

COLECCIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Aplicación de los
conceptos de exclusión,
exención y dispensa

GUÍA DE SEGURIDAD

Nº RS-G-1.7



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE
EXCLUSIÓN, EXENCIÓN Y DISPENSA

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

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

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

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° RS-G-1.7

APLICACIÓN DE LOS
CONCEPTOS DE EXCLUSIÓN,
EXENCIÓN Y DISPENSA

GUÍA DE SEGURIDAD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2007

DERECHOS DE AUTOR

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

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

© OIEA, 2007

Impreso por el OIEA en Austria
Febrero de 2007

**APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE
EXCLUSIÓN, EXENCIÓN Y DISPENSA**
OIEA, VIENA, 2007
STI/PUB 1202
ISBN 92-0-300407-6
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

por **Mohamed ElBaradei**
Director General

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

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

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

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

Si bien las mencionadas normas establecen las bases esenciales para la seguridad, puede ser también necesario incorporar requisitos más detallados,

acordes con la práctica nacional. Además, existirán por lo general aspectos especiales que será necesario aquilatar en función de las circunstancias particulares de cada caso.

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

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

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

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

NOTA EDITORIAL

Cuando se incluye un apéndice, debe considerarse que forma parte integrante de las Normas y que tiene la misma autoridad que se reconoce al texto principal. Los anexos, notas de pie de página y bibliografías, en caso de incluirse, sirven para proporcionar información suplementaria o ejemplos prácticos que pudieran ser de utilidad al lector.

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

La versión inglesa es la versión autorizada del texto.

PREFACIO

En septiembre de 2000 la Conferencia General del OIEA pidió a la Secretaría que elaborase criterios radiológicos aplicables a los radionucleidos de período largo presentes en productos básicos, particularmente los alimentos y la madera (Resolución GC(44)/RES/15). Se pidió a la Secretaría que utilizara para dicha tarea los mecanismos de asesoramiento en protección radiológica del OIEA y en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y las agencias especializadas que correspondiera.

La presente guía de seguridad se ha preparado como cumplimiento parcial de esa petición, y las recomendaciones que formula pueden aplicarse a todos los productos básicos, aparte de los alimentos y el agua potable. Con el fin de satisfacer la petición en lo referido a los alimentos, se solicitó a la Comisión del Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y a la Organización Mundial de la Salud que revisaran sus criterios radiológicos aplicables a los alimentos.

La petición genérica contenida en la resolución se ha abordado como una revisión y ampliación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa expuestos en las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBS, OIEA Colección Seguridad N° 115). Las orientaciones dadas en esta guía de seguridad son totalmente congruentes con los conceptos formulados en las NBS y, cuando éstas se revisen como parte del proceso de revisión y corrección de las normas de seguridad, se espera que se considere la conveniencia de incluir en su versión revisada tales orientaciones.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.5)	1
	Objetivo (1.6)	3
	Alcance (1.7–1.9)	3
	Estructura (1.10)	4
2.	CONCEPTOS	5
	Consideraciones generales (2.1–2.2)	5
	Exclusión (2.3–2.5)	5
	Exención (2.6–2.11)	6
	Dispensa (2.12–2.14)	7
3.	BASES PARA DERIVAR LOS VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD	8
	Consideraciones generales (3.1)	8
	Exclusión (3.2–3.3)	9
	Exención y Dispensa (3.4–3.7)	10
4.	VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD	11
	Consideraciones generales (4.1)	11
	Radionucleidos de origen natural (4.2–4.3)	11
	Radionucleidos de origen artificial (4.4–4.5)	12
	Mezclas de radionucleidos (4.6–4.8)	12
5.	APLICACIÓN DE LOS VALORES	16
	Radionucleidos de origen natural (5.1–5.4)	16
	Radionucleidos de origen artificial (5.5–5.7)	17
	Comercio (5.8–5.10)	18
	Enfoque gradual (5.11–5.13)	19
	Verificación de los valores (5.14–5.18)	20
	Dilución (5.19)	21
	REFERENCIAS	22

