y producción de metales de su Estado tanto los requisitos establecidos en las Refs. [1 a 3 y 20] como los principios básicos contenidos en el Código de Conducta [8] y, según proceda, las obligaciones dimanantes de diversas convenciones internacionales [21 y 22].

3.11. Cada gobierno determinará el grado de reglamentación a que deban someterse las industrias de reciclado y producción de metales en materia de protección radiológica, el cual depende en gran medida del sistema de control reglamentario vigente en cada Estado. Sin embargo, cuando no existan reglamentaciones pertinentes, el gobierno estudiará en primer lugar la posibilidad de implantar un sistema voluntario que aliente a todas las entidades relacionadas con los aspectos de protección radiológica del reciclado de chatarra a que cooperen para establecer el control reglamentario de los materiales radiactivos.¹¹ Posteriormente, sobre todo donde esos mecanismos voluntarios resulten insuficientes, el gobierno debería determinar si es preciso establecer leyes o reglamentos adicionales para proteger a las personas y el medio ambiente de los peligros asociados al procesamiento involuntario de materiales radiactivos junto con chatarra y si es necesario ampliar las funciones del órgano regulador.

3.12. Teniendo en cuenta que el tamaño de los establecimientos varía considerablemente, desde instalaciones muy pequeñas hasta grandes instalaciones donde cada año se manipulan centenares de miles de toneladas de chatarra, sería conveniente que el gobierno adoptara un enfoque graduado en

¹¹ Un ejemplo de ese tipo de mecanismo voluntario es el “Protocolo Español” que se describe en el anexo III.

función del tamaño de la instalación, los riesgos asociados a las radiaciones y las capacidades del explotador para abordar el problema de la chatarra que contenga materiales radiactivos. Si bien, en principio, la presente guía de seguridad abarca todas las instalaciones de las industrias de reciclado y producción de metales, las recomendaciones se refieren fundamentalmente a las grandes instalaciones donde cada año se manipulan más de cien mil toneladas de chatarra y se utilizan trituradoras y funden metales. Los gobiernos y las autoridades nacionales deberían determinar en qué medida las recomendaciones tendrían que aplicarse a las instalaciones pequeñas y medianas.

3.13. Al establecer los mecanismos nacionales —ya sean reglamentarios o voluntarios— el gobierno debería considerar los siguientes aspectos concretos, teniendo en cuenta el enfoque graduado según se indicó en el párrafo 3.12:

- a) El grado en que se aliente a los explotadores de las instalaciones de reciclado y producción de metales a informar al órgano regulador acerca de sus operaciones.
- b) La necesidad de que los explotadores de las instalaciones de reciclado y producción de metales establezcan mecanismos para responder a la presencia sospechada o real de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos. Estos mecanismos tendrían que abarcar la notificación al órgano regulador y, si fuere necesario, a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias, en caso de que se determine la presencia de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos.
- c) La necesidad de que los explotadores de instalaciones de reciclado y producción de metales garanticen el nivel de protección de las personas y el medio ambiente conforme a lo exigido en las NBS [1].
- d) La necesidad de que los explotadores de instalaciones de reciclado y producción de metales garanticen que cualesquiera desechos radiactivos que se hayan mezclado con chatarra se gestionen de manera apropiada y con arreglo a los requisitos establecidos en la Ref. [3].

3.14. Es posible que tanto la supervisión de la seguridad laboral en las industrias de reciclado y producción de metales como la protección ambiental sean competencia de autoridades nacionales distintas del órgano regulador. Además, puede haber otras autoridades nacionales con responsabilidades en materia de

seguridad física nuclear¹². En tal caso, sería preciso establecer mecanismos de coordinación apropiados y eficaces entre esas distintas autoridades nacionales, incluido el órgano regulador, para aprovechar debidamente las sinergias y evitar posibles conflictos. En particular, se debería estudiar el posible establecimiento de “memorandos de entendimiento” entre los distintos interesados, cuya aplicación estaría supervisada por un comité nacional en el que estén representados todos los intereses pertinentes, y la celebración de reuniones de enlace (por ejemplo, anuales). Todas las interacciones entre autoridades nacionales tendrían que responder al objetivo de garantizar la protección de los trabajadores, la población y el medio ambiente.

3.15. El gobierno también debería establecer una política y estrategia relativa a las organizaciones responsables y los mecanismos financieros para responder ante cualquier incidente que entrañe el hallazgo de materiales radiactivos en las industrias de reciclado y producción de metales, y a las consecuencias de esos incidentes. En esta política y estrategia se tendría que alentar a los explotadores de las instalaciones de reciclado y producción de metales a que notifiquen el hallazgo de materiales radiactivos a fin de que el Estado pueda adoptar medidas apropiadas para someter esos materiales al control reglamentario¹³.

¹² Por “seguridad física nuclear” se entiende la prevención y detección de robo, sabotaje, acceso no autorizado, transferencia ilegal u otros actos dolosos relacionados con materiales nucleares, otras sustancias radiactivas o sus instalaciones conexas, y la respuesta a tales actos [7]. En este contexto se señala que no existe una distinción exacta entre los términos generales “seguridad tecnológica” y “seguridad física”. En general, la seguridad física se ocupa de las acciones humanas dolosas que podrían dañar o amenazar con causar daño a otros seres humanos; la seguridad tecnológica se ocupa de la cuestión más amplia del daño radiológico a las personas o al medio ambiente, sea cual sea la causa. Sin embargo, en la medida en que ambas nociones se refieran a acciones negligentes resulta necesario establecer una coordinación eficaz entre las organizaciones interesadas.

¹³ Para aplicar esta recomendación podría adoptarse alguno de los métodos siguientes:

- a) El gobierno podría alentar el establecimiento de un sistema por el cual las instalaciones de reciclado y producción de metales, posiblemente por conducto de sus asociaciones empresariales o de los usuarios de materiales radiactivos, cubra, mediante seguros o por otros medios, los costos de recuperación de esos materiales o de rehabilitación de las instalaciones contaminadas.
- b) El propio gobierno, por conducto del órgano regulador o de otra manera, podría cubrir el costo de recuperación del control sobre los materiales radiactivos, incluidas las disposiciones que puedan adoptarse para su gestión posterior.

EL ÓRGANO REGULADOR

3.16. El órgano regulador debería mantener bajo supervisión la seguridad radiológica en las industrias de reciclado y producción de metales. A tal efecto, tendría que establecer y actualizar una lista de las instalaciones de reciclado y producción de metales existentes en el Estado que correspondan a la categoría de amenaza IV (véase el párr. 2.6).

3.17. Con independencia del grado de reglamentación en materia de seguridad radiológica que exista en las industrias de reciclado y producción de metales, el órgano regulador debería hacer lo necesario para establecer una relación constructiva con las industrias a fin de lograr una cooperación eficaz en caso de accidente o emergencia relacionada con materiales radiactivos.

3.18. Teniendo en cuenta las leyes y los reglamentos nacionales, el órgano regulador debería formular políticas y estrategias para el control de chatarra, productos metálicos y desechos que puedan contener materiales radiactivos; a tal efecto, tendría que colaborar con otras autoridades nacionales pertinentes, a saber, autoridades de aduanas y de fronteras¹⁴, la policía y las organizaciones de respuesta a emergencias, organizaciones encargadas de la seguridad nacional, organizaciones de gestión de desechos radiactivos, las industrias de reciclado y producción de metales y representantes pertinentes de los trabajadores. En estas políticas y estrategias se debería establecer un enfoque graduado que tenga en cuenta lo siguiente:

- a) el tipo, la actividad y las características de los materiales radiactivos que puedan encontrarse (Ref. [8]; véase también el anexo II);
- b) el volumen de chatarra que se procese cada año en el Estado de que se trate.

¹⁴ Entre las funciones de las autoridades de aduanas y de fronteras figura la de impedir la importación o exportación no autorizada de materiales que podrían ser peligrosos, incluidos los materiales radiactivos. Un problema importante que se plantea actualmente es la amenaza que puede suponer para la seguridad nacional el tráfico ilícito de esos materiales. Para afrontar dicha amenaza algunos Estados han establecido programas de monitorización radiológica en los puntos de cruce de fronteras. Esos programas también contribuyen a impedir el traslado transfronterizo de materiales radiactivos mezclados con chatarra: de ahí los considerables beneficios de la coordinación de las políticas y estrategias de seguridad tecnológica y física para el establecimiento de programas de monitorización radiológica en los puntos de cruce de fronteras.

3.19. Al determinar la probabilidad de que la chatarra contenga materiales radiactivos y la probable naturaleza de esos materiales se debería tener en cuenta la frecuencia de incidentes previos y el origen de la chatarra procesada, sobre todo en el caso de expediciones procedentes de un Estado cuya infraestructura reglamentaria sea deficiente.

3.20. La estrategia de almacenamiento, procesamiento, reutilización o disposición final de los materiales radiactivos recuperados debería estar en consonancia con la política y estrategia nacional vigente para la gestión de los desechos radiactivos (véase la Ref. [3]) y con las recomendaciones formuladas en el párrafo 5.67 de la Ref. [33].

3.21. El órgano regulador debería participar en cualesquiera iniciativas que emprendan las industrias de reciclado y producción de metales para elaborar guías, acuerdos o protocolos relativos a la protección de los trabajadores, los miembros de la población y el medio ambiente contra los peligros asociados con materiales radiactivos que puedan estar presentes en la chatarra.

3.22. La función del órgano regulador en una emergencia varía según las circunstancias nacionales y debería determinarse de antemano en la etapa de planificación para emergencias. Su intervención puede ir desde la participación directa en las medidas de respuesta a emergencias hasta el suministro de asesoramiento a los servicios de emergencia y a otros participantes. Con independencia de la situación nacional, se deberían definir con claridad y documentar debidamente tanto las funciones como las responsabilidades del órgano regulador, así como su interacción con los explotadores, y convendría establecer procedimientos para que este pueda desempeñar esas funciones y responsabilidades.

3.23. El órgano regulador, en colaboración con la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias, tendría que establecer disposiciones relativas a su participación en las medidas de respuesta a incidentes y emergencias que entrañen el hallazgo de materiales radiactivos en las industrias de reciclado y producción de metales. Estas disposiciones deberían estar en consonancia con el plan nacional para emergencias radiológicas y tendrían que formularse con arreglo a los requisitos establecidos en la Ref. [20] y a las recomendaciones que figuran en la Ref. [30]. Si fuere necesario, estas disposiciones deberían elaborarse conjuntamente con disposiciones locales y nacionales de respuesta a emergencias radiológicas. En estos planes y disposiciones habría que identificar con claridad a las partes responsables, incluidas las encargadas de suministrar con prontitud asistencia y asesoramiento técnicos especializados.

3.24. El órgano regulador debería prestar asistencia para la recuperación del control físico sobre cualesquiera materiales radiactivos detectados en la chatarra. También tendría que velar por que los materiales radiactivos recuperados se almacenen correctamente hasta su traslado a una instalación de almacenamiento o disposición final de desechos radiactivos autorizada para manipular dichos materiales.

3.25. El órgano regulador debería velar por que durante las actividades de limpieza o descontaminación se adopten medidas de precaución apropiadas para proteger a los trabajadores, los miembros de la población y el medio ambiente contra los peligros radiológicos, de conformidad con los requisitos establecidos en la Ref. [1].

3.26. El órgano regulador debería estar en contacto con órganos reguladores de otros Estados y con organizaciones regionales e internacionales pertinentes a fin de promover la cooperación, el intercambio de información pertinente y la armonización de los métodos para el control de los materiales radiactivos en la chatarra.

3.27. El órgano regulador debería investigar, o prestar asistencia para que se investigue, cualquier incidente que entrañe la detección de materiales radiactivos en una instalación de reciclado y producción de metales a fin de determinar las causas posibles y las enseñanzas que puedan extraerse, así como la posible necesidad de establecer controles adicionales.

3.28. El órgano regulador, en colaboración con otras autoridades nacionales pertinentes, debería velar por que su personal reciba la capacitación adecuada para cumplir sus obligaciones en relación con incidentes y emergencias que entrañen la presencia sospechada o real de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos. También tendría que alentar la elaboración de programas de capacitación adecuados para el personal directivo y los trabajadores de las instalaciones de reciclado y producción de metales, las autoridades de aduana y de fronteras, la policía y las organizaciones de respuesta a emergencias.

3.29. En caso de que se notifique la pérdida de materiales radiactivos en un Estado, o en cualquier otra circunstancia que pudiera indicar la posible introducción sin la debida autorización de materiales radiactivos en dicho Estado, el órgano regulador debería alertar, según proceda, a las industrias de reciclado y producción de metales y comunicarles, si fuera el caso, la posterior recuperación de dichos materiales.

3.30. El órgano regulador debería velar por que tanto su propio personal como los profesionales sanitarios habilitados sean conscientes de que la aparición imprevista de lesiones radiológicas (es decir, efectos deterministas) en personas es un posible indicador de la presencia de una fuente huérfana¹⁵. Habría que tener presente que esas lesiones indican la existencia de una situación de exposición de emergencia que requiere la pronta adopción de medidas para localizar y aislar la fuente radiactiva a fin de evitar la exposición de otras personas a la radiación (véase el párr. 6.35 de la Ref. [28]). El OIEA y la Organización Mundial de la Salud han publicado un folleto informativo sobre el reconocimiento de las lesiones radiológicas destinado a los profesionales sanitarios habilitados [34].

3.31. En caso de que el órgano regulador considere probable que se hayan transportado o puedan transportarse materiales radiactivos no autorizados de un Estado a otro, dicho órgano debería alertar al respecto a las autoridades de aduana y de fronteras y adoptar medidas para notificar a cualquier Estado que pudiera verse afectado.

3.32. El órgano regulador debería estudiar, en colaboración con las industrias de reciclado y producción de metales, la posibilidad de transmitir a las instalaciones información sobre las lesiones que pueden provocar los materiales radiactivos presentes en la chatarra, en particular las fuentes peligrosas, así como sobre las medidas que deben adoptarse en caso de que se descubran esos materiales, y las enseñanzas extraídas de sucesos pasados relacionados con su presencia en dichas industrias. En particular, el órgano regulador debería considerar, también en colaboración con esas industrias, la posibilidad de preparar folletos informativos y carteles para aumentar la sensibilización acerca del riesgo de que la chatarra contenga materiales radiactivos. A fin de prestar asistencia a dichas industrias para identificar las fuentes huérfanas, esos folletos y carteles tendrían que contener descripciones de las fuentes radiactivas que pueden encontrarse normalmente, así como de sus contenedores y de los dispositivos en los que se utilizan. También se tendría que suministrar una lista de comprobación de las medidas iniciales que deben adoptar los explotadores ante el hallazgo de materiales radiactivos, junto con algunos consejos sobre protección radiológica¹⁶. En la Ref. [35] se facilita información acerca de las fuentes radiactivas selladas más corrientes y sobre los dispositivos que las contienen.

¹⁵ La aparición de esas lesiones en familiares y amigos de traperos de chatarra fue el primer indicio del accidente registrado en Goiânia en 1987 (véase la Ref. [1–2] del anexo I).

¹⁶ Esos folletos, carteles y listas básicas de comprobación de las medidas iniciales revisten particular importancia en el caso de las empresas pequeñas y medianas, que cuentan con muy pocos conocimientos en materia de seguridad radiológica.

3.33. En la Ref. [36] figuran guías de acción, instrucciones y tarjetas de medidas de respuesta para primeros actuantes y grupos específicos que deben responder a emergencias radiológicas en instalaciones, incluidas las correspondientes a la categoría de amenaza IV.

LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN DE METALES

3.34. El explotador de una instalación de reciclado y producción de metales es responsable de la salud y la seguridad de los trabajadores de la instalación y de cualquier persona que pueda ser afectada por sus actividades, incluidos los miembros de la población¹⁷. En particular, todas las personas que participen en las industrias de reciclado y producción de metales deberían adoptar todas las medidas razonables y apropiadas para garantizar que los materiales que manipulen, procesen o suministren se pueda reciclar en condiciones de seguridad.

3.35. Las organizaciones y asociaciones que representan a las industrias de reciclado y producción de metales tendrían que apoyar la elaboración de normas industriales para el reciclado y la producción de metales, en particular cuando en el Estado no existan reglamentos o directrices nacionales pertinentes. Esas normas, que pueden consistir en guías, acuerdos o protocolos, se deberían formular en colaboración con las autoridades nacionales pertinentes, incluido el órgano regulador, y los representantes pertinentes de los trabajadores. En el anexo III figuran ejemplos de protocolos y acuerdos establecidos entre las industrias de reciclado y producción de metales y las autoridades nacionales.

3.36. Los explotadores de instalaciones de reciclado y producción de metales tendrían que adoptar las medidas siguientes:

- a) *Presentación de una declaración relativa a los envíos internacionales de chatarra*¹⁸. Los explotadores de grandes instalaciones deberían pedir o exigir a los proveedores de chatarra a granel procedente de otros Estados que presenten una declaración en la que se indique si la chatarra ha sido sometida a monitorización radiológica y se consignen los resultados de esa monitorización.

¹⁷ Este es un principio general en materia de salud y seguridad, y en la legislación de muchos Estados esta responsabilidad se establece cualquiera sea la naturaleza del peligro implicado.

¹⁸ Algunos Estados exigen una certificación de que los envíos se han sometido a monitorización radiológica y se ha comprobado que pueden reciclarse en condiciones de seguridad. Esa certificación es una declaración formal y entraña que la monitorización ha estado a cargo de un órgano acreditado por una organización debidamente facultada a tal efecto.

- b) *Establecimiento de un programa de monitorización (véase la sección 4).* Los explotadores de grandes instalaciones deberían realizar una monitorización radiológica apropiada para determinar si la chatarra procesada y los productos (lingotes, barras de metal, etc.) y desechos resultantes son seguros desde el punto de vista radiológico (es decir, no contienen materiales que según la legislación nacional o un órgano regulador están sujetos a control reglamentario debido a su radiactividad; véase la nota de pie de página 2). Debido a las dificultades que entraña el uso de equipo de monitorización para detectar y medir la radiactividad en la chatarra, la declaración de un proveedor donde se consignan los resultados de la monitorización radiológica efectuada no proporciona una garantía absoluta de que la chatarra no contiene materiales radiactivos. Por esa razón, la chatarra deberá someterse nuevamente a monitorización cuando llegue a la instalación.
- c) *Elaboración de un plan de respuesta (véase la sección 5).* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería formular un plan de respuesta para abordar la presencia sospechada o real de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos. El plan de respuesta tendría que estar en consonancia con la naturaleza de la chatarra procesada y el tipo de instalación, y se debería formular en colaboración con las autoridades competentes. En ese plan habría que indicar con claridad los procedimientos que hayan de seguirse y las personas encargadas de adoptar medidas para abordar la presencia sospechada o real de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos. También se debería especificar el mecanismo establecido para obtener con prontitud asistencia y asesoramiento técnicos especializados cuando resulte necesario. En las instalaciones pequeñas y medianas, tal vez sea suficiente elaborar un plan en el que se indique el nombre y el número de teléfono de la persona de contacto en caso de que se sospeche la presencia de materiales radiactivos.
- d) *Notificación del hallazgo de materiales radiactivos al órgano regulador.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería informar al órgano regulador cuando se descubra la presencia de materiales radiactivos en chatarra, productos metálicos o desechos. El procedimiento de comunicación tendría que acordarse con el órgano regulador y describirse en el plan de respuesta.
- e) *Notificación a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería notificar a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias en caso de que se excedan los criterios especificados en el plan de respuesta (véase el párr. 5.7). El procedimiento

de comunicación tendría que acordarse con las autoridades competentes y describirse en el plan de respuesta.