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN 25

ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS
NORMAS DESEGURIDAD 29

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. Las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (las NBS) [1] especifican los requisitos para la protección de la salud frente a la exposición a la radiación ionizante (en adelante denominada radiación) y para la seguridad de las fuentes de radiación. Las NBS, que están basadas en la información sobre los efectos perjudiciales atribuidos a la exposición a la radiación aportada por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) [2], así como en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) [3], tienen como finalidad servir de fundamento para la regulación de “las prácticas”¹ y “las intervenciones”². En las NBS se presupone la presencia de infraestructuras nacionales de protección radiológica. Una publicación de Requisitos de Seguridad [4] establece los requisitos aplicables a las infraestructuras legales y estatales necesarias para el cumplimiento eficaz de las NBS. Elemento esencial de estas infraestructuras legales y estatales es un órgano regulador nacional dotado de autoridad para establecer o adoptar reglamentaciones (Ref. [4], párr. 2.2). Además, “A fin de cumplir sus principales tareas, el órgano regulador deberá establecer un procedimiento para la tramitación de solicitudes, tales como las solicitudes para la expedición de autorizaciones, la aceptación de notificaciones y la concesión de exenciones o para la liberación del control reglamentario” (Ref. [4], párr. 3.3). Las NBS [1] establecen mecanismos para la exclusión, la exención y la dispensa.

1.2. Los seres humanos reciben dosis de radiación debido a la exposición a los radionucleidos, que pueden causar una irradiación directa desde el exterior del cuerpo o bien ser introducidos en él e irradiarlo desde el interior. Algunos de los radionucleidos son primordiales y otros se crean por la interacción continua

¹ Una práctica es toda actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o extiende la exposición a más personas, o modifica el conjunto de vías de exposición debidas a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas, o el número de las personas expuestas.

² Una intervención es toda acción encaminada a reducir o evitar la exposición o la probabilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que se hallen sin control como consecuencia de un accidente.

de los rayos cósmicos con la atmósfera. A ambos tipos se les denomina “radionucleidos de origen natural”³. De entre este grupo de origen natural, la presente Guía de Seguridad presta atención especial a los radionucleidos primordiales. Los radionucleidos también se producen por medios artificiales.

1.3. Los radionucleidos de origen natural son ubicuos en el medio ambiente, aunque sus concentraciones de actividad varían considerablemente. El uranio y el torio se pueden extraer de minerales que los contienen en concentraciones relativamente altas, y las NBS reconocen de forma clara que corresponde aplicar a dicha extracción los requisitos prescritos para las prácticas. Sin embargo, las exposiciones que son esencialmente imposibles de controlar mediante los requisitos de las NBS, como la exposición debida a la “concentración, no modificada, de los radionucleidos presentes en la mayor parte de las materias primas” (Ref. [1], nota de pie de página 2), “se considera excluida del ámbito de las Normas” (Ref. [1], párr. 1.4).

1.4. Los radionucleidos de origen artificial se producen y utilizan en el marco de las prácticas. En tal caso, se pueden aplicar las estipulaciones formuladas en la Adenda I de las NBS [1] relativas a exención de cantidades moderadas de material⁴ y a dispensa.

1.5. Las NBS definen los términos y explican el uso de los conceptos de exclusión, exención y dispensa para establecer el alcance del control reglamentario. En el caso de la exclusión dan una descripción cualitativa del concepto, dejando un gran margen de interpretación a los reguladores nacionales. En el caso de la exención, las NBS exponen la base radiológica e indican niveles de exención genéricos, que pueden utilizar los órganos reguladores nacionales para determinar las fuentes o prácticas que pueden estar exentas del control reglamentario. Sin embargo, las NBS reconocen que los niveles de exención sólo se aplican a las cantidades de material “moderadas” y que para cantidades mayores, se necesita un estudio más

³ El término “radionucleidos de origen natural” se aplica a los radionucleidos presentes en cantidades significativas en la Tierra. Denota generalmente los radionucleidos primordiales potasio-40, uranio-235, uranio-238 y torio-232 (producto del decaimiento del uranio-236 primordial) y sus productos de desintegración radiactivos, pero también podría incluir el tritio y el carbono-14, que se generan en bajas concentraciones en los procesos naturales de activación.