- f) *Prevención de la dispersión de materiales radiactivos.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería adoptar las medidas necesarias para prevenir una mayor pérdida de control o la dispersión de los materiales radiactivos que se detecten.
- g) *Descontaminación de locales contaminados.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería participar en acuerdos relativos a la descontaminación de locales contaminados, en consonancia con los requisitos y las recomendaciones que figuran en las Refs. [27 y 37].
- h) *Transferencia de materiales radiactivos.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería disponer el traslado de los materiales radiactivos detectados a una organización autorizada por el órgano regulador para recibir esos materiales (véase el párr. 7.3).
- i) *Investigación de suceso.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería someter a investigación cualquier incidente que entrañe la detección de materiales radiactivos en esa instalación con objeto de determinar tanto el origen de esos materiales como las enseñanzas que hayan de extraerse. Estas enseñanzas pueden referirse a la necesidad de introducir mejoras en la monitorización o en las medidas de respuesta a sucesos. Los resultados de las investigaciones deberían comunicarse al órgano regulador cuando este lo solicite.
- j) *Suministro de capacitación e información al personal.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería velar por que el personal de la instalación reciba capacitación e información, según proceda, sobre la detección de materiales radiactivos y los procedimientos que hayan de seguirse en caso de que se detecten esos materiales.
- k) *Designación de una persona con competencia adecuada en materia de seguridad radiológica (en adelante “el encargado de la seguridad radiológica en el emplazamiento”).* Los explotadores de grandes instalaciones deberían designar para esta función a una persona con la debida cualificación y experiencia en materia de seguridad radiológica. Esta persona también podrá desempeñar otras funciones en la instalación (por ejemplo, también podrá ser el oficial encargado de la salud y la seguridad tecnológica). En las instalaciones pequeñas y medianas, tal vez solo sea suficiente que los explotadores indiquen el nombre y el número de teléfono de la persona de contacto en caso de que se sospeche la presencia de materiales radiactivos, según se indicó en el subpárrafo c). En la referencia [38] se formulan recomendaciones sobre cualificaciones y capacitación en materia de seguridad radiológica.

- l) *Mantenimiento de registros.* Todo explotador de una instalación de reciclado y producción de metales debería llevar registros apropiados sobre todos los asuntos mencionados en el presente párrafo, según proceda.

4. MONITORIZACIÓN PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE MATERIALES RADIATIVOS

CONSIDERACIONES GENERALES

4.1. En la presente sección se formulan recomendaciones sobre la monitorización radiológica que debería llevarse a cabo en las industrias de reciclado y producción de metales. No se incluyen recomendaciones sobre la monitorización de los materiales previa a su reciclado en el emplazamiento de una práctica autorizada¹⁹, como tampoco sobre la monitorización en las fronteras por motivos de seguridad nacional. En la Ref. [24] figuran las especificaciones técnicas y funcionales para el equipo de monitorización radiológica en las fronteras.

4.2. Teniendo en cuenta la gran variedad de instalaciones que operan en las industrias de reciclado y producción de metales, habría que adoptar un enfoque graduado para la monitorización. Tal vez no sea razonable esperar que los explotadores de instalaciones pequeñas y medianas realicen una monitorización exhaustiva. Sin embargo, las autoridades nacionales deberían garantizar como mínimo que a esos explotadores se les faciliten folletos y carteles para que adquieran conocimientos básicos y estén sensibilizados sobre lo siguiente:

- a) el aspecto visual de los dispositivos y contenedores en los que puede haber fuentes radiactivas [35];
- b) el símbolo de radiación (trébol) [39] y el símbolo complementario de advertencia de radiación ionizante [40];
- c) las etiquetas y los rótulos que se utilizan en el transporte de materiales radiactivos [41];

¹⁹ En la referencia [1] el término “práctica” se emplea para referirse a las situaciones que entrañan el uso deliberado de materiales radiactivos (o de otras fuentes de radiación ionizante) con una u otra finalidad (véase la Ref. [7]). La expresión “práctica autorizada” se emplea para distinguir entre las prácticas cuya realización requiere la autorización del órgano regulador y otras actividades que no necesitan control o no se prestan a estar controladas.

- d) la posibilidad de que haya contenedores de metales pesados o bloques de blindaje contruidos con uranio empobrecido en lugar de plomo.

Estos folletos y carteles deberían incluir instrucciones para el aislamiento de cualquier material, dispositivo o contenedor de aspecto sospechoso, junto con un resumen de las orientaciones que figuran en la sección 5. En la instrucción de la Ref. [36] se facilita más información sobre posibles métodos para reconocer una fuente radiactiva.

4.3. Aun cuando a los explotadores de grandes instalaciones de reciclado y producción de metales también se les debe facilitar esa información, ya que la observación visual reviste igual importancia en ese caso, el medio fundamental para determinar la presencia de materiales radiactivos en dichas instalaciones es el uso de detectores de radiación. Esos explotadores deberían reconocer que la monitorización radiológica no consiste solo en medir los niveles de radiación, sino que también abarca la interpretación de las mediciones, para lo cual es necesario comprender el significado de las mediciones efectuadas.

4.4. El resto de la presente sección se dedica fundamentalmente a formular recomendaciones para las grandes instalaciones de reciclado y producción de metales. Habrá que determinar en qué medida convendría establecer programas de monitorización radiológica en las instalaciones más pequeñas.

4.5. Se debería emplear equipo de detección radiológica apropiado, por ejemplo [42]:

- a) *Detectores Geiger–Müller.* Los detectores Geiger–Müller de ventana fina están concebidos para captar la radiación beta y son apropiados para los estudios de contaminación. Los detectores Geiger–Müller con ventana lateral se suelen utilizar para efectuar mediciones de tasas de dosis, pero debido a su relativa falta de sensibilidad a la radiación beta no son idóneos para los estudios de contaminación.
- b) *Contadores de ionización o exposímetros.* Por lo general, los detectores que utilizan cámaras de ionización tienden a ser menos sensibles que los detectores Geiger–Müller con ventana lateral.
- c) *Detectores de centelleo.* Son detectores de estado sólido. Los detectores que utilizan escintiladores de yoduro sódico y de plástico son apropiados para monitorizar niveles bajos de radiación gamma.

La monitorización puede requerir el uso de más de uno de estos detectores. Además, algunos explotadores de instalaciones de reciclado y producción de metales han utilizado analizadores multicanales para identificar determinados radionucleidos.

4.6. Los detectores de radiación pueden ser manuales o estacionarios (es decir, fijos). Los detectores manuales se pueden acercar a la chatarra, con la consiguiente posibilidad de localizar las fuentes radiactivas u otros materiales radiactivos discretos. Otra ventaja de estos detectores consiste en que se pueden llevar a cualquier parte de la instalación. Sin embargo, no son adecuados para la monitorización rutinaria de grandes remesas de chatarra. Para ello deberían utilizarse detectores estacionarios, que suelen ser más sensibles, aunque también más costosos. Estos dispositivos, que están instalados en determinados lugares y no se suelen utilizar en estudios de radiológicos, son monitores de paso “sí/no”, es decir que cuando el nivel de radiación alcanza un límite determinado se activa una alarma.

4.7. Los explotadores deberían ser conscientes de las limitaciones del equipo de monitorización y, en consecuencia, tendrían que recabar el asesoramiento de expertos cualificados²⁰ para seleccionar su equipo. En particular, los aparatos concebidos para la monitorización rutinaria en las instalaciones de reciclado y producción de chatarra normalmente detectan la radiación fotónica (radiación gamma y bremsstrahlung, que se produce cuando la radiación beta atraviesa la materia) y, en algunos casos, la radiación neutrónica²¹. La capacidad del equipo para detectar radiación fotónica (o neutrónica) dependerá de varios factores, a saber, el tipo y la cantidad de materiales no radiactivos ubicados entre el sistema de detección y cualquier fuente de radiación, la actividad de la fuente, y la duración de la medición determinada por el movimiento del detector y/o de la fuente. Además, resulta difícil, si no imposible, detectar radionucleidos emisores alfa en la chatarra mediante la monitorización rutinaria, a menos que la radiación alfa vaya acompañada de niveles significativos de radiación gamma. Por esa razón se produjeron en el pasado fundiciones involuntarias de radionucleidos

²⁰ Los expertos cualificados pueden ser personas privadas o pertenecer a organizaciones privadas o gubernamentales (véase la Ref. [7]).

²¹ Los detectores de neutrones se utilizan para detectar la presencia de material fisible, por ejemplo ²³⁹Pu. Estos aparatos se suelen usar en el equipo de monitorización en las fronteras, donde se trata de detectar el movimiento transfronterizo de materiales nucleares. No obstante, hay fuentes de neutrones que se utilizan en la industria en general. Un ejemplo corriente, es la combinación de americio 241 con berilio, que se emplea en equipo de medición de la humedad.

como ^{238}Pu e incluso $^{241}\text{Am}^{22}$, aun cuando la instalación contaba con sistemas de detección de buena calidad y en buen estado de mantenimiento [43].

MONITORIZACIÓN RUTINARIA

4.8. Los explotadores de instalaciones de reciclado y producción de metales deberían examinar las diferentes etapas del procesamiento de la chatarra, desde su recepción hasta la expedición de productos metálicos o de desechos, a fin de determinar en qué punto sería más eficaz la monitorización radiológica. Habría que tener en cuenta el posible blindaje por alguna capa de chatarra o algún contenedor de una fuente. En particular, el explotador debería someter a monitorización rutinaria lo siguiente:

- a) las remesas de chatarra que lleguen a la instalación, preferentemente cerca del punto de entrada al emplazamiento;
- b) muestras durante el proceso de fundición de acero;
- c) los productos finales antes de su expedición.

4.9. El explotador también tendría que estudiar la posibilidad de monitorizar los efluentes gaseosos, los polvos de horno y las escorias.

4.10. Una fuente cuya entrada en la instalación no se haya detectado inicialmente puede ser más fácil de monitorear como resultado del procesamiento de la chatarra. Por lo tanto, también habría que estudiar la posible utilización de equipo estacionario de monitorización en los puntos de las corrientes de procesamiento donde las cantidades de materiales que pueden ocultar una fuente radiactiva se reducen al mínimo, por ejemplo:

- a) en las grúas o las cucharas con que se manipula la chatarra;
- b) en los sistemas transportadores con los que circula la chatarra dentro de la instalación;
- c) en el punto de carga del cubo de vertido de la chatarra en el horno.

La monitorización de la chatarra en los sistemas transportadores será muy útil para detectar fuentes radiactivas, porque allí su blindaje por capas de chatarra se reducirá al mínimo y el detector podrá instalarse muy cerca de los materiales examinados.

²² La desintegración alfa de ^{241}Am va acompañada de emisión de fotones con una energía de 60 keV, que por su bajo nivel se blindan fácilmente.

4.11. El equipo de monitorización debería seleccionarse en función del tipo de instalación. En las instalaciones donde se manipulan grandes remesas de chatarra habría que utilizar equipo estacionario (de p \acute{o} rtico) para monitorear la radiaci \acute{o} n fot \acute{o} nica (y a veces neutr \acute{o} nica) procedente de las remesas, cuando llegan a la instalaci \acute{o} n, y los productos (lingotes, barras de metal, desechos, etc.), antes de su expedici \acute{o} n. Ese equipo deber \acute{i} a tener sensibilidad suficiente para detectar peque \acute{n} os incrementos del nivel de radiaci \acute{o} n por encima de los niveles de radiaci \acute{o} n de fondo natural. La monitorizaci \acute{o} n de las remesas a la llegada facilita la determinaci \acute{o} n del origen de los materiales radiactivos detectados.

4.12. Se deber \acute{i} a efectuar una monitorizaci \acute{o} n rutinaria de las corrientes de subproductos y las corrientes de desechos, en particular los efluentes gaseosos pero tambi \acute{e} n los polvos de horno y las escorias.²³ En la medida de lo posible habr \acute{i} a que utilizar equipo estacionario en lugar de analizar muestras en laboratorio, ya que ello permitir \acute{i} a responder de inmediato tras detectar la presencia de materiales radiactivos. Sin embargo, se deber \acute{i} an tener en cuenta las dificultades para monitorear radionucleidos emisores alfa sealadas en el p \acute{a} rrafo 4.7.

4.13. Para que sean eficaces, los detectores se tendr \acute{i} an que instalar lo m \acute{a} s cerca posible de los materiales objeto de monitorizaci \acute{o} n. El equipo deber \acute{i} a ser suficientemente robusto para soportar las condiciones propias del entorno en que vaya a utilizarse.

AN \acute{A} LISIS DE LABORATORIO

4.14. Como se indic \acute{o} en el p \acute{a} rrafo 4.12, siempre que sea posible habr \acute{i} a que emplear detectores estacionarios. Sin embargo, puesto que algunos radionucleidos no emiten cantidades significativas de radiaci \acute{o} n gamma, bremsstrahlung o neutrones, y por consiguiente son dif \acute{i} ciles de detectar mediante los sistemas de monitorizaci \acute{o} n de la radiaci \acute{o} n externa, los explotadores de fundiciones tambi \acute{e} n deber \acute{i} an estudiar la posibilidad de tomar, a intervalos regulares, muestras de los productos, escorias y polvos de horno de sus instalaciones para efectuar mediciones en laboratorio de las concentraciones de actividad alfa y beta.

²³ Debido a su volatilidad, ^{137}Cs quedar \acute{a} apresado en los polvos de horno (v \acute{e} ase la Ref. [41]).

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.15. Los detectores de radiación portátiles se deberían calibrar antes de su primera utilización, después de las reparaciones y con la periodicidad establecida por los requisitos reglamentarios, por el órgano regulador o por un experto cualificado, según proceda. Las pruebas previas a la utilización del equipo tendrían que abarcar una prueba de su rendimiento con sobrecarga, es decir, se debería comprobar que funcionará correctamente hasta una tasa de dosis máxima previsible.

4.16. Una vez efectuada la calibración se debería pegar en el instrumento una etiqueta donde conste el nombre de la organización que haya realizado la calibración, el número de certificado de calibración y la fecha de la calibración o la fecha en que deba procederse a una nueva calibración, según proceda. La calibración tendría que estar a cargo de una organización que mantenga campos de radiación de referencia acordes con los de un órgano nacional de normalización.

4.17. Habría que efectuar comprobaciones diarias con materiales radiactivos para cerciorarse de que el equipo puede detectar incrementos apropiados en los niveles de radiación.

4.18. Los instrumentos de monitorización fijos no se calibran de la misma manera que los dispositivos portátiles. Puesto que se trata de detectores de paso “sí/no”, los instrumentos fijos se deberían someter periódicamente a pruebas de funcionamiento para confirmar que conservan la capacidad de responder ante los niveles de radiación pertinentes. Por ejemplo, cada día se tendrían que utilizar fuentes de prueba para verificar si los monitores responden correctamente. También deberían aplicarse los procedimientos de prueba diaria en caso de que se sospeche un posible funcionamiento defectuoso del equipo.

4.19. Habría que mantener registros de todas las calibraciones, pruebas y verificaciones.

4.20. Se debería establecer un plan de mantenimiento del equipo, elaborado, como mínimo, con el asesoramiento de su fabricante.

4.21. En caso de que el sistema de detección de radiaciones de la instalación de reciclado y producción de metales quedara fuera de funcionamiento, deberían suspenderse todas sus actividades.

USO DE MONITORES DE PÓRTICO

4.22. Los monitores de pórtico consisten normalmente en una serie de detectores montados en uno o varios pilares, junto con sensores de ocupación gracias a los cuales el instrumento alterna entre la monitorización de los vehículos cargados de chatarra y el ajuste del nivel de radiación de fondo y el umbral de alarma, según sea necesario. Puesto que la sensibilidad de los monitores depende en gran medida de la distancia, los vehículos deberían pasar lo más cerca posible de los detectores. Además, los detectores tendrían que instalarse de manera que no se obstruya la línea de visión de la zona monitorizada.

4.23. Habría que seleccionar indicadores visuales de alarma e instalarlos de manera que el personal pueda verlos sin dificultad desde el punto de inspección; esto también se aplica a los indicadores acústicos.

4.24. El uso de monitores de pórtico para detectar la presencia de materiales radiactivos en vehículos se complica debido al efecto de blindaje inherente que generan la estructura del vehículo y sus componentes.²⁴ La sensibilidad del monitor también depende en gran medida de la duración de la medición (véase el párr. 4.33 c)). Estos dos aspectos se deberían tener en cuenta al fijar el umbral de alarma y el nivel de investigación de los instrumentos [24 y 44].

ALARMAS Y NIVELES DE INVESTIGACIÓN

4.25. Un nivel de investigación es un nivel de actividad al alcanzarse o rebasarse el cual debería realizarse una investigación para determinar la causa de la radiación detectada [7]. Aunque pueda fijarse por debajo del nivel de investigación, el umbral de alarma debería ser superior al nivel de radiación de fondo en el lugar donde se utilice el instrumento.²⁵ Habría que fijar valores para los umbrales de alarma y los niveles de investigación que permitieran mantener en niveles aceptables tanto la probabilidad de que no se detecte la presencia de materiales radiactivos como el número de falsas alarmas. El umbral de alarma puede expresarse como un múltiplo del nivel de radiación de fondo o como un múltiplo de la desviación estándar de la tasa de recuento de fondo. Puesto que la

²⁴ Durante la monitorización de un vehículo cargado de chatarra el nivel de radiación de fondo se reduce hasta en un 20 % debido al blindaje que generan el vehículo y su carga [24].

²⁵ No puede fijarse un nivel de investigación para un instrumento que coincida con el nivel de radiación de fondo, porque, debido a la naturaleza probabilística de la desintegración radiactiva, ello daría lugar a un número excesivo de falsas alarmas.

relación entre el nivel de radiación de fondo y su desviación estándar depende de la sensibilidad de detección del instrumento y del nivel de radiación de fondo, resulta imposible calcular un nivel de investigación aplicable a todos los tipos de instrumentos. En las Refs. [24 y 44] se proporciona más orientación e información sobre el establecimiento de umbrales de alarma y niveles de investigación para el equipo de monitorización de pórtico.

4.26. Hay tres tipos principales de alarmas²⁶ que revisten especial interés: las falsas alarmas, las alarmas inocentes y las alarmas reales.

4.27. Las falsas alarmas se activan por fluctuaciones normales de la radiación de fondo. En los monitores de pórtico son resultado de la respuesta del instrumento a niveles de radiación superiores al umbral de alarma pero inferiores al nivel de investigación (véase el párr. 4.25). Las falsas alarmas también pueden deberse a la interferencia de radiación de radiofrecuencia, pero es menos probable que esto suceda con los instrumentos modernos, bien diseñados.

4.28. Las alarmas inocentes se deben, tal como puede verificarse, a radiaciones distintas de la radiación de fondo con niveles superiores al nivel de investigación, pero no relacionadas con la presencia de materiales radiactivos en la chatarra. Estas alarmas pueden activarse porque cerca del monitor se encuentre una persona (por ejemplo, el conductor del vehículo) a la que se le hayan administrado radionucleidos con fines de diagnóstico o tratamiento médicos.

4.29. Las alarmas reales son las causadas por niveles de radiación superiores al nivel de investigación que no son alarmas inocentes. Esas alarmas deberían ser objeto de una investigación detallada.

4.30. Toda alarma tendría que someterse a una investigación inicial a fin de determinar si se trata de una falsa alarma, una alarma inocente o una alarma real. Habría que establecer procedimientos para realizar esa investigación. En general, se debería empezar por repetir la medición: si no se confirma la presencia de materiales radiactivos no es necesario adoptar otras medidas, pero el explotador tendría que registrar la ocurrencia de esa alarma. En cambio, si cuando se repite la medición de una remesa de chatarra, o de una parte de esa remesa, la alarma responde de la misma manera y no puede demostrarse que sea falsa o inocente, debería considerarse real y la remesa o parte de la remesa tendría que

²⁶ Las alarmas pueden activarse si el nivel de radiación rebasa el umbral de alarma o si se observa la presencia de un embalaje sospechoso en una remesa de chatarra.

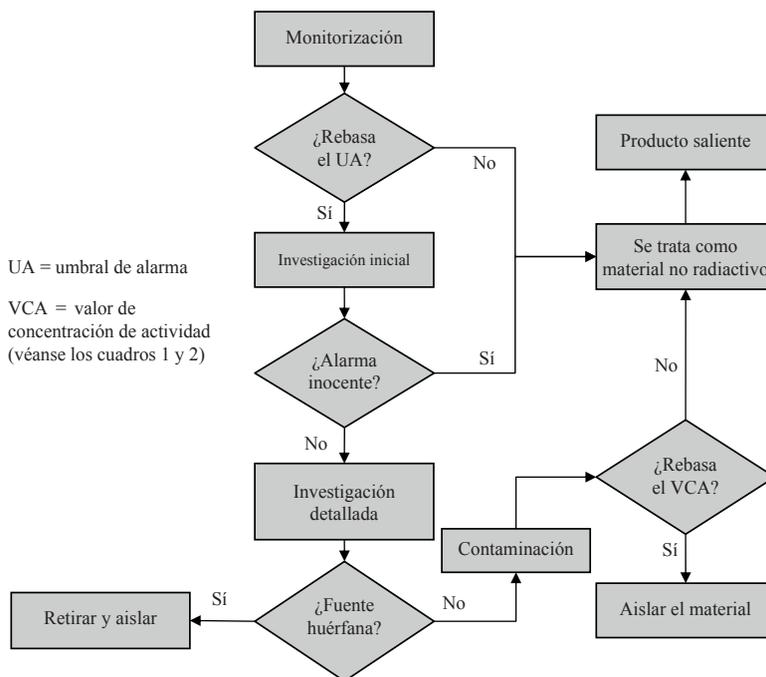


Fig. 1. Pasos comprendidos en la monitorización para determinar si la chatarra que llega a una instalación de reciclado y producción de chatarra contiene materiales radiactivos.

aislarse en los locales de la instalación donde se haya detectado, para su ulterior investigación (véase la sección 5).

4.31. En la figura 1 se resumen los pasos comprendidos en la monitorización para determinar si la chatarra que llega a una instalación de reciclado y producción de metales contiene materiales radiactivos.

CAPACITACIÓN Y AUMENTO DE LA SENSIBILIZACIÓN DEL PERSONAL

4.32. Los explotadores tendrían que velar por que el personal que utilice equipo de monitorización radiológica reciba capacitación adecuada y comprenda el significado de las mediciones que realice y las incertidumbres conexas. Ese personal también debería saber cómo distinguir entre las falsas alarmas, las alarmas inocentes y las alarmas reales, y qué medidas inmediatas habría que adoptar en caso de alarma real. Su capacitación debería encomendarse a expertos cualificados en protección radiológica.

4.33. El personal que utilice equipo de monitorización radiológica también tendría que ser consciente de las siguientes razones técnicas y prácticas que pueden dificultar la detección de la presencia de materiales radiactivos:

- a) el nivel de radiación puede ser demasiado bajo para ser detectado, ya sea porque la fuente o los materiales radiactivos sean de baja actividad²⁷ o porque estén blindados o se encuentren demasiado lejos del detector.
- b) Los materiales radiactivos pueden emitir únicamente radiación alfa o radiación beta de baja energía o bien radiación gamma.
- c) Las características de respuesta temporal del equipo de monitorización pueden ser demasiado lentas para la velocidad de paso del instrumento y los materiales radiactivos (por ejemplo, en el caso de un monitor de pórtico, la probabilidad de detección se reducirá si el vehículo pasa a alta velocidad entre los detectores).
- d) Puede ser necesario recalibrar el instrumento para garantizar una respuesta correcta.
- e) El instrumento puede estar fuera de funcionamiento en el momento de su utilización.

4.34. El explotador debería velar por que el personal encargado de la manipulación física de la chatarra o de su gestión reciba información suficiente, por ejemplo:

- a) que sea consciente de la posible presencia de materiales radiactivos.
- b) Que pueda reconocer visualmente fuentes radiactivas y sus contenedores, así como los diferentes carteles, etiquetas y rótulos utilizados para indicar la presencia de materiales radiactivos (véanse la Refs. [35 y 39 a 41]).
- c) Que conozcan y entiendan las medidas que deberían adoptarse tras el hallazgo de materiales radiactivos.
- d) Que tengan conocimientos básicos de los efectos de la radiación ionizante en la salud humana y el medio ambiente.

²⁷ Es posible que las concentraciones de actividad de radionucleidos un poco superiores a los valores indicados en los cuadros 1 y 2 no se detecten debido al efecto de blindaje generado por la chatarra y al grado de sensibilidad del monitor a la radiación emitida (véase el párr. 4.7).

5. RESPUESTA ANTE EL HALLAZGO DE MATERIALES RADIATIVOS

CONSIDERACIONES GENERALES

5.1. En la presente sección se formulan recomendaciones sobre las medidas de respuesta que debería aplicar el explotador de una instalación de reciclado y producción en caso de alarma real (es decir, la investigación detallada y las medidas ulteriores que se indican en la figura 1). No se aborda la respuesta de las autoridades competentes ante emergencias, acerca de la cual se formulan requisitos y recomendaciones en las referencias [20, 27 y 28].

PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA

5.2. Como se señaló en el párrafo 3.36 c), el explotador de una instalación de reciclado y producción de metales tendría que establecer un plan de respuesta. La aplicación de ese plan debería activarse cuando haya indicios de presencia sospechada o real de materiales radiactivos, por ejemplo, cuando se emita una alarma real. El explotador o el personal de la instalación tendrían que descartar toda tentación de pasar por alto una alarma real²⁸. El objetivo del plan de respuesta debería consistir en garantizar la protección de los trabajadores, los miembros de la población y el medio ambiente. Dicho plan tendría que estar en consonancia con el plan nacional para emergencias radiológicas mencionado en el párrafo 3.23, y se debería documentar, ejercitar, mantener bajo examen y actualizar, según sea necesario.

5.3. En el plan de respuesta tendrían que figurar las medidas que deban adoptarse en caso de que se sospeche o detecte la presencia de materiales radiactivos. Se deberían incluir las medidas siguientes:

- a) habría que aplicar con prontitud todas las medidas razonables para proteger a los trabajadores, los miembros de la población y el medio ambiente.
- b) Se debería recoger información que pueda ser útil para responder a las posibles consecuencias.

²⁸ Esa tentación puede surgir porque el explotador desee evitar una mayor supervisión por el órgano regulador o la obligación de garantizar el control adecuado sobre una fuente huérfana u otros materiales radiactivos que no tenía la intención de adquirir (véanse el párr. 3.15 y la nota de pie de página 13).

- c) En caso de que se active una alarma real cuando una remesa de chatarra llegue a una gran instalación o antes de su procesamiento, esa remesa debería aislarse para su ulterior investigación (véase el párr. 4.30). En el plan de respuesta habría que especificar el lugar de aislamiento previsto para esas remesas.
- d) En caso de que se produzca una alarma real durante el procesamiento de chatarra o la monitorización de productos de metal o desechos, si se considerase necesario adoptar medidas, estas deberían adoptarse de inmediato para proteger a los trabajadores y los miembros de la población y, cuando proceda, suspender las actividades de procesamiento y expedición de productos de metal o desechos hasta que se haya determinado la causa de la contaminación y acordonado las zonas afectadas.

5.4. En el párrafo 4.23 de la referencia [20] se establece lo siguiente:

“[se] deberá contar en todo momento con una persona en el emplazamiento con la autoridad y responsabilidad de: ... iniciar prontamente, sin necesidad de consultar, la correspondiente respuesta en el emplazamiento; informar al punto de notificación fuera del emplazamiento pertinente ...; proporcionar la información necesaria para una respuesta eficaz fuera del emplazamiento. Esta persona deberá contar con los medios apropiados para alertar al personal de respuesta en el emplazamiento y notificar al punto de notificación fuera del emplazamiento”.

En una de las notas de pie de página relativas a dicho párrafo de la referencia [20] se indica que en el caso de las instalaciones correspondientes a las categorías de amenaza III o IV (véase el párr. 2.6) “este requisito solo es aplicable en los períodos en que las operaciones plantean un riesgo potencial”. Habría que considerar que este requisito se aplica a las grandes instalaciones. Esas funciones deberían encomendarse a la persona designada por el explotador para hacerse cargo de la seguridad radiológica en el emplazamiento (véase el párr. 3.36 k)), cuyo nombre tendría que figurar en el plan de respuesta. Cualquier indicio de presencia sospechada o real de materiales radiactivos se debería comunicar de inmediato a la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento.

5.5. En el plan de respuesta habría que definir claramente las responsabilidades y la autoridad de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento en cuanto a las medidas de respuesta ante cualquier suceso. Las responsabilidades y la autoridad de esa persona deberían abarcar lo siguiente:

- a) velar por que cualesquiera materiales sospechosos de ser radiactivos se aislen debidamente;
- b) llevar a cabo un seguimiento de las personas que puedan haber estado expuestas a radiación;
- c) informar al personal directivo de la instalación de reciclado y producción de metales acerca del suceso;
- d) recabar la asistencia de expertos cualificados, cuando proceda;
- e) informar, en nombre del explotador, al órgano regulador en caso de que se confirme la presencia de materiales radiactivos;
- f) notificar, en nombre del explotador, a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias de que se ha rebasado el criterio establecido en el párrafo 5.7;
- g) participar en la recuperación del control físico sobre los materiales radiactivos.

5.6. En el plan de respuesta habría que especificar el equipo de monitorización que deba utilizarse. En general, la monitorización de seguimiento mediante instrumentos manuales debería ser suficiente para determinar si la activación de la alarma ha de atribuirse a una de las causas siguientes:

- a) una fuente huérfana intacta;
- b) una fuente huérfana que se haya roto antes de la fundición;
- c) radionucleidos de origen natural;
- d) radionucleidos de origen artificial;
- e) contaminación de la instalación, de productos de metal o de desechos a raíz del procesamiento de materiales radiactivos.

Sin embargo, cuando se sospeche la presencia de materiales radiactivos no sellados, en particular de materiales que puedan contener radionucleidos emisores alfa, tal vez sea preciso tomar muestras para efectuar mediciones en un entorno apropiado con bajos niveles de radiación de fondo o bien en un laboratorio radioquímico.

5.7. Si a 1 metro de distancia de cualquier superficie, objeto o material se detectara una tasa de dosis superior a 0,1 mSv/h, habría que sospechar la presencia de una fuente peligrosa, se debería notificar de inmediato a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias y debería investigarse la posible presencia de una fuente peligrosa [28 y 36]. Las disposiciones para afrontar esas situaciones tendrían que acordarse con dicha autoridad competente y deberían figurar en el plan de respuesta.

5.8. En el plan de respuesta habría que establecer la necesidad de que las personas encargadas de aplicar medidas en caso de alarma real reciban capacitación apropiada y cuenten con las medidas protectoras pertinentes.

RESPUESTA A SUCESOS PARTICULARES

Rechazo de expediciones

5.9. Si a raíz de una alarma real el explotador decidiera rechazar la remesa y devolverla al proveedor, antes de la devolución debería notificar al órgano regulador y al proveedor que ha habido una alarma y que tiene la intención de devolver la remesa. El traslado de dicha remesa fuera de la instalación de reciclado y producción de metales solo debería efectuarse si se cumplen los requisitos nacionales e internacionales para el transporte seguro de materiales radiactivos [41].

5.10. Si la remesa procediera de otro Estado, el órgano regulador del Estado desde el que se prevea devolverla tendría que comprobar primero si el destinatario de dicha devolución ha sido autorizado en su Estado para recibir y poseer materiales radiactivos y si el Estado de origen cuenta con las capacidades y los recursos técnicos y administrativos necesarios y la estructura reglamentaria apropiada para garantizar la gestión de los materiales con arreglo a las disposiciones establecidas en la referencia [8]. En el resto de la presente sección se formulan recomendaciones sobre la respuesta ante alarmas reales en los casos en que no se decida devolver la remesa al proveedor.

Respuesta ante el hallazgo de una fuente huérfana intacta

5.11. Si hubiera indicios de que una remesa de chatarra que llegue a una gran instalación pudiera contener una fuente huérfana, esa remesa se debería trasladar a un lugar previsto específicamente a tal efecto en el plan de respuesta. La zona circundante debería acordonarse y solo se tendría que autorizar el acceso de las personas con la cualificación y la experiencia apropiadas. El acordonamiento debería establecerse siguiendo las instrucciones de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y sobre la base de los criterios establecidos en el plan de respuesta (véase el párr. 5.7). La zona acordonada debería extenderse hasta donde la tasa de dosis ambiental no sea superior a 0,1 mSv/h. Esta dosis se basa en el nivel de intervención operacional indicado en el cuadro 7 de la Ref. [28] (véanse también las Refs. [36 y 44]).

5.12. Posteriormente, la remesa tendría que someterse a investigación con el apoyo de expertos cualificados y la orientación de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y/o de un experto cualificado. La chatarra que rodee a la fuente huérfana se debería retirar con sumo cuidado, ya que podría estar contaminada por fuga de materiales radiactivos de la fuente, y prestando atención a cualquier aumento de la tasa de dosis a medida que desaparezca el posible efecto de blindaje generado por la chatarra. Habría que estudiar la posibilidad de utilizar equipo de monitoreo manual con capacidad de espectrografía gamma para determinar la naturaleza de los radionucleidos presentes.

5.13. Si se confirmara la presencia de una fuente huérfana, el explotador, en colaboración con la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y el órgano regulador, debería adoptar disposiciones para la recuperación de dicha fuente y, en caso de que esta no estuviese blindada, para colocarla en un contenedor debidamente blindado. Posteriormente, la fuente huérfana recuperada y blindada se tendría que trasladar a un lugar de almacenamiento seguro desde el punto de vista tecnológico y físico, donde debería permanecer hasta que se decida su gestión ulterior. Ese lugar de almacenamiento se debería establecer previamente (por ejemplo, en el plan de respuesta) y el acceso al mismo tendría que limitarse a personas que hayan sido autorizadas y conozcan todas las precauciones que sea preciso adoptar.

Respuesta ante el hallazgo de una fuente huérfana rota

5.14. En caso de que una fuente huérfana se haya roto, el explotador, en colaboración con la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y el órgano regulador, debería adoptar disposiciones para la recuperación de dicha fuente y, en caso de que esta no estuviese blindada, para colocarla en un contenedor debidamente blindado. La fuente blindada y cualesquiera otros materiales sospechosos de contener radionucleidos con concentraciones de actividad superiores a los valores indicados en la Ref. [31] (véase el cuadro 1 de la presente guía de seguridad) se tendrían que trasladar a un lugar de almacenamiento seguro desde el punto de vista tecnológico y físico, donde deberían permanecer hasta que se decida su gestión ulterior. Habría que proceder con sumo cuidado para evitar que la contaminación se propague. El lugar de almacenamiento se debería establecer previamente (por ejemplo, en el plan de respuesta) y habría que seleccionarlo teniendo presente la necesidad de evitar que la contaminación se siga propagando, por ejemplo, en caso de que los materiales radiactivos estén expuestos a la lluvia. El acceso a ese lugar

tendría que limitarse a personas que hayan sido autorizadas y conozcan todas las precauciones que sea preciso adoptar.

5.15. Las zonas por las que se haya trasladado chatarra contaminada y fuentes huérfanas rotas deberían monitorizarse para determinar si han resultado contaminadas. Toda zona contaminada se tendría que acordonar y el acceso a la misma debería limitarse hasta su descontaminación.

Respuesta ante el hallazgo de otros materiales radiactivos en una remesa de chatarra

5.16. Si las mediciones de la radiación en una remesa de chatarra indicaran la presencia de radionucleidos con concentraciones de actividad superiores a los valores indicados en los cuadros 1 o 2 [31], la remesa se debería trasladar a un lugar de almacenamiento seguro desde el punto de vista tecnológico y físico. El lugar de almacenamiento se debería establecer previamente (por ejemplo, en el plan de respuesta). Esa zona se tendría que acordonar y el acceso al lugar de almacenamiento tendría que limitarse a personas que hayan sido autorizadas y conozcan todas las precauciones que sea preciso adoptar. El explotador, en colaboración con la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y el órgano regulador, debería adoptar disposiciones para la posterior investigación de los materiales. Habría que estudiar la posibilidad de utilizar equipo de monitoreo manual con capacidad de espectrografía gamma para determinar la naturaleza de los radionucleidos presentes. Tal vez sea preciso efectuar análisis de laboratorio para determinar la naturaleza de esos radionucleidos y sus concentraciones de actividad en los materiales. Solo los materiales que contengan radionucleidos con concentraciones de actividad superiores a los valores indicados en los cuadros 1 o 2 estarán sujetos al control reglamentario y deberán mantenerse dentro de la zona acordonada.

5.17. Habría que tener en cuenta la posible propagación de la contaminación durante el traslado de chatarra contaminada, por ejemplo, por acción de la lluvia.