⁴ El término cantidades moderadas quiere decir cantidades que “son como máximo del orden de una tonelada” de material [5]. Las cantidades superiores a ésta se consideran grandes cantidades.

detallado. En el caso de la dispensa, las NBS definen el concepto y el criterio radiológico que deben utilizarse como base para determinar los niveles de dispensa, pero dejan en manos de las autoridades nacionales el establecimiento de esos niveles.

OBJETIVO

1.6. El objetivo de esta guía de seguridad es proporcionar directrices a las autoridades nacionales, incluidos los órganos reguladores y las entidades explotadoras, para la aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa⁵ tal y como están establecidos en las NBS [1]. En la guía de seguridad figuran los valores específicos de concentración de actividad, relativos a los radionucleidos de origen natural y artificial, que pueden ser utilizados en el caso de grandes cantidades de material con el propósito de aplicar la exclusión o la exención. También se analiza la posible aplicación de estos valores a la dispensa.

ALCANCE

1.7. Los valores de concentración de actividad dados en esta guía de seguridad se pueden utilizar para la aplicación práctica de los conceptos de exclusión, exención y dispensa que establecen las NBS. La exclusión se refiere a las exposiciones que son esencialmente imposibles de controlar y esta publicación proporciona a los órganos reguladores unos criterios cuantitativos para aplicar este concepto a las exposiciones causadas por los materiales radiactivos naturales. Exención significa eximir de los requisitos aplicables a las

⁵ Por “Exclusión” se entiende la exclusión, de forma deliberada, de una categoría particular de exposición del ámbito de un instrumento de control reglamentario, por la razón de que no se considera susceptible de control aplicándole el instrumento reglamentario en cuestión. Dicha exposición se denomina exposición excluida. “Exención” significa la determinación, por parte de un órgano regulador, de que no es preciso someter una fuente o práctica a alguno o a ninguno de los aspectos del control reglamentario porque la exposición (incluida la exposición potencial) debida a la fuente o práctica es demasiado pequeña como para requerir la aplicación de tales aspectos. Por “Dispensa” se entiende la supresión de cualquier control reglamentario ulterior por parte del órgano regulador sobre los materiales u objetos radiactivos adscritos a las prácticas autorizadas. La supresión del control, en este contexto, se refiere al control aplicado con propósitos de protección radiológica.

prácticas descritos a grandes rasgos en las NBS. La dispensa es similar a la exención, pero se refiere específicamente a la supresión de cualquier control ulterior por parte del órgano regulador sobre el material radiactivo adscrito a las prácticas autorizadas. La dispensa puede recaer sobre grandes cantidades de material y por esta razón es posible que los órganos reguladores quieran adoptar valores de concentración de actividad más restrictivos que los que aparecen en la Adenda I de las NBS, que solo se aplican a la exención de cantidades moderadas de material. Esta guía de seguridad presenta valores de concentración de actividad que pueden utilizar los órganos reguladores para determinar cuándo no se requieren, o no siguen necesitándose, controles sobre cantidades grandes de material.

1.8. Los valores de concentración de actividad indicados en esta guía de seguridad no se aplican en los siguientes casos:

- Comestibles, agua potable, alimentos de animales y cualquier materia cuya finalidad sea su utilización en alimentos para humanos o animales. Los niveles específicos para el agua potable vienen dados en la Ref. [6] y los niveles específicos para los comestibles (aplicables hasta un año después de un accidente), en la Ref. [7].
- El radón en aire, ya que en las NBS [1] se indican los niveles de actuación para la concentración del radón en aire.
- El potasio-40 en el cuerpo, que está excluido de las NBS.
- El material objeto de transporte conforme al Reglamento de Transporte del OIEA [8].

1.9. Los valores de concentración de actividad dados en esta guía de seguridad no están destinados a su aplicación al control de vertidos radiactivos de efluentes líquidos y gaseosos de prácticas autorizadas, o a residuos radiactivos presentes en el medio ambiente. Las Refs. [9, 10] proporcionan orientación sobre la autorización de vertidos de efluentes líquidos y gaseosos y sobre la reutilización de terrenos contaminados.