Respuesta ante la detección de materiales radiactivos en las corrientes de entrada antes de la fundición

5.18. En caso de que se detecten materiales radiactivos en una corriente de entrada de chatarra antes de la fundición (por ejemplo, por contaminación en los sistemas transportadores de la instalación como resultado de la trituración involuntaria de una fuente mezclada con la chatarra), el explotador debería adoptar de inmediato las medidas siguientes:

- a) interrumpir el proceso a fin de que los materiales de la corriente de entrada no sigan llegando al interior de la instalación;
- b) acordonar la zona y restringir el acceso;
- c) adoptar disposiciones para que se lleve a cabo una investigación a fin de determinar la naturaleza de los materiales radiactivos;
- d) teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales radiactivos, adoptar disposiciones para su retirada y traslado a un lugar de almacenamiento tecnológica y físicamente seguro dentro del emplazamiento con arreglo a las recomendaciones formuladas en el párrafo 5.11.

5.19. Todas las actividades deberían realizarse siguiendo las instrucciones de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento. Si fuera necesario, el explotador tendría que recabar apoyo técnico de un experto cualificado.

Respuesta a la contaminación debida a la fundición de materiales radiactivos

5.20. En caso de que se detecten materiales radiactivos después de la fundición de chatarra (por ejemplo, en gases efluentes, escorias o productos de metal), el explotador debería adoptar de inmediato las medidas siguientes:

- a) tener en cuenta la posibilidad de que se haya fundido involuntariamente una fuente peligrosa y, si se sospecha que tal es el caso, notificar de inmediato a la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias;
- b) interrumpir todas las fases del proceso que se consideren afectadas y adoptar disposiciones para efectuar una monitorización a fin de determinar el alcance de la contaminación;
- c) adoptar todas las medidas necesarias para evitar que los materiales radiactivos se sigan dispersando;
- d) suspender la expedición o retirada de la instalación de cualesquiera productos de metal o desechos que pudieran estar contaminados;
- e) notificar a las organizaciones que pudieran haber recibido cualesquiera productos contaminados;
- f) realizar (o adoptar disposiciones para que se realice) una evaluación radiológica integral de la situación a fin de determinar la naturaleza y el alcance de la contaminación.

5.21. La evaluación radiológica integral debería basarse en un estudio detallado del proceso de reciclado de metales y tendría que abarcar la medición de cualesquiera escorias y polvos que pudieran haberse generado y la monitorización de la zona aledaña al lugar donde haya ocurrido el suceso, así como, si fuera

necesario, de otras zonas dentro y fuera de la instalación. Habría que tener en cuenta la posibilidad de que durante el procesamiento de la chatarra los materiales radiactivos se hayan distribuido entre la fase metálica y los residuos, escorias, efluentes gaseosos, polvos de horno u otros materiales²⁹. Tal vez sea preciso efectuar análisis de laboratorio para determinar las concentraciones de actividad de los radionucleidos en los materiales. La evaluación radiológica debería realizarse con la orientación o el apoyo de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y, si fuera necesario, el explotador tendría que recabar apoyo técnico de un experto cualificado.

5.22. En caso de que se hayan emitido materiales radiactivos al medio ambiente, los primeros actuantes, con el apoyo de oficiales locales, deberían iniciar la aplicación fuera del emplazamiento de cualesquiera medidas previstas para responder ante cualquier suceso que tenga consecuencias en el exterior del emplazamiento³⁰. En la Ref. [36] se proporcionan orientaciones detalladas para los primeros actuantes.

5.23. Todos los materiales, con inclusión de escorias y polvos, que se encuentren en la instalación y contengan radionucleidos con concentraciones de actividad superiores a los valores indicados en el cuadro 1 o el cuadro 2 (véase la Ref. [31]) se tendrían que trasladar a un lugar de almacenamiento seguro desde el punto de vista tecnológico y físico, donde deberían permanecer hasta que se decida su gestión ulterior. El lugar de almacenamiento se debería establecer previamente (por ejemplo, en el plan de respuesta) y habría que seleccionarlo teniendo presente la necesidad de evitar que la contaminación se siga propagando, por ejemplo, en caso de que los materiales radiactivos estén expuestos a la lluvia. El acceso al lugar de almacenamiento tendría que limitarse a personas que hayan sido autorizadas y conozcan todas las precauciones que sea preciso adoptar. Las actividades deberían realizarse siguiendo las instrucciones de la persona

²⁹ Hay diferencias considerables en el comportamiento de los radionucleidos que podrían llegar a mezclarse con la chatarra. Por ejemplo, el ⁶⁰Co permanecerá en gran medida en la fase metálica durante la fundición, mientras que es más probable que el ¹³⁷Cs (que suele estar presente en las fuentes selladas en forma de cloruro de cesio) se mezcle con polvos o se emita como efluente suspendido en el aire. En cuanto al americio 241 y a los radionucleidos de origen natural, lo más probable es que se mezclen con las escorias.

³⁰ La respuesta fuera del emplazamiento debería basarse en criterios nacionales de respuesta a emergencias radiológicas. Sin embargo, se considera improbable que sea preciso adoptar medidas para proteger a la población a raíz de la emisión de materiales radiactivos en la atmósfera debido a la fundición involuntaria de una fuente huérfana.

encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento. Si fuera necesario, el explotador tendría que recabar apoyo técnico de un experto cualificado.

SUMINISTRO DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO

5.24. En el párrafo 4.83 de la Ref. [20] se indica lo siguiente: “Se deberían adoptar disposiciones que permitan: proporcionar al público una información útil, oportuna, veraz, congruente y pertinente en caso de una emergencia nuclear o radiológica...” Con arreglo al párrafo 4.84 de dicha referencia: “El explotador, las demás organizaciones de respuesta, otros Estados y el OIEA deberán tomar disposiciones para coordinar el suministro de información al público y a los medios noticiosos y de información en el caso de una emergencia nuclear o radiológica.” En el plan nacional para emergencias radiológicas mencionado en el párrafo 3.23 de la presente guía de seguridad se deberían definir normas relativas al suministro de información al público.

5.25. Esas disposiciones, que deberían figurar en el plan de respuesta, revisten especial importancia en caso de emisión de materiales radiactivos al medio ambiente o expedición de productos contaminados a raíz de la fundición de una fuente peligrosa. Si en una instalación de reciclado y producción de metales se produjera un incidente de ese tipo, habría que suministrar al público la información siguiente, según proceda:

- a) las posibles consecuencias sanitarias del incidente, con inclusión, cuando sea necesario y apropiado, de información destinada a mitigar los temores injustificados.
- b) Las medidas que deberían adoptar los miembros de la población.
- c) Las medidas que ya se hayan adoptado para proteger a los miembros de la población. Esto podría abarcar cualquier medida adoptada para recuperar productos contaminados que puedan haber entrado al espacio público.

NOTIFICACIÓN DE SUCESOS

5.26. Después de cualquier suceso ocurrido en una instalación de reciclado y producción de metales donde se haya confirmado la presencia de materiales radiactivos, el explotador debería adoptar disposiciones para la preparación de un informe en el que se describa el suceso, los tipos y resultados de las mediciones efectuadas, las consecuencias radiológicas con respecto a las exposiciones de los trabajadores y los miembros de la población, hasta donde se conozcan, y las

medidas adoptadas para mitigar dichas consecuencias. El explotador también tendría que tratar de averiguar el origen de los materiales radiactivos, y los resultados de esa investigación tendrían que constar en el informe, el cual se debería presentar sin demora al órgano regulador. Los informes sobre sucesos relacionados con fuentes peligrosas tendrían que compartirse con todas las partes interesadas (por ejemplo, las distintas autoridades nacionales que participen en las reuniones de enlace periódicas mencionadas en el párrafo 3.14), a fin de que estas puedan intercambiar las enseñanzas extraídas de los sucesos y la respuesta a los mismos.

CAPACITACIÓN E INFORMACIÓN

5.27. El explotador debería velar por que todo el personal que pueda tener que intervenir para responder a una alarma real conozca la existencia del plan de respuesta y comprenda claramente sus responsabilidades y funciones a ese respecto. En particular, debería impartirse a todo el personal capacitación sobre la manera de reconocer los materiales radiactivos y responder a su presencia sospechada o real en chatarra, productos de metal o desechos, así como sobre los procedimientos que hayan de seguirse. La capacitación debería encomendarse a personas debidamente cualificadas.

5.28. En el contexto de la respuesta ante alarmas reales, la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento (véase el párr. 3.36 k)) debería contar con conocimientos suficientes para:

- a) evaluar adecuadamente el peligro radiológico y prestar asesoramiento sobre las medidas de seguridad radiológica que sean necesarias;
- b) determinar las precauciones que sean necesarias para proteger a los trabajadores que participen en la respuesta al incidente;
- c) determinar cuándo se podrá poner fin a las medidas protectoras.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

5.29. En la Convención sobre la pronta notificación y la Convención sobre asistencia [21] se establecen obligaciones de los Estados Parte relativas a la cooperación con otros Estados y con organizaciones internacionales y al suministro de asistencia en caso de emergencia radiológica (véanse los párrs. 3.7 y 3.8). Como se indicó en el párrafo 3.7 de la presente guía de seguridad, con arreglo a lo dispuesto en la referencia [20] los Estados deben

notificar, directamente o por conducto del OIEA, a los Estados que puedan verse afectados por una emergencia transnacional. Teniendo en cuenta la importancia del comercio internacional de chatarra y productos de las industrias de reciclado y producción de metales, las autoridades nacionales deberían establecer disposiciones sobre la cooperación con las autoridades pertinentes de otros Estados y con las organizaciones nacionales pertinentes en cualquier emergencia relacionada con la presencia de fuentes peligrosas en dichas industrias.

5.30. Esas disposiciones tendrían que abarcar, en particular, la notificación a todo Estado que pudiera verse afectado y al OIEA en caso de que ocurra lo siguiente:

- a) una emisión de materiales radiactivos a la atmósfera en una instalación de reciclado y producción de metales;
- b) el descubrimiento de productos de metal o desechos que contengan materiales radiactivos con radionucleidos cuyas concentraciones de actividad rebasen los valores indicados en los cuadros 1 o 2 (véase la Ref. [31]), y el traslado de esos productos o desechos más allá de las fronteras nacionales;
- c) la pérdida de una fuente radiactiva y la sospecha de que se haya mezclado con chatarra y trasladado más allá de las fronteras nacionales.

6. REHABILITACIÓN DE ZONAS CONTAMINADAS

6.1. En la Ref. [27] se establecen los requisitos relativos a la rehabilitación³¹ de zonas contaminadas por actividades y accidentes pasados. En la Ref. [37] se formulan recomendaciones para el cumplimiento de esos requisitos. El objetivo de la rehabilitación es la reducción oportuna y progresiva del peligro y, en última instancia, si es posible, retirar sin restricciones el control reglamentario de la zona contaminada. En las Refs. [27 y 37] se señala que hay situaciones en las que no es viable retirar el control reglamentario de una zona, de manera que puede ser necesario restringir el acceso a la zona o el uso de la misma.

³¹ En la nota de pie de página 3 de la Ref. [27] se señala que la rehabilitación no entraña la eliminación de toda la radiactividad o de todas las trazas de materiales radiactivos. Si bien mediante el proceso de optimización puede conseguirse un amplio grado de rehabilitación, ello no supone necesariamente una restauración de las condiciones preexistentes.

6.2. Habría que consultar las Refs. [27 y 37], porque la presente guía de seguridad no se ocupa de la descontaminación de las instalaciones que puedan resultar contaminadas a raíz de la presencia de materiales radiactivos en la chatarra. No obstante, cabe formular unas pocas observaciones.

6.3. Todas las partes de una instalación que resulten contaminadas a raíz del procesamiento de chatarra que contenga materiales radiactivos se deberían evaluar para determinar si es necesario aplicar medidas de rehabilitación. Sin embargo, previamente habría que caracterizar con precisión la naturaleza y el alcance de la contaminación. Posteriormente, el explotador, con la orientación de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y, si fuera necesario, de un experto cualificado, y en consulta con representantes de los trabajadores, debería elaborar un plan de rehabilitación, que tendría que contener disposiciones para la protección de los trabajadores y de los miembros de la población. El plan de rehabilitación deberá someterse a la aprobación del órgano regulador [27]. En dicho plan puede establecerse la necesidad de suspender las operaciones de procesamiento o producción de metales hasta que se hayan completado las actividades de rehabilitación.

6.4. En el plan de rehabilitación debe definirse el objetivo de la rehabilitación, los niveles de referencia que hayan de aplicarse, la naturaleza de las medidas de rehabilitación y su escala y duración, las disposiciones relativas al almacenamiento o la disposición final de los desechos, y la monitorización durante y después de las actividades de rehabilitación [27].

6.5. El plan de rehabilitación se debería ejecutar bajo la supervisión de la persona encargada de la seguridad radiológica en el emplazamiento y, si fuera necesario, de un experto cualificado. Los materiales contaminados por radionucleidos con concentraciones de actividad superiores a los valores indicados en los cuadros 1 o 2 tendrían que almacenarse, dentro del emplazamiento, en un lugar seguro desde el punto de vista tecnológico y físico, previamente determinado (por ejemplo, en el plan de respuesta), donde deberían permanecer hasta su posterior gestión como desechos radiactivos, a menos que el órgano regulador acuerde algo distinto (véase la sección 7).

6.6. La decisión final acerca de la liberación de un emplazamiento del control reglamentario debería corresponder al órgano regulador.

7. GESTIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS RECUPERADOS

7.1. En la presente sección se aborda la gestión de materiales radiactivos recuperados tras su hallazgo en una instalación de reciclado y producción de metales. Esos materiales deberían tratarse como desechos radiactivos y ser objeto de una gestión apropiada. Su gestión tendría que ajustarse a los requisitos de seguridad relativos a la gestión de desechos radiactivos previa a la disposición final [3] y a las recomendaciones conexas para el cumplimiento de estos requisitos [33]. Habría que consultar las Refs. [3 y 33], porque la presente guía de seguridad no se ocupa de la gestión de los desechos radiactivos que puedan generarse a raíz de la presencia de materiales radiactivos en la chatarra. No obstante, cabe formular unas pocas observaciones.

7.2. Como se señaló en el párrafo 3.15, el gobierno debería establecer una política y estrategia para el control de los desechos radiactivos, en general, y de los materiales radiactivos recuperados en las industrias de reciclado y producción de metales, en particular. Esa política y estrategia también tendría que aplicarse a los desechos radiactivos generados por la contaminación que pueda resultar de la rotura de una fuente huérfana o la fundición de materiales radiactivos mezclados con chatarra. La formulación de esa política y estrategia tendría que emprenderse en colaboración con las industrias de reciclado y producción de metales, el órgano regulador y las organizaciones dedicadas a la gestión de desechos radiactivos.

7.3. A continuación se señalan algunos elementos que deberían formar parte de las estrategias y los procedimientos para la gestión de los desechos radiactivos generados por la presencia de materiales radiactivos en la chatarra:

- a) habría que reducir al mínimo la generación de desechos radiactivos y los que no sea posible evitar deberían generarse de una manera que facilite su posterior manipulación, procesamiento, transporte y almacenamiento, y satisfaga los criterios de aceptación establecidos para su ulterior gestión o disposición final.
- b) Para reducir al mínimo las consecuencias ambientales, los desechos radiactivos se tendrían que segregar en la mayor medida que pueda razonablemente alcanzarse.
- c) Los materiales radiactivos recuperados deberían almacenarse dentro del emplazamiento, en un lugar seguro desde el punto de vista tecnológico y físico, hasta que se los pueda retirar con el acuerdo del órgano regulador.

- d) Los materiales radiactivos recuperados no tendrían que permanecer almacenados durante períodos prolongados en una instalación de reciclado y producción de metales.
- e) El acceso a los materiales radiactivos recuperados y almacenados en una instalación de reciclado y producción de metales debería limitarse a las personas autorizadas que hayan recibido capacitación apropiada en materia de protección radiológica.
- f) La ruta de gestión apropiada para el almacenamiento o la disposición final de materiales radiactivos se debería determinar en colaboración con el órgano regulador teniendo en cuenta la naturaleza de los desechos y la política nacional vigente para la gestión de desechos.
- g) Todos los materiales radiactivos recuperados tendrían que transferirse a una organización de gestión de desechos autorizada para recibir desechos radiactivos. El transporte de esos materiales debe efectuarse con arreglo a los requisitos nacionales e internacionales para el transporte seguro de materiales radiactivos [41]. Si se prevén dificultades para cumplir esos requisitos, habría que analizarlas de antemano con el órgano regulador del Estado correspondiente.

REFERENCIAS

- [1] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS, 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).
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad, Colección Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1, OIEA, Viena (2010).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 5, OIEA, Viena (2010).
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Security of Radioactive Sources, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 11, OIEA, Viena (2009).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Control and Management of Radioactive Material Inadvertently Incorporated into Scrap Metal (Actas de la Conferencia Internacional de Tarragona, 2009), OIEA, Viena (2011).
- [6] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Recommendations on Monitoring and Response Procedures for Radioactive Scrap Metal: Report of an International Group of Experts convened by the United Nations Economic Commission for Europe, ECE/TRANS/NONE/2006/8, CEPE, Ginebra (2006).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA: Terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica (edición de 2007), OIEA, Viena (2008).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Código de conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas, OIEA/CODEOC/2004, OIEA, Viena (2004).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Directrices sobre la importación y exportación de fuentes radiactivas, IAEA/CODEOC/IMP-EXP/2005, OIEA, Viena (2005).
- [10] ANGUS, M.J., CRUMPTON, C., McHUGH, G., MORETON, A.D., ROBERTS, P.T., Management and Disposal of Disused Sealed Radioactive Sources in the European Union, EUR 18186EN, Comisión Europea, Luxemburgo (2000).
- [11] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Report on the Improvement of the Management of Radiation Protection Aspects in the Recycling of Metal Scrap (copatrocinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Comisión Europea), UNECE/TRADE/278, CEPE, Ginebra (2002).

- [12] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Monitoring, Interception and Managing Radioactively Contaminated Scrap Metal (Actas de la reunión del Grupo de Expertos de la CEPE, Ginebra, 2004), ECE/TRANS/NONE/2004/31, CEPE, Ginebra (2004).
- [13] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Recommendations on Monitoring and Response Procedures for Radioactive Scrap Metal (Actas de la reunión del Grupo de Expertos de la CEPE sobre monitorización de chatarra radiactiva, Ginebra, 2006), ECE/TRANS/NONE/2006/7, CEPE, Ginebra (2006).
- [14] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials (Actas de la Conferencia Internacional de Dijon, 1998), OIEA, Viena (1999).
- [15] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, National Regulatory Authorities with Competence in the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials (Actas de la Conferencia Internacional de Buenos Aires, 2000), OIEA, Viena (2001).
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Security of Radioactive Sources (Actas de la Conferencia Internacional de Viena, 2003), OIEA, Viena (2003).
- [17] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Safety and Security of Radioactive Sources: Towards a Global System for the Continuous Control of Sources throughout their Life Cycle (Actas de la Conferencia Internacional de Burdeos, 2005), OIEA, Viena (2006).
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Lessons Learned from the Decommissioning of Nuclear Facilities and the Safe Termination of Nuclear Activities (Actas de la Conferencia Internacional de Atenas, 2006), OIEA, Viena (2007).
- [19] COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1, OIEA, Viena (2007).
- [20] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, 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 (2004).