ESTRUCTURA

1.10. La sección 2 analiza los conceptos aportados por las NBS. La sección 3 presenta las bases para derivar los valores de concentración de actividad y se sustenta en un Informe de Seguridad [11] que describe los métodos usados para derivarlos. La sección 4 da los valores de concentración de actividad. La

sección 5 proporciona indicaciones sobre la aplicación de los valores de concentración de actividad.

2. CONCEPTOS

CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. En esta sección se explican y exponen con más detalle los conceptos de exclusión, exención y dispensa de las NBS para aportar una base con la que establecer orientaciones cuantitativas más amplias que las ofrecidas en las NBS.

2.2. Las NBS [1] establecen los requisitos para la protección contra los riesgos asociados a la exposición a las radiaciones. Las NBS tratan de las prácticas y las intervenciones y presentan los conceptos de exclusión, exención y dispensa. Estos conceptos y las relaciones existentes entre ellos se describen a continuación brevemente.

EXCLUSIÓN

2.3. Las NBS establecen que "Se considera excluida del ámbito de las Normas toda exposición cuya magnitud o probabilidad no sea, por esencia, susceptible de control aplicando los requisitos por ellas prescritos" (Ref. [1], párr. 1.4).

2.4. Los ejemplos de exposiciones excluidas que aparecen en las NBS son: "la exposición debida al ^{40}K presente en el organismo, a la radiación cósmica en la superficie terrestre o a la concentración, no modificada, de los radionucleidos presentes en la mayor parte de las materias primas" (Ref. [1], nota de pie de pág. 2). Todos estos ejemplos son de exposiciones a fuentes de radiación naturales, aunque no existe un requisito explícito que limite el concepto a esa exposición.

2.5. De los párrafos anteriores, 2.3 y 2.4, queda claro que las orientaciones de las NBS relacionadas con la exclusión de las exposiciones se limitan a enunciados cualitativos. En las secciones siguientes se exponen las bases para desarrollar esas orientaciones y darles forma cuantitativa aplicable a los materiales.

EXENCIÓN

2.6. Las NBS sólo utilizan el concepto de exención en el contexto de las prácticas y de las fuentes adscritas a las mismas. La exención determina a priori qué prácticas, y fuentes adscritas a ellas, se pueden liberar de los requisitos previstos para las prácticas siempre que se cumplan ciertos criterios. En esencia la exención se puede considerar una autorización genérica otorgada por el órgano regulador que, una vez emitida, libera la práctica o fuente de los requisitos que de lo contrario se aplicarían, en particular los que tienen que ver con la notificación y la autorización.

2.7. En el contexto de la concesión de exenciones, deberían tenerse en cuenta los requisitos de las NBS acerca de la justificación de prácticas y fuentes. “No debería ser autorizada ninguna práctica o fuente adscrita a una práctica a no ser que la práctica produzca a los individuos expuestos o a la sociedad un beneficio suficiente para compensar los daños por radiación que pudiera causar, es decir: a no ser que la práctica esté justificada, teniendo en cuenta los factores sociales y económicos así como otros factores pertinentes.” (Ref. [1], párr. 2.20). Las prácticas que se consideran no justificadas incluyen las que conlleven una adición deliberada de sustancias radiactivas en alimentos y bebidas, por ejemplo, o las que impliquen un uso frívolo de radiación o sustancias radiactivas en artículos o productos tales como los juguetes y objetos de joyería o adorno personal (Ref. [1], párr. 2.22).

2.8. Se puede conceder la exención si el órgano regulador está convencido de que las prácticas justificadas o las fuentes adscritas a ellas cumplen los principios y criterios de exención especificados en la Adenda I de las NBS, los niveles de exención especificados en la Adenda I de las NBS u otros niveles de exención fijados por el órgano regulador en base a los criterios de exención especificados en la Adenda I de las NBS. Los criterios de la exención son: “(a) la dosis efectiva que se prevea sufrirá cualquier miembro del público a causa de la práctica o la fuente exentas sea del orden de 10 μSv o menos en un año, y (b) o bien la dosis efectiva colectiva comprometida resultante de un año de realización de la práctica no sea superior a 1 Sv·hombre, aproximadamente, o bien una evaluación de la optimización de la protección demuestre que la exención es la opción óptima” (Ref. [1], párr. I-3).