- [21] 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 (1989).
- [22] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, INFCIRC/546, OIEA, Viena (1997).
- [23] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Control reglamentario de las fuentes de radiación, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-G-1.5, OIEA, Viena (2009).
- [24] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 1, OIEA, Viena (2005).
- [25] OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE ADUANAS, Combating Illicit Trafficking in Nuclear and Other Radioactive Material, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 6, OIEA, Viena (2007)
- [26] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Seguridad de los generadores de radiación y de las fuentes radiactivas selladas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.10, OIEA, Viena (2009).
- [27] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-3, OIEA, Viena (2003).
- [28] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas, Colección de Normas de Seguridad N° GS-G-2.1, OIEA, Viena (2010).
- [29] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Clasificación de las fuentes radiactivas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.9, OIEA, Viena (2009).
- [30] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Método para elaborar disposiciones de respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, Actualización del documento IAEA-TECDOC-953/S, Colección de Preparación y Respuesta en Caso de Emergencia, EPR-METHOD 2003, OIEA, Viena (2009).
- [31] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.7, OIEA, Viena (2007).

- [32] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Colección de Informes de Seguridad N° 44, OIEA, Viena (2005).
- [33] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS G-2.7, OIEA, Viena (2009).
- [34] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Como reconocer y responder inicialmente a una lesión accidental debida a la radiación, OIEA, Viena (2000), <http://educontinua.fcencias.unam.mx/CONTINUA/CURSOS/ProteccionRadiologica/DocumentosPR/lesion.pdf>
- [35] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Identificación de fuentes y dispositivos radiactivos, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 5, OIEA, Viena (2009).
- [36] COMITÉ TÉCNICO INTERNACIONAL DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DEL FUEGO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Manual para Primeros Actuantes ante Emergencias Radiológicas, Colección de Preparación y Respuesta en Caso de Emergencia, OIEAPRE-PRIMEROS ACTUANTES, OIEA, Viena (2007).
- [37] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Proceso de rehabilitación de zonas afectadas por actividades y accidentes pasados, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-3.1, OIEA, Viena (2009).
- [38] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Creación de competencia en materia de protección radiológica y uso seguro de las fuentes de radiación, Colección Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.4, OIEA, Viena (2010).
- [39] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Basic Ionizing Radiation Symbol, ISO 361:1975, ISO, Ginebra (1975).
- [40] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN, Ionizing-Radiation Warning — Supplementary Symbol, ISO 21482, ISO, Ginebra (2007).
- [41] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, Edición de 2009, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° TS-R-1, OIEA, Viena (2009).
- [42] CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS RADIOLÓGICAS, Managing Potentially Radioactive Scrap Metal, NCRP Rep. 141, Bethesda, MD (2002).
- [43] GOBIERNO DEL REINO UNIDO, Explanatory Memorandum to the High-Activity Sealed Radioactive Sources and Orphan Sources Regulations 2005, N° 2686, http://www.opsi.gov.uk/si/em2005/uksiem_20052686_en.pdf

- [44] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE ADUANAS, OFICINA EUROPEA DE POLICÍA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE POLICÍA CRIMINAL, *Detección de materiales radiactivos en las fronteras*, IAEA-TECDOC-1312/S, OIEA, Viena (2004).

Anexo I

EXAMEN DE SUCESOS RELACIONADOS CON MATERIALES RADIATIVOS OCURRIDOS EN LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO Y PRODUCCIÓN DE METALES

I-1. Las industrias de reciclado y producción de metales deben afrontar la presencia de una variedad de posibles contaminantes, por ejemplo: aceites lubricantes, fluidos inflamables, ácidos de proceso y otros contaminantes peligrosos que puedan haber quedado en la chatarra en su instalación de origen. La primera descripción formal del hallazgo de fuentes huérfanas en dichas industrias data de 1986 [I-1]. Desde entonces se ha reconocido cada vez más que esos incidentes pueden tener un impacto considerable.

ACCIDENTES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE CHATARRA

I-2. En el cuadro I-1 figura un resumen de algunos accidentes conocidos relacionados con fuentes radiactivas en la cadena de suministro de chatarra. Las principales causas de estos accidentes fueron la falta de control reglamentario, el almacenamiento de fuentes en desuso en lugares no protegidos y el robo de dispositivos que contenían fuentes radiactivas.

FUNDICIÓN INVOLUNTARIA DE MATERIALES RADIATIVOS

I-3. En el cuadro I-2 figura un resumen de algunos incidentes relacionados con la fundición involuntaria de fuentes radiactivas con chatarra.

I-4 En el cuadro 1 de la Ref. [I-9] figura una lista de 60 sucesos relacionados con la fundición involuntaria de fuentes radiactivas ocurridos entre 1983 y 1998. Estos datos, que se resumen en las figuras I-1 y I-2, indican que el 69 % de dichos sucesos ocurrieron en la industria siderúrgica. Entre las industrias de los metales no ferrosos, la más afectada fue la industria de reciclado de aluminio.

I-5. Los datos también demuestran (figura I-2) que los dos radionucleidos más frecuentes en los incidentes relacionados con la fundición fueron el ^{137}Cs (48 %) y el ^{60}Co (26 %). El americio 241, el ^{226}Ra y el torio representaban entre el 5 % y el 6 %, cada uno, del número total de incidentes, pero por lo general este último

CUADRO I-1. RESUMEN DE ALGUNOS ACCIDENTES RELACIONADOS CON FUENTES RADIATIVAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE CHATARRA

Lugar y fecha	Dispositivo	Fuente radiactiva	Causa	Consecuencias	Ref.
Goiânia (Brasil), 1987	Unidad de teleterapia	Cs 137 (50 TBq)	Falta de control reglamentario. Robo en un edificio no protegido, para reprocesamiento como chatarra.	Contaminación importante de 21 personas con dosis superiores a 1 Gy; cuatro víctimas mortales. Demolición de edificios. 3 500 m ³ de desechos radiactivos.	[1-2]
Estambul (Turquía), 1998	Tres unidades de teleterapia	Co 60 (3,3 TBq; 23,5 TBq; 21,3 TBq)	Falta de control reglamentario. Vendidas como chatarra.	18 personas hospitalizadas: cinco con dosis de 3 Gy, aprox.; una con dosis de 2 Gy, aprox.; otras con dosis inferiores a 1 Gy. Solo dos fuentes se recuperaron intactas.	[1-3]
Samut Prakarn (Tailandia), 2000	Una unidad de teleterapia	Co 60 (15,7 TBq)	Falta de control reglamentario. Robo en un emplazamiento no protegido, para reprocesamiento como chatarra.	10 personas con dosis altas; tres víctimas mortales (trabajadores de una chatarrería). La fuente se recuperó intacta.	[1-4]
Nigeria, 2002	Dos fuentes en dispositivos de radiografía de sondeos	Am 241/Be (721 GBq; 18 GBq)	Robadas de un camión de la empresa.	Detección de las fuentes en un envío de chatarra en Europa.	[1-5]

CUADRO I-2. RESUMEN DE ALGUNOS INCIDENTES RELACIONADOS CON LA FUNDICIÓN INVOLUNTARIA DE FUENTES RADIATIVAS CON CHATARRA

Lugar y fecha	Dispositivo	Fuente radiactiva	Causa	Consecuencias	Ref.
Ciudad Juárez (México), 1983	Unidad de teleterapia	Co 60 (37 GBq)	Falta de control reglamentario. Vendita como chatarra.	Contaminación de barras de acero reforzado para edificios; demolición de 814 edificios, 75 personas con dosis entre 0,25 y 7 Gy. Amplias operaciones de descontaminación en varias fundiciones. 16 000 m ³ de suelo contaminado y 4 500 toneladas de desechos radiactivos metálicos. Costo aproximado: 34 millones de dólares.	[I-6]
Algeciras (España), 1998	Desconocido	Cs 137	Fundición involuntaria.	Emisión de Cs 137 a la atmósfera. Seis personas levemente contaminadas. 270 toneladas de polvo contaminado. Pérdidas de producción: 20 millones de dólares. Operaciones de limpieza: 3 millones de dólares. Almacenamiento de desechos: 3 millones de dólares. Elaboración del "Protocolo Español" (véase el anexo III).	[I-7]
Reino Unido, 2000	Marcapasos cardíaco	Pu 238 (140 GBq)	Fundición involuntaria. No detectado por monitores de pórtico.	Dosis despreciables. Costos de limpieza y disposición final estimados en varios millones de dólares.	[I-8]

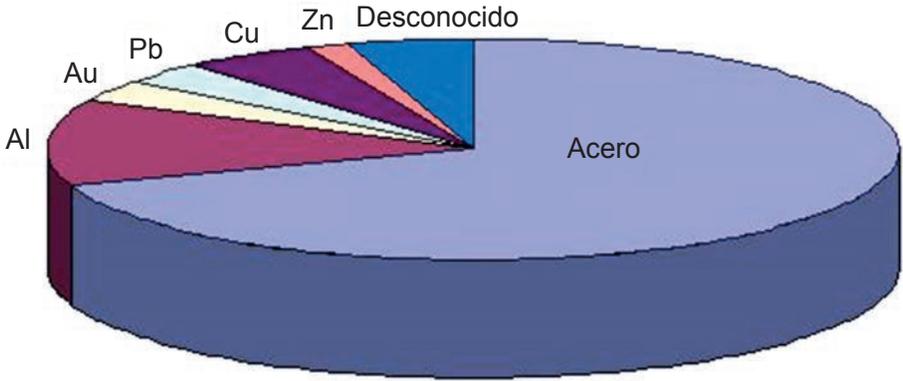


Fig. I-1. Sectores de la industria de reciclado de metales en los que han ocurrido sucesos relacionados con la fundición involuntaria de fuentes radiactivas.

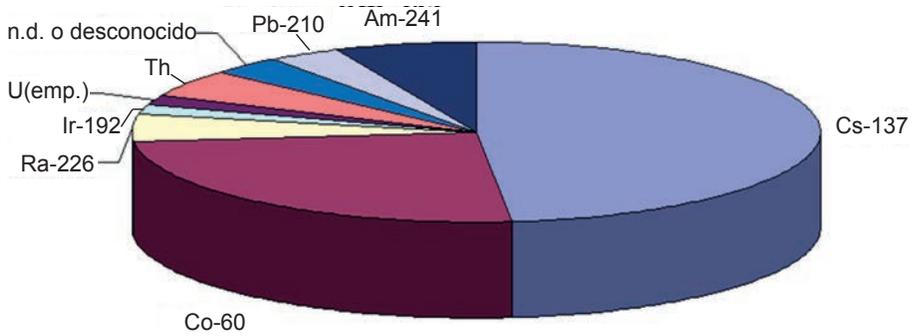


Fig. I-2. Radionucleidos implicados en incidentes de fundición.

no procedía de fuentes radiactivas selladas. En el caso del ^{226}Ra , su origen eran probablemente viejos artículos luminizados (por ejemplo, diales de instrumentos de aeronaves, sobre todo de origen militar) o falsos dispositivos médicos que databan de principios del siglo XX. El torio procedía de materiales como las aleaciones de magnesio endurecido con torio, cuyo uso había sido muy común para dotar a los motores aeronáuticos de las propiedades mecánicas necesarias.

RESUMEN DE LAS POSIBLES CONSECUENCIAS DE LOS SUCESOS RELACIONADOS CON FUENTES RADIACTIVAS

I-6. Además de sus consecuencias para la salud humana y el medio ambiente, esos sucesos entrañan una amplia gama de posibles consecuencias, a saber:

- a) ansiedad entre los trabajadores y la población en general con respecto a las consecuencias sanitarias. Después de algunos sucesos muchas personas solicitaron monitorización radiológica para verificar si habían resultado afectadas y algunas tuvieron que ser objeto de vigilancia sanitaria continua. Esto puede generar una presión excesiva sobre los recursos de las autoridades sanitarias.
- b) Considerable demanda de recursos del órgano regulador y de otras autoridades (por ejemplo, policía, aduanas, defensa civil y responsables de la planificación para emergencias). La demanda puede superar los recursos disponibles, con la consiguiente necesidad de solicitar la asistencia de otros Estados y otras organizaciones.
- c) Pérdida de credibilidad del órgano regulador, de la autoridad competente en materia de respuesta a emergencias y del gobierno ante la aparente ineficacia en el control sobre los materiales radiactivos y la respuesta ante el suceso.
- d) Graves repercusiones comerciales debido a la interrupción de las operaciones. Los costos de recuperación de los materiales y de limpieza de la contaminación pueden superar con mucho los activos de la empresa afectada, lo cual puede provocar su quiebra y la pérdida de empleos.
- e) Pérdida de confianza en las industrias de reciclado y producción de metales.
- f) Excesiva presión sobre las instalaciones nacionales de gestión de desechos radiactivos debido al aflujo de corrientes de desechos imprevistas en cantidades difíciles de gestionar.
- g) Efectos adversos en las relaciones internacionales si el suceso tiene consecuencias radiológicas transfronterizas, incluso en caso de que los niveles de radiación sean muy bajos.

REFERENCIAS DEL ANEXO I

- [I-1] LUBENAU, J.O., NUSSBAUMER, D.A., Radioactive contamination of manufactured products, *Health Phys.* **51** 4 (1986) 409-425.
- [I-2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, El accidente radiológico de Goiânia, OIEA, Viena (1989).

- [I-3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, The Radiological Accident in Istanbul, OIEA, Viena (2000).
- [I-4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, The Radiological Accident in Samut Prakarn, OIEA, Viena (2002).
- [I-5] ELEGBA, S.B., “Import/export control of radioactive sources in Nigeria”, Safety and Security of Radioactive Sources: Towards a Global System for the Continuous Control of Sources throughout their Life Cycle (Actas de la Conferencia Internacional de Burdeos, 2005), OIEA, Viena (2006) 393–402.
- [I-6] OFICINA GENERAL DE CONTABILIDAD DE LOS ESTADOS UNIDOS, Nuclear Non-Proliferation: US and International Assistance Efforts to Control Sealed Radioactive Sources Need Strengthening, Rep. GAO-03-638, US GAO, Washington, DC (2003).
- [I-7] GIL, E., “Orphan sources: Extending radiological protection outside the regulatory framework”, ponencia presentada en el 2^{do} Congreso Europeo de la IRPA sobre protección radiológica, París, 2006.
- [I-8] DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, ALIMENTACIÓN Y ASUNTOS RURALES DEL REINO UNIDO, Explanatory Memorandum to the High-Activity Sealed Radioactive Sources and Orphan Sources Regulations 2005, N° 2686, http://www.opsi.gov.uk/si/em2005/uksiem_20052686_en.pdf
- [I-9] DICUS, G.J., “The size of the problem”, Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials (Actas de la Conferencia Internacional de Dijon, 1998), OIEA, Viena (1999) 19–26.

Anexo II

CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES RADIATIVAS

II-1. A diferencia de las fuentes radiactivas de baja actividad, las de alta actividad, si no se gestionan en condiciones seguras desde el punto de vista tecnológico y físico, pueden causar en poco tiempo efectos deterministas muy graves para las personas. En la guía de seguridad sobre Clasificación de las fuentes radiactivas [II-1] estas fuentes se clasifican en función de sus posibilidades de causar daños a la salud humana. La finalidad de esta clasificación es prestar asistencia a los órganos reguladores en la aplicación de un enfoque graduado para el control de las fuentes radiactivas. También sirve de base para el Código de conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas [II-2]. Por extensión, sería apropiado aplicarla en la gestión de los materiales radiactivos descubiertos en las industrias de reciclado y producción de metales, sobre todo para establecer las disposiciones en materia de preparación y respuesta para casos de emergencia (véanse las Refs. [II-3 y II-4]).

II-2. La clasificación se basa en el concepto de “fuente peligrosa”. Esas fuentes se cuantifican en función de sus respectivos “valores D” [II-5]. El valor D es la actividad del radionucleido específico de una fuente, la cual, si no está bajo control, puede causar efectos deterministas muy graves en una variedad de escenarios de accidente que abarcan tanto la exposición externa debido a la presencia de una fuente radiactiva sin blindaje como la exposición interna y externa a raíz de la dispersión de los materiales radiactivos. Hay cinco categorías de fuentes radiactivas, y la más “peligrosa” es la categoría 1. La actividad de una fuente de esta categoría es 1 000 veces superior a su valor D, mientras que la de una fuente de la categoría 5 es inferior a 1/100 de su valor D.

II-3. En el contexto de la chatarra que contiene fuentes huérfanas, esta clasificación se utiliza con los fines siguientes:

- a) preparación y respuesta para casos de emergencia;
- b) establecimiento de prioridades en la aplicación de medidas para recuperar el control sobre las fuentes;
- c) comunicación con la población, como base para explicar los peligros relativos que entrañan los sucesos relacionados con fuentes radiactivas.

II-4. A continuación se explica en lenguaje sencillo en qué consisten las cinco categorías de fuentes radiactivas [II-6]:

Categoría 1 (extremadamente peligrosa). Si no se gestionan en condiciones de seguridad tecnológica o no se protegen debidamente, es probable que estas fuentes provoquen lesiones permanentes a cualquier persona que haya estado en contacto con ellas durante más que unos pocos minutos. Las exposiciones más prolongadas resultarían probablemente fatales. A esta categoría pertenecen normalmente los generadores termoeléctricos de radioisótopos, los irradiadores industriales y las fuentes de teleterapia.

Categoría 2 (muy peligrosa). Si no se gestionan en condiciones de seguridad tecnológica o no se protegen debidamente, es probable que estas fuentes provoquen lesiones permanentes a cualquier persona que haya estado en contacto con ellas durante un período breve (minutos a horas). Las exposiciones durante más de unas pocas horas podrían resultar fatales. A esta categoría de fuentes pertenecen, por ejemplo, las que se utilizan en radiografía industrial y en braquiterapia de tasa de dosis alta/media.

Categoría 3 (peligrosa). Si no se gestionan en condiciones de seguridad tecnológica o no se protegen debidamente, es probable que estas fuentes provoquen lesiones permanentes a cualquier persona que haya estado en contacto con ellas durante varias horas. Las exposiciones durante varios días o semanas podrían resultar fatales, aun cuando es poco probable que esto suceda. A esta categoría pertenecen las fuentes que se utilizan en calibradores industriales fijos, tales como los medidores de nivel, los instalados en dragas y sistemas transportadores, los calibradores giratorios de tuberías y los que se utilizan en diagrafía de sondeos.

Categoría 4 (poco probable que sea peligrosa). Es muy poco probable que la exposición a estas fuentes provoque lesiones permanentes¹. No obstante, si no se gestiona en condiciones de seguridad o no se protege debidamente, esta cantidad de material radiactivo sin blindaje podría —aun cuando es poco probable que esto suceda— provocar lesiones temporales en las personas que estén en contacto con ella durante muchas horas o permanezcan en su cercanía durante muchas semanas.

Categoría 5 (muy poco probable que sea peligrosa). Ninguna persona podría sufrir lesiones permanentes causadas por estas fuentes¹.

¹ No se tienen en cuenta los posibles efectos retardados en la salud.

II-5. En el cuadro II-1 se indican los umbrales de actividad fijados para los radionucleidos comúnmente presentes en las fuentes de las categorías 1, 2 y 3. Las fuentes huérfanas que pertenecen a estas tres categorías son muy importantes para las industrias de reciclado y producción de metales por las posibles consecuencias para la salud de los trabajadores y la extrema gravedad de las consecuencias económicas que entrañaría la fundición involuntaria de esas fuentes. Por consiguiente, todo suceso relacionado con una fuente huérfana que ocurra en dichas industrias debe tratarse como una emergencia radiológica. Aun cuando las fuentes huérfanas de las dos últimas categorías tienen escasas consecuencias para la salud, su rotura puede causar considerables pérdidas económicas.

CUADRO II-1. ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES A LOS UMBRALES FIJADOS PARA LAS CATEGORÍAS DE FUENTES RADIATIVAS

Radionucleido	Categoría 1 1 000 × D (TBq)	Categoría 2 10 × D (TBq)	Categoría 3 D (TBq)
Am-241	6.E+01	6.E-01	6.E-02
Am-241/Be	6.E+01	6.E-01	6.E-02
Cf-252	2.E+01	2.E-01	2.E-02
Cm-244	5.E+01	5.E-01	5.E-02
Co-60	3.E+01	3.E-01	3.E-02
Cs-137	1.E+02	1.E+00	1.E-01
Gd-153	1.E+03	1.E+01	1.E+00
Ir-192	8.E+01	8.E-01	8.E-02
Pm-147	4.E+04	4.E+02	4.E+01
Pu-238	6.E+01	6.E-01	6.E-02
Pu-239 ^α /Be	6.E+01	6.E-01	6.E-02
Ra-226	4.E+01	4.E-01	4.E-02
Se-75	2.E+02	2.E+00	2.E-01
Sr-90 (Y-90)	1.E+03	1.E+01	1.E+00
Tm-170	2.E+04	2.E+02	2.E+01
Yb-169	3.E+02	3.E+00	3.E-01

CUADRO II-1. ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES A LOS UMBRALES FIJADOS PARA LAS CATEGORÍAS DE FUENTES RADIATIVAS (cont.)

Radionucleido	Categoría 1 $1\ 000 \times D$ (TBq)	Categoría 2 $10 \times D$ (TBq)	Categoría 3 D (TBq)
Au-198 ^b	2.E+02	2.E+00	2.E-01
Cd-109 ^b	2.E+04	2.E+02	2.E+01
Co-57 ^b	7.E+02	7.E+00	7.E-01
Fe-55 ^b	8.E+05	8.E+03	8.E+02
Ge-68 ^b	7.E+02	7.E+00	7.E-01
Ni-63 ^b	6.E+04	6.E+02	6.E+01
Pd-103 ^b	9.E+04	9.E+02	9.E+01
Po-210 ^b	6.E+01	6.E-01	6.E-02
Ru-106 (Rh-106) ^b	3.E+02	3.E+00	3.E-01
Tl-204 ^b	2.E+04	2.E+02	2.E+01

^a En el caso de fuentes cuyos niveles de actividad representan grandes múltiplos de D, hay que tener en cuenta cuestiones de criticidad y cuestiones relacionadas con la contabilidad y el control de los materiales nucleares.

^b Es muy poco probable que estos radionucleidos se utilicen en fuentes radiactivas con niveles de actividad que las situarían en las categorías 1, 2 o 3.

REFERENCIAS DEL ANEXO II

- [II-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Clasificación de las fuentes radiactivas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.9, OIEA, Viena (2009).
- [II-2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Código de conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas, OIEA/CODEOC/2004, OIEA, Viena (2004).

- [II-3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, 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 (2004).
- [II-4] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas, Colección de Normas de Seguridad N° GS-G-2.1, OIEA, Viena (2010).
- [II-5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Cantidades peligrosas de materiales radiactivos (valores D), IAEA-EPR-D-VALUES-2006, OIEA, Viena (2010).
- [II-6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Método para elaborar disposiciones de respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, IAEA-EPR-METHOD (2003), OIEA, Viena (2009).

Anexo III

EJEMPLOS DE INICIATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES

INICIATIVAS NACIONALES

Bélgica

III-1. A fin de velar por la protección de la población, los trabajadores y el medio ambiente contra el peligro de exposición a la radiación ionizante, la Agencia Federal de Control Nuclear (FANC) ha elaborado y establecido un sistema de vigilancia radiológica de los materiales radiactivos en la chatarra y en los desechos no radiactivos, en estrecha colaboración con las administraciones ambientales de las tres regiones de Bélgica y con la Agencia nacional de residuos radiactivos y materiales fisibles enriquecidos (NIRAS/ ONDRAF) y en el marco de un proceso de consultas con la mayoría de las federaciones profesionales de los sectores metalmecánico, de tratamiento de desechos y de reciclado. Ese sistema abarca diversos aspectos:

- a) prevenir que las fuentes radiactivas vayan a parar a otros sectores industriales;
- b) definir las corrientes donde es más probable que aparezcan fuentes huérfanas;
- c) determinar las instalaciones donde es más probable el hallazgo de fuentes huérfanas;
- d) implantar la monitorización apropiada en esas instalaciones;
- e) financiar el seguimiento de la gestión de las fuentes huérfanas;
- f) reunir información y aportar retroinformación.

Prevenir que las fuentes radiactivas vayan a parar a otros sectores industriales

III-2. Además de las medidas para el control de la radiación ionizante que ya se aplican en Bélgica, la FANC ha reforzado la vigilancia profesional y reglamentaria de las fuentes selladas de alta actividad para prevenir su desaparición o uso indebido y evitar los altos riesgos que suponen las fuentes huérfanas. La Directiva 2003/122/Euratom del Consejo de 22 de diciembre de 2003 sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas [III-1] se incorporó a la legislación de Bélgica el 23 de mayo de 2006. En virtud de esa normativa, actualmente es obligatorio identificar, marcar y registrar con un número único todas las fuentes de actividad elevada, así como

proporcionar capacitación e información a todos los que desempeñen actividades relacionadas con esas fuentes. También se establece la obligación de realizar inspecciones selectivas y controles técnicos complementarios, y el suministro de una hoja de registro donde debe consignarse la información relativa a cada fuente huérfana.

Definir las corrientes donde es más probable que aparezcan fuentes huérfanas

III-3. En colaboración con las partes interesadas y las administraciones ambientales de las tres regiones de Bélgica, y sobre la base de la experiencia adquirida en los planos nacional e internacional, la FANC ha determinado cuáles son las corrientes de materiales procesadas en las industrias de reciclado y producción de metales que entrañan el riesgo de contener fuentes huérfanas. Estas corrientes, definidas con arreglo a los códigos de clasificación de desechos establecidos por la Comisión Europea, se conocen como “corrientes susceptibles de albergar fuentes huérfanas”.

Determinar las instalaciones donde es más probable el hallazgo de fuentes huérfanas

III-4. Las instalaciones industriales donde se manipulen y/o procesen una o varias de esas corrientes de suministro con riesgo de contener fuentes huérfanas se clasificarán sin más como “susceptibles de albergar fuentes huérfanas”. En todas esas instalaciones se deberán cumplir requisitos mínimos en materia de capacitación del personal, medidas de vigilancia y medidas de respuesta ante el hallazgo de una fuente. Para esos casos se ha establecido un procedimiento de respuesta, que se prevé declarar obligatorio.

Implantar una monitorización apropiada en las instalaciones industriales

III-5. Entre las instalaciones donde es más probable el hallazgo de fuentes huérfanas hay algunas en las que ese riesgo es aún mayor. Por consiguiente, en estas instalaciones deberá efectuarse obligatoriamente un control sistemático y automático —concretamente, mediante monitores de pórtico— de todas las corrientes en las que podrían introducirse fuentes huérfanas. Las instalaciones de procesamiento de chatarra están sujetas a esta obligación.

III-6. Si bien la monitorización radiológica aún no es obligatoria fuera del sector nuclear, la FANC consideró que debían abordarse con prioridad los aspectos relacionados con la protección radiológica y el establecimiento de prácticas uniformes en esa esfera. Por consiguiente, en septiembre de 2006 publicó sus

“directivas para el uso de monitores de p \acute{o} rtico en instalaciones no pertenecientes al sector nuclear”, con el anexo t \acute{e} cnico correspondiente. En estas directivas se indican las distintas acciones que debe ejecutar el explotador cuando un monitor de p \acute{o} rtico emite una alarma. Se describen las medidas de protecci \acute{o} n radiol \acute{o} gica que ha de aplicar el personal, as \acute{i} como la informaci \acute{o} n que el explotador debe facilitar a la FANC.

III-7. El explotador solo est \acute{a} autorizado para intervenir sin la asistencia de un experto en protecci \acute{o} n radiol \acute{o} gica si la radiactividad no sobrepasa un nivel determinado. Cuando se rebasa ese nivel es obligatorio contar con su asistencia para recuperar la fuente descubierta en la expedici \acute{o} n.

III-8. Adem \acute{a} s, la FANC est \acute{a} elaborando directivas reglamentarias para aquellas instalaciones donde sea m \acute{a} s probable el hallazgo de fuentes hu \acute{e} rfanas sin imponerles la obligaci \acute{o} n de efectuar un control sistem \acute{a} tico y autom \acute{a} tico mediante monitores de p \acute{o} rtico. En estas directivas se establecen requisitos m \acute{i} nimos en materia de capacitaci \acute{o} n del personal, medidas de vigilancia y medidas de respuesta ante el hallazgo de una fuente radiactiva.

Financiar el seguimiento y la gesti \acute{o} n de fuentes hu \acute{e} rfanas

III-9. En marzo de 2007, en el marco de la incorporaci \acute{o} n a la legislaci \acute{o} n nacional de la Directiva 2003/122/Euratom del Consejo de 22 de diciembre de 2003 sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes hu \acute{e} rfanas, el Consejo de Ministros de B \acute{e} lgica aprob \acute{o} una soluci \acute{o} n financiera para sufragar los costos relacionados con la gesti \acute{o} n de las fuentes hu \acute{e} rfanas recuperadas. Cuando se descubre una fuente radiactiva, la FANC, que primero trata de identificar al responsable de la contaminaci \acute{o} n para emprender una acci \acute{o} n legal en su contra, aplica el principio de “el que contamina paga”. Si no logra identificarlo, o si su b \acute{u} squeda supondr \acute{i} a un gasto desproporcionado en comparaci \acute{o} n con los costos que deban sufragarse, la fuente se considera hu \acute{e} rfa y esos costos se financian con cargo al fondo para insolvencias de la NIRAS/ONDRAF.

III-10. En octubre de 2007 la FANC, la NIRAS/ONDRAF y la mayor \acute{i} a las federaciones profesionales de los sectores metalmec \acute{a} nico, de tratamiento de desechos y de reciclado firmaron un protocolo relativo al seguimiento y la gesti \acute{o} n de materiales y objetos radiactivos en sectores distintos del sector nuclear.

III-11. Los explotadores que desean acogerse a las disposiciones en materia de financi \acute{o} n relacionadas con las fuentes hu \acute{e} rfanas deben ponerse en contacto

con la FANC e inscribir sus instalaciones en el registro correspondiente. Los explotadores tienen la obligación de adoptar medidas para prevenir que las fuentes huérfanas vayan a parar a los emplazamientos o las instalaciones de sus empresas, o a las entregas de productos y materiales a granel. Cuando se detecta la presencia de una fuente, el explotador debe seguir las directrices de la FANC y aceptar que esta lleve a cabo una investigación para verificar si se han cumplido sus directrices y determinar posibles responsabilidades a fin de facilitar la identificación de la parte responsable de la presencia de la fuente.

Reunir información y aportar retroinformación

III-12. La FANC lleva un registro de los monitores de pórtico y las instalaciones donde es más probable el hallazgo de fuentes huérfanas. Todo hallazgo de una fuente radiactiva y toda alarma emitida por un monitor de pórtico deben ponerse en conocimiento de la FANC.

III-13. La intervención de las distintas partes (es decir, los operadores de los monitores de pórtico, los transportistas, los inspectores de la FANC y los expertos en radiaciones) y la información relativa a la caracterización de cada fuente se registran en una base de datos para poder aportar retroinformación y evaluar y reforzar en forma continua el sistema establecido por las autoridades belgas.

Bulgaria

III-14. En Bulgaria [III-2] existe un sistema de control que abarca a las industrias de reciclado y producción de metales. La primera línea de defensa es el contrato de entrega de la chatarra (es decir, la declaración del proveedor), donde se establece que las mediciones efectuadas (con dispositivos manuales) por el proveedor han indicado que la chatarra no contiene materiales radiactivos. La segunda línea de defensa son las mediciones realizadas en las grandes empresas de fundición con detectores consistentes en escintiladores plásticos instalados en dos pilares. Si se descubre la presencia de materiales radiactivos, el proveedor (nacional o extranjero) de la chatarra tiene la obligación de sufragar todos los gastos relacionados con el hallazgo y la disposición final de esos materiales, incluidos los costos de limpieza.

III-15. Cuando se detecta chatarra radiactiva en las fronteras, la remesa se devuelve al Estado de origen y la autoridad reguladora nuclear notifica a las autoridades extranjeras pertinentes.

III-16. Si el propietario de la fuente es desconocido, la autoridad reguladora encomienda su gestión a una organización responsable. En tal caso la fuente huérfana se considera un desecho radiactivo y pasa a propiedad del Estado, el cual sufraga todos los gastos con cargo a un fondo estatal destinado a financiar la gestión de esos desechos. Todos los materiales radiactivos se envían a la organización estatal de gestión de desechos radiactivos para su almacenamiento, y la autoridad reguladora consigna en un registro la información pertinente.

Croacia

III-17. En Croacia [III-2] existe un organismo de protección radiológica designado por el Gobierno para gestionar las situaciones derivadas del hallazgo de materiales radiactivos en expediciones. Cuando se produce ese hallazgo en una expedición enviada desde el extranjero, la expedición se sella y se devuelve al Estado de origen. Si los materiales radiactivos detectados proceden del propio Estado, el organismo de protección radiológica se encarga de almacenarlos en condiciones de seguridad tecnológica y física. Posteriormente, el órgano regulador trata de identificar al propietario de esos materiales dentro del Estado. Si no logra identificarlo, el órgano regulador sufraga los costos de gestión de los materiales.

Países Bajos

III-18. En virtud del Decreto de 2003 sobre detección de chatarra con contaminación radiactiva, las grandes empresas que comercializan chatarra tienen la obligación de monitorizar esos materiales [III-3, III-4]. A tal efecto se debe utilizar equipo manual y monitores de pórtico. Las empresas tienen que llevar un registro de las mediciones efectuadas, adoptar disposiciones para garantizar la financiación y contratar a un especialista en protección radiológica. Además, deben notificarse todas las alarmas al órgano regulador. En los puertos marítimos, la monitorización de la chatarra extraída de la bodega de un carguero se realiza mediante un detector montado en una grúa.

Pakistán

III-19. En los puntos de entrada y salida del Pakistán se dispone de detectores portátiles que pueden utilizarse en la búsqueda e identificación de materiales nucleares o radiactivos. A tal efecto se ha impartido capacitación a los funcionarios de aduanas. Para que se autorice la importación y exportación de maquinaria usada/vieja y de chatarra es preciso presentar al servicio de aduanas un “certificado de inocuidad radiológica”. Gracias a estas medidas de

monitorización, el Pakistán ha podido prevenir el comercio ilícito (importación y exportación) tanto de materiales nucleares y radiactivos como de chatarra contaminada con materiales radiactivos.

III-20. La Autoridad Reguladora Nuclear del Pakistan (PNRA) lleva a cabo inspecciones en las industrias de reciclado y producción de metales para buscar indicios de la posible presencia de materiales radiactivos. Además, se publican opúsculos y folletos destinados a los manipuladores de chatarra en el marco de un programa de sensibilización acerca de la posible presencia de materiales radiactivos en la chatarra.

España

III-21. A raíz de la fundición accidental de una fuente de ^{137}Cs en una acería española en 1998 (véase el anexo I), las autoridades nacionales, las empresas privadas pertinentes y los principales sindicatos prepararon un protocolo para la gestión de sucesos similares en el futuro. Este documento, conocido como “Protocolo Español”, se firmó en 1999 y se revisó el 1 de enero de 2005 [III-5, III-6].

III-22. El Protocolo es un acuerdo voluntario en el que se define la vigilancia radiológica de la chatarra y sus productos, así como los deberes y derechos de los firmantes. Su objetivo es:

“establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la vigilancia radiológica de los materiales metálicos y productos resultantes ... con el fin de detectar la posible presencia de materiales radiactivos y evitar el riesgo de su dispersión y consiguiente irradiación o contaminación de personas, bienes y medio ambiente.”

Se aplica a la recuperación, el almacenamiento o la manipulación de materiales metálicos para su reciclado y al procesamiento de materiales metálicos.

III-23. Las empresas que suscriben el Protocolo obtienen asesoramiento, asistencia y formación de organizaciones gubernamentales expertas sobre la monitorización de expediciones de chatarra o de metales procesados y sobre medidas de respuesta apropiadas. En caso de que se descubra la presencia de materiales radiactivos, existe un plan bien definido para su gestión, en el que participan todos los organismos gubernamentales interesados.

III-24. Los costos serán por cuenta de las empresas, a menos que estas los puedan repercutir al suministrador o expedidor. Estos costos son mucho más elevados en el caso de las empresas que no suscriban el Protocolo. Una excepción es el caso en que la fuente o sustancia radiactiva procede del territorio nacional español, en cuyo caso los costos serán por cuenta de la organización nacional encargadas de los desechos radiactivos (ENRESA). El órgano regulador puede exigir a la empresa el reembolso de los costos correspondientes a la ejecución de sus actuaciones.

III-25. El Protocolo está estructurado en torno a los cinco puntos de acuerdo siguientes:

“Primero — Suscribir el presente Protocolo de Colaboración sobre la Vigilancia Radiológica de los materiales metálicos y productos resultantes definidos en el Anexo Técnico, que es parte integrante del mismo, al objeto de implantar las medidas de vigilancia y control que figuran en el mismo.

“Segundo — Crear un registro en el Ministerio de Industria y Energía para la puesta en práctica de este Protocolo en el que podrán inscribirse todas aquellas empresas que lleven a cabo las actividades a que se refiere el Anexo Técnico, lo que implica la asunción de los derechos y obligaciones derivados del mismo.

“Tercero — Fomentar la inscripción de las empresas en el Registro a que se refiere el punto anterior, especialmente la de aquellas empresas que dispongan de instalaciones de fundición, o de almacenaje y preparación de chatarra.

“Cuarto — Celebrar consultas con periodicidad semestral al objeto de analizar los resultados de la puesta en práctica de este Protocolo y estudiar las posibles modificaciones del Anexo Técnico que la misma pudiera aconsejar.

“Quinto — Designar al Ministerio de Industria y Energía como depositario del presente Protocolo, que se mantendrá abierto para que, eventualmente, se adhieran al mismo otras asociaciones de empresas afines a estas actividades.”

III-26. El Protocolo va acompañado de un anexo técnico, donde se abordan en detalle los cinco puntos de acuerdo mencionados *supra*, y de dos anexos subsidiarios, uno relativo a la información que debe incluirse en la declaración

para la inscripción en el Registro de las instalaciones pertenecientes a las empresas que suscriban el Protocolo, y otro en el que se facilitan los formatos de comunicación.

III-27. En 2006 entró en vigor el Real Decreto 229/2006, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas. Se trata de la adaptación nacional de la Directiva 2003/122/Euratom del Consejo de 22 de diciembre de 2003 [III-1] sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas (véanse los párrs. III-37 a III-41). Mediante dicho decreto, que complementa al Protocolo, se establecen las garantías financieras necesarias para hacer frente a la retirada de las fuentes huérfanas y a los incidentes que cualquier fuente de este tipo pueda provocar (si bien se prevé la aplicación del principio de “el que contamina paga” siempre que sea posible).

Reino Unido

III-28. En Inglaterra y Gales, con arreglo a las orientaciones [III-7] de la Agencia de Medio Ambiente, que desempeña la función de órgano regulador, cuando el explotador de una chatarrería adquiere de forma involuntaria e imprevista una fuente radiactiva y está en condiciones de proceder con prontitud e idoneidad a su disposición final, no sería razonable que tuviera que solicitar una autorización a tal efecto, lo cual comportaría el pago de una tasa y de posteriores gravámenes anuales. El argumento es el siguiente: “Insistir en un procedimiento de autorización en esas circunstancias entraña el riesgo de que cuando se descubran esas fuentes no se informe a la Agencia y no se actúe de manera responsable cuando se proceda a su disposición final.” En lugar de una autorización se utiliza una carta pro forma en la que se acusa recibo de una notificación del explotador donde se indica el hallazgo de una fuente radiactiva y la fecha prevista para su disposición final. Si bien este procedimiento no entraña ningún gravamen para el explotador, este sigue siendo responsable de adoptar disposiciones para la realización y financiación de la disposición final de la fuente. Esto se explica porque en el Reino Unido la disposición final de los desechos radiactivos es una actividad comercial y no un servicio nacional gratuito.

III-29. Mediante este procedimiento se facilita al explotador una constancia de su comunicación con la Agencia de Medio Ambiente, que podrá exhibir en caso de que deba justificar la ausencia de una autorización, y se le informa de que, después de la fecha prevista para la disposición final de la fuente radiactiva, es probable que dicha Agencia lleve a cabo una investigación con el fin de

comprobar si esa operación se ha realizado correctamente. En caso contrario, la Agencia podrá adoptar las medidas coercitivas que estime necesarias.

III-30. Se alienta a los explotadores a que notifiquen al órgano regulador cualquier hallazgo de fuentes radiactivas en las remesas de chatarra. La Agencia de Medio Ambiente procura mantener una relación constructiva con esos explotadores, sobre todo como medio de:

- a) conseguir que la disposición final de fuentes se realice correctamente.
- b) Identificar, si es posible, a la persona culpable para aplicar las medidas coercitivas apropiadas. Cuando esas medidas se aplican eficazmente hay más posibilidades de recuperar los costos mediante una demanda civil.

III-31. La Agencia de Medio Ambiente asigna suma importancia al uso de las presiones comerciales para alentar a las industrias de reciclado y producción de metales a que instalen equipo de monitorización. Aunque su instalación no sea obligatoria, los clientes de los grandes proveedores situados a la cabeza de la cadena de suministro les imponen por contrato la condición de que sus remesas de chatarra no contengan ningún tipo de materiales radiactivos. A raíz de esas presiones comerciales ha aumentado el número de sistemas de monitorización de pódico instalados en las industrias de reciclado y producción de metales del Reino Unido.

III-32. Los funcionarios de aduanas del Reino Unido utilizan equipo de monitorización para el control rutinario en frontera de todo tipo mercancías con objeto de detectar el tráfico ilícito de materiales radiactivos [III-8]. Si bien estas medidas obedecen a motivos de seguridad, también permiten detectar el envío involuntario de materiales radiactivos naturales, fuentes radiactivas selladas y otros materiales radiactivos.

Estados Unidos de América — Instituto de Industrias de Reciclado de Chatarra

III-33. El Instituto de Industrias de Reciclado de Chatarra (ISRI) ha elaborado para sus miembros prácticas y procedimientos relativos a la gestión de materiales radiactivos en el proceso de reciclado de chatarra [III-9, III-10]. A fin de prestar asistencia a los explotadores en el reconocimiento visual de esos materiales, el ISRI ha preparado una lista en la que se enumeran y describen los tipos de desechos que podrían contener materiales radiactivos, junto con fotografías de fuentes radiactivas selladas, materiales radiactivos naturales y señales de advertencia. El asesoramiento del ISRI para la detección de materiales radiactivos

en la chatarra abarca tanto la colocación y el ajuste del equipo como las respuestas apropiadas ante el hallazgo de esos materiales. Se facilitan nombres y direcciones útiles, enlaces con sitios web y formularios. El ISRI también ha elaborado una “circular con especificaciones sobre la chatarra”, donde se establece que esta no debe contener materiales radiactivos. Este concepto de inocuidad radiológica no se define expresamente, pero podría utilizarse la definición que figura en la presente guía de seguridad (véase la nota de pie de página 3 del texto principal y también el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA [III–11]).

INICIATIVAS INTERNACIONALES

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas

III–34. Después de celebrar una reunión convocada por la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas en junio de 2006, un grupo de expertos preparó una lista de recomendaciones sobre procedimientos de monitorización y respuesta aplicables a la “chatarra radiactiva”, la cual (tal como se definió en el informe de los expertos) puede consistir en chatarra contaminada con radiactividad, chatarra activada y chatarra que contenga fuentes o sustancias radiactivas. Estos materiales pueden estar o no sujetos a control reglamentario [III–4].

III–35. El informe de los expertos proporciona un marco de recomendaciones y ejemplos de buenas prácticas basado, en la medida de lo posible, en instrumentos y normas nacionales, regionales e internacionales y en la experiencia adquirida en distintos países. El informe se elaboró para prestar apoyo a los Estados en la creación de sus propios sistemas nacionales de monitorización y respuesta, promover una mayor cooperación, coordinación y armonización a nivel internacional y facilitar el comercio internacional de chatarra y su utilización sin perjuicio de la seguridad [III–4].

III–36. En el informe se formulan recomendaciones sobre los siguientes temas:

- a) responsabilidades nacionales;
- b) coordinación nacional e internacional;
- c) costos y financiación;
- d) prevención de sucesos;
- e) preparación;
- f) detección;
- g) monitorización (visual, radiológica y administrativa);

- h) respuesta en caso de alarma;
- i) gestión de materiales radiactivos;
- j) notificación nacional e internacional;
- k) capacitación.

Unión Europea

III-37. Reconociendo la necesidad de reforzar y armonizar el control de las fuentes radiactivas selladas en toda la Unión Europea (UE), en 2003 se promulgó una directiva [III-1] en virtud del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica. Esta directiva se refiere a las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada, que corresponden aproximadamente a las incluidas en las categorías 1 y 2 del OIEA (véanse el anexo II y las Refs. [III-12, III-13]). La directiva se centra en el fortalecimiento de los controles existentes relativos a la autorización de las prácticas, así como en la identificación, el marcado y el registro de las fuentes de actividad elevada, y la formación de sus usuarios, con el objetivo general de prevenir la exposición de los trabajadores y la población a la radiación resultante del control inadecuado de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas.

III-38. Con respecto a la formación e información, en la directiva se establece que los Estados miembros de la UE:

“fomentarán que la dirección y los trabajadores de las instalaciones en las que es más probable que aparezcan o se procesen fuentes huérfanas (por ejemplo, los grandes almacenes de chatarra y las grandes plantas de reciclado de chatarra), así como la dirección y los trabajadores de lugares de tránsito importante (por ejemplo, las aduanas):

- “a) estén informados de la posibilidad de encontrarse con una fuente;
- “b) conozcan y hayan recibido información sobre los métodos de detección visual de las fuentes así como de sus contenedores;
- “c) tengan nociones básicas sobre las radiaciones ionizantes y sus efectos;
- “d) conozcan y hayan recibido información sobre las medidas que deben tomarse in situ en caso de detectarse o sospecharse la presencia de una fuente.” [III-1]

III-39. En lo que se refiere concretamente a las fuentes huérfanas, se establece que los Estados miembros:

- 1) “se asegurarán de que las autoridades competentes están preparadas o han tomado las disposiciones necesarias, incluida la asignación de responsabilidades, para recuperar fuentes huérfanas y hacer frente a emergencias radiológicas debidas a fuentes huérfanas, y han establecido los planes y medidas de actuación apropiados.”
- 2) “garantizarán la rápida disponibilidad de asesoramiento y asistencia técnica especializada para las personas que normalmente no realizan actividades sujetas a los requisitos de protección radiológica, pero sospechan la presencia de una fuente huérfana. El objetivo primordial del asesoramiento y la asistencia será la protección radiológica de los trabajadores y la población, así como la seguridad de la fuente.”
- 3) “promoverán el establecimiento de sistemas para detectar las fuentes huérfanas en lugares —como los grandes almacenes de chatarra e instalaciones de reciclado de chatarra— en los que, en general, es posible que aparezcan fuentes huérfanas, o, cuando proceda, en lugares de tránsito importantes como, por ejemplo, las aduanas.”
- 4) “velarán por que se organicen, según sea conveniente, campañas de recuperación de fuentes huérfanas que procedan de actividades pasadas. En esas campañas se podrá incluir la participación financiera de los Estados miembros en la cobertura de los costes de recuperación, gestión y eliminación de las fuentes y también se podrá incluir la investigación en los registros históricos de autoridades, como las de aduanas, o de poseedores, como centros de investigación, institutos de ensayo de materiales u hospitales”. [III-1]

III-40. En la directiva también se aborda la cuestión de la garantía financiera para las fuentes huérfanas, y se establece que los Estados miembros:

“en los términos que ellos decidan, establecerán un sistema de garantía financiera, u otro medio equivalente, para sufragar los costes de las intervenciones relativas a la recuperación de las fuentes huérfanas y que pueda originar la aplicación de los requisitos”

establecidos en el párrafo anterior.

III-41. Otros artículos de la directiva se refieren a la cooperación internacional y el intercambio de información, las inspecciones, la designación de una autoridad competente para efectuar tareas con arreglo a dicha directiva, y la información sobre la experiencia adquirida en la aplicación de la misma.

OIEA

III-42. En 1998 se celebró en Dijon una conferencia sobre seguridad de fuentes de radiación y de materiales radiactivos [III-14], que dio lugar a la puesta en marcha de un amplio programa de trabajo. Este programa se describe en una serie de planes de acción [III-15, III-16, III-17].

REFERENCIAS DEL ANEXO III

- [III-1] COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, Directiva 2003/122/Euratom del Consejo, de 22 de diciembre de 2003, sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas, DO L 346 de 31.12.2003, p. 57/64)
- [III-2] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Recommendations on Monitoring and Response Procedures for Radioactive Scrap Metal (Actas de la reunión del Grupo de Expertos de la CEPE sobre monitorización de chatarra radiactiva, Ginebra, 2006), ECE/TRANS/NONE/2006/7, CEPE, Ginebra (2006).
- [III-3] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Monitoring, Interception and Managing Radioactively Contaminated Scrap Metal (Actas de la reunión del Grupo de Expertos de la CEPE, Ginebra, 2004), ECE/TRANS/NONE/2004/31, CEPE, Ginebra (2004).
- [III-4] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, Recommendations on Monitoring and Response Procedures for Radioactive Scrap Metal: Report of an International Group of Experts convened by the United Nations Economic Commission for Europe, ECE/TRANS/NONE/2006/8, CEPE, Ginebra (2006).
- [III-5] MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (MINER), MINISTERIO DE FOMENTO, CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (CSN), EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS (ENRESA), UNIÓN DE EMPRESAS SIDERÚRGICAS (UNESID), FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE RECUPERACIÓN (FER), Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos, Trabajo en español 0510, Rev. 1, 2005)
- [III-6] GIL, E., “Orphan sources: Extending radiological protection outside the regulatory framework”, ponencia presentada en el 2do Congreso Europeo de la IRPA sobre protección radiológica, París, 2006.
- [III-7] AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE DEL REINO UNIDO, Radioactive Substances Act Guidance (RASAG), Chapter 4 — Generic Issues, Operational Instruction 374_04, Agencia de Medio Ambiente, Londres (2008).

- [III-8] GOBIERNO DEL REINO UNIDO, Hansard, Columna 523W, Parlamento del Reino Unido, 10 de junio de 2004, <http://www.homeoffice.gov.uk/publications/counter-terrorism/science-and-technology/science-and-technology-strategy?view=Binary>
- [III-9] INSTITUTO DE LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO DE CHATARRA, *Radioactivity in the Scrap Recycling Process: Recommended Practice and Procedure*, ISRI, Washington, DC (2005).
- [III-10] INSTITUTO DE LAS INDUSTRIAS DE RECICLADO DE CHATARRA, *Scrap Specifications Circular: Guidelines for Nonferrous Scrap, Ferrous Scrap, Glass Cullet, Paper Stock, Plastic Scrap, Electronics Scrap, Tire Scrap*, ISRI, Washington, DC (2008).
- [III-11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA: Terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica* (edición de 2007), OIEA, Viena (2008).
- [III-12] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Código de conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas*, OIEA/CODEOC/2004, OIEA, Viena (2004).
- [III-13] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de las fuentes radiactivas*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.9, OIEA, Viena (2009).
- [III-14] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials* (Actas de la Conferencia Internacional de Dijon, 1998), OIEA, Viena (1999).
- [III-15] *Seguridad de las fuentes de radiación y la seguridad física de los materiales radiactivos: Plan de Acción del Organismo*, Adenda 2 del documento GOV/1999/46GC(43)/10, OIEA, Viena (1999).
- [III-16] *Plan de Acción revisado relativo la seguridad tecnológica y física de las fuentes de radiación*, GOV/2001/29-GC(45)/12, Anexo, OIEA, Viena (2001).
- [III-17] *Proyecto de Plan de Acción relativo a la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas: Elaborado en conformidad con las recomendaciones del Presidente de la Conferencia Internacional sobre la seguridad física de las fuentes radiactivas*, Anexo I, del documento GOV/2003/47-GC(47)/7, OIEA, Viena (2003).

COLABORADORES EN LA preparación Y REVISIÓN

Ahmadzai, S.	Agencia Nacional para la Protección del Medio Ambiente (NEPA) (Afganistán)
Auxtova, L.	Autoridad Regional de Salud Pública (Eslovaquia)
Batandjieva, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bologna, L.	Agencia para la Protección del Medio Ambiente y los Servicios Técnicos (APAT) (Italia)
Bondarenko, O.	Empresa Estatal Científica e Industrial (Ucrania)
Breuskin, P.	Ministerio de Salud (Luxemburgo)
Bruno, N.	Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (Argentina)
Buglova, E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Burgess, M.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Castro, I.	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) (México)
Correa da Costa, E.	Comisión Nacional de Energía Nuclear (Brasil)
Cremona, J.	Autoridad de Salud y Seguridad Laboral (Malta)
Crossland, I.G.	Consultor (Reino Unido)
El Fettahi, M.	Ministerio de Salud Pública (Marruecos)
Englefield, C.	Agencia de Medio Ambiente (Reino Unido)
Eshraghi, A.	Autoridad Reguladora Nuclear del Irán (INRA) (República Islámica del Irán)
Fan, X.	Corporación de Ingeniería Medioambiental Everclean (China)
Friedrich, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Garcia, J.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) (España)

Harvey, D.	Centro Tecnológico Swinden, Corus (Reino Unido)
Irwin, R.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (CNSC) (Canadá)
Iwatschenko, M.	Corporación Thermo Electron (Alemania)
Jova Sed, L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kannan, S.	Centro Bhabha de Investigaciones Atómicas (BARC) (India)
Kone, H.	Agencia Malí de Radioprotección (AMARAP) (Mali)
Kopsick, D.	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Estados Unidos de América)
Koskelainen, M.	Organismo de Seguridad Radiológica y Nuclear (STUK) (Finlandia)
Kutkov, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Magold, M.	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)
Mansourian-Stephenson, S.	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)
Markovinovic, I.	Oficina Estatal de Protección Radiológica (Croacia)
Mohajane, E.	Organismo Nacional de Reglamentación Nuclear (Sudáfrica)
Mohd Ali, M.Y.	Organismo Nuclear Malasio (Malasia)
O'Donnell, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ould Sidi, H.	Ministerio de Medio Ambiente (Mauritania)
Pepin, S.	Agencia Federal de Control Nuclear (FANC) (Bélgica)
Ploom, A.	AS Kuusakoski (Estonia)
Rabesiranana, N.	Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares (INSTN) (Madagascar)
Rabia, N.	Centro de Investigación Nuclear de Argel (Argelia)

Reber, E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Rizzo, S.	Nucleco S.p.A. (Italia)
Rosette, D.	Ministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Transporte (Seychelles)
Safar, J.	Autoridad de Energía Atómica de Hungría (Hungría)
Samardzic, S.	Ministerio de Salud y Bienestar Social (Croacia)
Sanhueza Mir, A.	Comisión Chilena de Energía Nuclear (Chile)
Simonics, P.	Asociación Internacional de Suministradores y Productores de Fuentes
Singh, R.K.	Junta Reguladora de la Energía Atómica (AERB) (India)
Stasiunaitiene, R.	Centro de Protección Radiológica (Lituania)
Tanner, V.	Comisión Europea (CE)
Thomas, J.	Centro Internacional de Ciencias Ambientales y Nucleares (Jamaica)
Toshev, I.	Empresa Estatal de Desechos Radiactivos (Bulgaria)
Trifunovic, D.	Oficina Estatal de Protección Radiológica (Croacia)
Tripailo, R.	Comité Estatal de Reglamentación Nuclear de Ucrania (Ucrania)
Truppa, W.	Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) (Argentina)
Velicu, S.	Comisión Nacional de Control de Actividades Nucleares (CNCAN) (Rumania)
Vucinic, Z.	Centro de Investigaciones Ecotoxicológicas de Montenegro (Montenegro)
Wheatley, J.S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Wohni, T.	Autoridad Noruega de Protección Radiológica (NRPA) (Noruega)
Wrixon, A.D.	Consultor (Austria)

Yusko, J.

Departamento de Protección del Medio Ambiente
de Pennsylvania (Estados Unidos de América)

ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

El asterisco indica que se trata de un miembro corresponsal. Estos miembros reciben borradores para formular comentarios, así como otra documentación pero, generalmente, no participan en las reuniones. Dos asteriscos indican un suplente.

Comisión sobre Normas de Seguridad

Alemania: Majer, D.; Argentina: González, A.J.; Australia: Loy, J.; Bélgica: Samain, J.-P.; Brasil: Vinhas, L.A.; Canadá: Jammal, R.; China: Liu Hua; Corea, República de: Choul-Ho Yun; Egipto: Barakat, M.; España: Barceló Vernet, J.; Estados Unidos de América: Virgilio, M.; Federación de Rusia: Adamchik, S.; Finlandia: Laaksonen, J.; Francia: Lacoste, A.-C. (Presidencia); India: Sharma, S.K.; Israel: Levanon, I.; Japón: Fukushima, A.; Lituania: Maksimovas, G.; Pakistán: Rahman, M.S.; Reino Unido: Weightman, M.; Sudáfrica: Magugumela, M.T.; Suecia: Larsson, C.M.; Ucrania: Mykolaichuk, O.; Viet Nam: Le-chi Dung; Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE: Yoshimura, U.; Comisión Europea: Faross, P.; Comisión Internacional de Protección Radiológica: Holm, L.-E.; Grupo Asesor sobre seguridad física nuclear: Hashmi, J.A.; Grupo Internacional de Seguridad Nuclear: Meserve, R.; OIEA: Delattre, D. (Coordinación); Presidentes de los Comités sobre Normas de Seguridad: Brach, E.W. (TRANSSC); Magnusson, S. (RASSC); Pather, T. (WASSC); Vaughan, G.J. (NUSSC).

Comité sobre Normas de Seguridad Nuclear

*Alemania: Wassilew, C.; Argelia: Merrouche, D.; Argentina: Waldman, R.; Australia: Le Cann, G.; Austria: Sholly, S.; Bélgica: De Boeck, B.; Brasil: Gromann, A.; *Bulgaria: Gledachev, Y.; Canadá: Rzentkowski, G.; China: Jingxi Li; *Chipre: Demetriades, P.; Corea, República de: HyunKoon Kim; Croacia: Valčić, I.; Egipto: Ibrahim, M.; Eslovaquia: Uhrík, P.; Eslovenia: Vojnovič, D.; España: Zarzuela, J.; Estados Unidos de América: Mayfield, M.; Federación de Rusia: Baranaev, Y.; Finlandia: Järvinen, M.-L.; Francia: Feron, F.; Ghana: Emi-Reynolds, G.; *Grecia: Camarinopoulos, L.; Hungría: Adorján, F.; India: Vaze, K.; Indonesia: Antariksawan, A.; Irán, República Islámica del: Asgharizadeh, F.; Israel: Hirshfeld, H.; Italia: Bava, G.; Japón: Kanda, T.; Libia: Abuzid, O.; Lituania: Demčenko, M.; Malasia: Azlina Mohammed Jais; Marruecos: Soufi, I.; México: Carrera, A.; Países Bajos:*

van der Wiel, L.; *Pakistán*: Habib, M.A.; *Polonia*: Jurkowski, M.; *Reino Unido*: Vaughan, G.J. (Presidencia); *República Checa*: Šváb, M.; *Rumania*: Biro, L.; *Sudáfrica*: Leotwane, W.; *Suecia*: Hallman, A.; *Suiza*: Flury, P.; *Túnez*: Baccouche, S.; *Turquía*: Bezdegumeli, U.; *Ucrania*: Shumkova, N.; *Uruguay*: Nader, A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Reig, J.; **Asociación Nuclear Mundial*: Borysova, I.; *Comisión Electrotécnica Internacional*: Bouard, J.-P.; *Comisión Europea*: Vigne, S.; *FORATOM*: Fourest, B.; *OIEA*: Feige, G. (Coordinación); *Organización Internacional de Normalización*: Sevestre, B.

Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica

Alemania: Helming, M.; **Argelia*: Chelbani, S.; *Argentina*: Massera, G.; *Australia*: Melbourne, A.; **Austria*: Karg, V.; *Bélgica*: van Bladel, L.; *Brasil*: Rodriguez Rochedo, E.R.; **Bulgaria*: Katzarska, L.; *Canadá*: Clement, C.; *China*: Huating Yang; **Chipre*: Demetriades, P.; *Corea, República de*: ByungSoo Lee; *Croacia*: Kralik, I.; **Cuba*: Betancourt Hernández, L.; *Dinamarca*: Øhlenschläger, M.; *Egipto*: Hassib, G.M.; *Eslovaquia*: Jurina, V.; *Eslovenia*: Sutej, T.; *España*: Amor Calvo, I.; *Estados Unidos de América*: Lewis, R.; *Estonia*: Lust, M.; *Federación de Rusia*: Savkin, M.; *Filipinas*: Valdezco, E.; *Finlandia*: Markkanen, M.; *Francia*: Godet, J.-L.; *Ghana*: Amoako, J.; **Grecia*: Kamenopoulou, V.; *Hungría*: Koblinger, L.; *India*: Sharma, D.N.; *Indonesia*: Widodo, S.; *Irán, República Islámica del*: Kardan, M.R.; *Irlanda*: Colgan, T.; *Islandia*: Magnusson, S. (Presidencia); *Israel*: Koch, J.; *Italia*: Bologna, L.; *Japón*: Kiryu, Y.; **Letonia*: Salmis, A.; *Libia*: Busitta, M.; *Lituania*: Mastauskas, A.; *Malasia*: Hamrah, M.A.; *Marruecos*: Tazi, S.; *México*: Delgado Guardado, J.; *Noruega*: Saxebol, G.; *Países Bajos*: Zuur, C.; *Pakistán*: Ali, M.; *Paraguay*: Romero de González, V.; *Polonia*: Merta, A.; *Portugal*: Dias de Oliveira, A.M.; *Reino Unido*: Robinson, I.; *República Checa*: Petrova, K.; *Rumania*: Rodna, A.; *Sudáfrica*: Olivier, J.H.I.; *Suecia*: Almen, A.; *Suiza*: Piller, G.; **Tailandia*: Suntarapai, P.; *Túnez*: Chékir, Z.; *Turquía*: Okyar, H.B.; *Ucrania*: Pavlenko, T.; **Uruguay*: Nader, A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Lazo, T.E.; *Asociación internacional de suministradores y productores de fuentes*: Fasten, W.; *Asociación Nuclear Mundial*: Saint-Pierre, S.; *Comisión Electrotécnica Internacional*: Thompson, I.; *Comisión Europea*: Janssens, A.; *Comisión Internacional de Protección Radiológica*: Valentin, J.; *Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas*: Crick, M.; *Oficina Internacional del Trabajo*: Niu, S.; *OIEA*: Boal, T. (Coordinación); *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*: Byron, D.; *Organización Internacional de Normalización*: Rannou, A.; *Organización*

Mundial de la Salud: Carr, Z.; Organización Panamericana de la Salud: Jiménez, P.

Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte

*Alemania: Rein, H.; *Nitsche, F.; **Alter, U.; Argentina: López Vietri, J.; **Capadona, N.M.; Australia: Sarkar, S.; Austria: Kirchnawy, F.; Bélgica: Cottens, E.; Brasil: Xavier, A.M.; Bulgaria: Bakalova, A.; Canadá: Régimbald, A.; China: Xiaoqing Li; *Chipre: Demetriades, P.; Corea, República de: Dae-Hyung Cho; Croacia: Belamarić, N.; *Cuba: Quevedo García, J.R.; Dinamarca: Breddam, K.; Egipto: El-Shinawy, R.M.K.; España: Zamora Martín, F.; Estados Unidos de América: Boyle, R.W.; Brach, E.W. (Presidencia); Federación de Rusia: Buchelnikov, A.E.; Finlandia: Lahkola, A.; Francia: Landier, D.; Ghana: Emi-Reynolds, G.; *Grecia: Vogiatzi, S.; Hungría: Sáfár, J.; India: Agarwal, S.P.; Indonesia: Wisnubroto, D.; Irán, República Islámica del: Eshraghi, A.; *Emamjomeh, A.; Irlanda: Duffy, J.; Israel: Koch, J.; Italia: Trivelloni, S.; **Orsini, A.; Japón: Hanaki, I.; Libia: Kekli, A.T.; Lituania: Statkus, V.; Malasia: Sobari, M.P.M.; **Husain, Z.A.; *Marruecos: Allach, A.; México: Bautista Arteaga, D.M.; **Delgado Guardado, J.L.; Noruega: Hornkjøl, S.; *Nueva Zelandia: Ardouin, C.; Países Bajos: Ter Morshuizen, M.; Pakistán: Rashid, M.; *Paraguay: More Torres, L.E.; Polonia: Dziubiak, T.; Portugal: Buxo da Trindade, R.; Reino Unido: Sallit, G.; República Checa: Ducháček, V.; Sudáfrica: Hinrichsen, P.; Suecia: Häggblom, E.; **Svahn, B.; Suiza: Krietsch, T.; Tailandia: Jerachanchai, S.; Turquía: Ertürk, K.; Ucrania: Lopatin, S.; Uruguay: Nader, A.; *Cabral, W.; Asociación de Transporte Aéreo Internacional: Brennan, D.; Asociación internacional de suministradores y productores de fuentes: Miller, J.J.; **Roughan, K.; Asociación Nuclear Mundial: Gorlin, S.; Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa: Kervella, O.; Comisión Europea: Binet, J.; Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas: Tisdall, A.; **Gessl, M.; Instituto Mundial de Transporte Nuclear: Green, L.; OIEA: Stewart, J.T. (Coordinación); Organización de Aviación Civil Internacional: Rooney, K.; Organización Internacional de Normalización: Malesys, P.; Organización Marítima Internacional: Rahim, I.; Unión Postal Universal: Bowers, D.G.*

Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos

*Alemania: Götz, C.; Argelia: Abdenacer, G.; Argentina: Biaggio, A.; Australia: Williams, G.; *Austria: Fischer, H.; Bélgica: Blommaert, W.; Brasil: Tostes, M.; *Bulgaria: Simeonov, G.; Canadá: Howard, D.; China: Zhimin Qu; Chipre: Demetriades, P.; Corea, República de: Won-Jae Park; Croacia: Trifunovic, D.;*

Cuba: Fernández, A.; *Dinamarca*: Nielsen, C.; *Egipto*: Mohamed, Y.; *Eslovaquia*: Homola, J.; *Eslovenia*: Mele, I.; *España*: Sanz Aludan, M.; *Estados Unidos de América*: Camper, L.; *Estonia*: Lust, M.; *Finlandia*: Hutri, K.; *Francia*: Rieu, J.; *Ghana*: Faanu, A.; *Grecia*: Tzika, F.; *Hungría*: Czoch, I.; *India*: Rana, D.; *Indonesia*: Wisnubroto, D.; *Irán, República Islámica del*: Assadi, M.; *Zarghami, R.; *Iraq*: Abbas, H.; *Israel*: Dody, A.; *Italia*: Dionisi, M.; *Japón*: Matsuo, H.; **Letonia*: Salmins, A.; *Libia*: Elfawares, A.; *Lituania*: Paulikas, V.; *Malasia*: Sudin, M.; **Marruecos*: Barkouch, R.; *México*: Aguirre Gómez, J.; *Países Bajos*: van der Shaaf, M.; *Pakistán*: Mannan, A.; **Paraguay*: Idoyaga Navarro, M.; *Polonia*: Wlodarski, J.; *Portugal*: Flausino de Paiva, M.; *Reino Unido*: Chandler, S.; *República Checa*: Lietava, P.; *Sudáfrica*: Pather, T. (Presidencia); *Suecia*: Frise, L.; *Suiza*: Wanner, H.; **Tailandia*: Supaokit, P.; *Túnez*: Bousselmi, M.; *Turquía*: Özdemir, T.; *Ucrania*: Makarovska, O.; **Uruguay*: Nader, A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Riotte, H.; *Asociación internacional de suministradores y productores de fuentes*: Fasten, W.; *Asociación Nuclear Mundial*: Saint-Pierre, S.; *Comisión Europea*: Necheva, C.; *European Nuclear Installations Safety Standards*: Lorenz, B.; **Zaiss*, W.; *OIEA*: Siraky, G. (Coordinación); *Organización Internacional de Normalización*: Hutson, G.



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 23

PEDIDOS FUERA DEL OIEA

En los siguientes países, las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse por medio de los proveedores que se indican a continuación, o en las principales librerías locales.

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

ALEMANIA

Goethe Buchhandlung Teubig GmbH

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, ALEMANIA

Teléfono: +49 (0) 211 49 8740 • Fax: +49 (0) 211 49 87428

Correo electrónico: s.dehaan@schweitzer-online.de • Sitio web: <http://www.goethebuch.de>

AUSTRALIA

DA Information Services

648 Whitehorse Road, Mitcham, VIC 3132, AUSTRALIA

Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788

Correo electrónico: books@dadirect.com.au • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

BÉLGICA

Jean de Lannoy

Avenue du Roi 202, 1190 Bruselas, BÉLGICA

Teléfono: +32 2 5384 308 • Fax: +32 2 5380 841

Correo electrónico: jean.de.lannoy@euronet.be • Sitio web: <http://www.jean-de-lannoy.be>

CANADÁ

Renouf Publishing Co. Ltd.

5369 Canotek Road, Ottawa, ON K1J 9J3, CANADÁ

Teléfono: +1 613 745 2665 • Fax: +1 643 745 7660

Correo electrónico: order@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Teléfono: +1 800 865 3457 • Fax: +1 800 865 3450

Correo electrónico: orders@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

ESLOVENIA

Cankarjeva Založba dd

Kopitarjeva 2, 1515 Liubliana, ESLOVENIA

Teléfono: +386 1 432 31 44 • Fax: +386 1 230 14 35

Correo electrónico: import.books@cankarjeva-z.si • Sitio web: http://www.mladinska.com/cankarjeva_zalozba

ESPAÑA

Díaz de Santos, S.A.

Librerías Bookshop • Departamento de pedidos

Calle Albasanz 2, esquina Hermanos García Noblejas 21, 28037 Madrid, ESPAÑA

Teléfono: +34 917 43 48 90 • Fax: +34 917 43 4023

Correo electrónico: compras@diazdesantos.es • Sitio web: <http://www.diazdesantos.es>

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Teléfono: +1 800 865 3457 • Fax: +1 800 865 3450

Correo electrónico: orders@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Co. Ltd.

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Teléfono: +1 888 551 7470 • Fax: +1 888 551 7471

Correo electrónico: orders@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

FINLANDIA

Akateeminen Kirjakauppa

PO Box 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki, FINLANDIA

Teléfono: +358 9 121 41 • Fax: +358 9 121 4450

Correo electrónico: akatilaus@akateeminen.com • Sitio web: <http://www.akateeminen.com>

FRANCIA

Form-Edit

5 rue Janssen, PO Box 25, 75921 París CEDEX, FRANCIA

Teléfono: +33 1 42 01 49 49 • Fax: +33 1 42 01 90 90

Correo electrónico: fabien.boucard@formedit.fr • Sitio web: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCIA

Teléfono: +33 1 47 40 67 00 • Fax: +33 1 47 40 67 02

Correo electrónico: livres@lavoisier.fr • Sitio web: <http://www.lavoisier.fr>

L'Appel du livre

99 rue de Charonne, 75011 París, FRANCIA

Teléfono: +33 1 43 07 50 80 • Fax: +33 1 43 07 50 80

Correo electrónico: livres@appeldulivre.fr • Sitio web: <http://www.appeldulivre.fr>

HUNGRÍA

Librotade Ltd., Book Import

PF 126, 1656 Budapest, HUNGRÍA

Teléfono: +36 1 257 7777 • Fax: +36 1 257 7472

Correo electrónico: books@librotade.hu • Sitio web: <http://www.librotade.hu>

INDIA

Allied Publishers

1st Floor, Dubash House, 15, J.N. Heredi Marg, Ballard Estate, Bombay 400001, INDIA

Teléfono: +91 22 2261 7926/27 • Fax: +91 22 2261 7928

Correo electrónico: alliedpl@vsnl.com • Sitio web: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Teléfono: +91 11 2760 1283/4536

Correo electrónico: bkwell@nde.vsnl.net.in • Sitio web: <http://www.bookwellindia.com/>

ITALIA

Libreria Scientifica "AEIOU"

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milán, ITALIA

Teléfono: +39 02 48 95 45 52 • Fax: +39 02 48 95 45 48

Correo electrónico: info@libreriaaeiou.eu • Sitio web: <http://www.libreriaaeiou.eu/>

JAPÓN

Maruzen Co., Ltd.

1-9-18 Kaigan, Minato-ku, Tokyo 105-0022, JAPÓN

Teléfono: +81 3 6367 6047 • Fax: +81 3 6367 6160

Correo electrónico: journal@maruzen.co.jp • Sitio web: <http://maruzen.co.jp>

NACIONES UNIDAS (ONU)

300 East 42nd Street, IN-919J, Nueva York, NY 1001, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Teléfono: +1 212 963 8302 • Fax: +1 212 963 3489

Correo electrónico: publications@un.org • Sitio web: <http://www.unp.un.org>

PAÍSES BAJOS

Martinus Nijhoff International

Koraalrood 50, Postbus 1853, 2700 CZ Zoetermeer, PAÍSES BAJOS

Teléfono: +31 793 684 400 • Fax: +31 793 615 698

Correo electrónico: info@nijhoff.nl • Sitio web: <http://www.nijhoff.nl>

Swets Information Services Ltd.

PO Box 26, 2300 AA Leiden

Dellaertweg 9b, 2316 WZ Leiden, PAÍSES BAJOS

Teléfono: +31 88 4679 387 • Fax: +31 88 4679 388

Correo electrónico: tbeysens@nl.swets.com • Sitio web: <http://www.swets.com>

REINO UNIDO

The Stationery Office Ltd. (TSO)

PO Box 29, Norwich, Norfolk, NR3 1PD, REINO UNIDO

Teléfono: +44 870 600 5552

Correo electrónico: (pedidos) books.orders@tso.co.uk • (consultas) book.enquiries@tso.co.uk •

Sitio web: <http://www.tso.co.uk>

REPÚBLICA CHECA

Suweco CZ, spol. S.r.o.

Klecakova 347, 180 21 Praga 9, REPÚBLICA CHECA

Teléfono: +420 242 459 202 • Fax: +420 242 459 203

Correo electrónico: nakup@suweco.cz • Sitio web: <http://www.suweco.cz>

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

Sección Editorial del OIEA, Dependencia de Mercadotecnia y Venta,

Organismo Internacional de Energía Atómica

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

Teléfono: +43 1 2600 22529 ó 22488 • Fax: +43 1 2600 29302

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: <http://www.iaea.org/books>

Seguridad mediante las normas internacionales

“Los Gobiernos, órganos reguladores y explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines benéficos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.”

Yukiya Amano
Director General

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA

ISBN 978-92-0-344010-3

ISSN 1020-5837