2.9. Las concentraciones de actividad y las cantidades totales de radionucleidos, especificadas en la Adenda I de las NBS, se derivaron estableciendo un conjunto de escenarios de exposición representativos y determinando las concentraciones de actividad y actividades totales que

originarían dosis a los grupos críticos apropiados, que correspondieran a los criterios dosimétricos para la exención de prácticas establecidos en la Adenda I de las NBS, modificados de forma que tuvieran en cuenta sucesos de exposición de baja probabilidad, tal y como se expone en la Ref. [5] y en el párrafo 3.4 de esta publicación. Estos valores derivados, específicos para cada radionucleido, están basados en cálculos en los que se supuso que sólo había cantidades moderadas de material. Una nota de pie de página en la Adenda I de las NBS indica que “la exención de grandes cantidades de materiales con una concentración de actividad menor que los niveles orientativos de exención del cuadro I-I podrá, sin embargo, requerir un estudio más a fondo por parte de la autoridad reguladora.” (Ref. [1], nota de pie de página 36).

2.10. Por lo tanto la orientación cuantitativa que aparece en las NBS para los niveles de exención se limita a las “cantidades moderadas” de material, es decir, cantidades “como máximo del orden de una tonelada” [5]. Hay situaciones en las que tal vez sea procedente la exención de cantidades considerablemente mayores que una tonelada de material y la orientación cuantitativa facilitada por las NBS puede no ser adecuada para estos casos. En las siguientes secciones se describe el enfoque adoptado para proporcionar esta orientación adicional.

2.11. El concepto de exención se puede aplicar tanto a los radionucleidos de origen natural como artificial.

DISPENSA

2.12. Mientras que la exención se utiliza como parte del proceso para determinar la naturaleza y extensión de la aplicación práctica del sistema de control reglamentario, la finalidad de la dispensa es establecer qué material, del que ya está bajo control reglamentario, puede retirarse del mismo. Como en el caso de la exención, el órgano regulador puede conceder una dispensa para la liberación de material de una práctica.

2.13. La dispensa se define como la supresión de cualquier control reglamentario ulterior por parte del órgano regulador sobre los materiales u objetos radiactivos adscritos a las prácticas autorizadas. Además, las NBS establecen que los niveles de dispensa “deberán tener en cuenta los criterios de exención especificados en la Adenda I y no deberán ser mayores que los niveles de exención especificados en dicha Adenda o los fijados por la autoridad reguladora” (Ref. [1], párr. 2.19). Una nota de pie de página indica

que “La dispensa de grandes cantidades de materiales, cuya concentración de actividad sea menor que los niveles orientativos de exención especificados en el cuadro I-I de la Adenda I, puede requerir un estudio más a fondo por parte de la autoridad reguladora.” (Ref. [1], nota de pie de página 8).

2.14. En resumen, las NBS ofrecen criterios radiológicos que sirven como fundamento para derivar los niveles de dispensa, pero no dan una orientación cuantitativa categórica sobre dichos niveles. Los valores de concentración de actividad, desarrollados en la sección siguiente, pueden ser de utilidad a los órganos reguladores para la toma de decisiones sobre la exención de grandes cantidades de materiales como base para la dispensa de estos materiales.

3. BASES PARA DERIVAR LOS VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD

CONSIDERACIONES GENERALES

3.1. Se han seguido dos enfoques diferentes al establecer los valores de concentración de actividad presentados en esta publicación para ser utilizados en la toma de decisiones sobre exclusión, exención o dispensa. El primer enfoque aplica el concepto de exclusión para derivar los valores de concentración de actividad apropiados para los radionucleidos de origen natural. El segundo hace uso del concepto de exención para derivar los valores de concentración de actividad de los radionucleidos de origen artificial⁶. Esta estrategia es una simplificación del enfoque descrito en las NBS, pero es coherente con él y facilita el desarrollo de un único conjunto de valores de concentración de actividad que abarque todos los radionucleidos. En el

⁶ Debe mencionarse que las relaciones adoptadas en esta sección entre la exclusión y los radionucleidos de origen natural, y entre la exención y los radionucleidos de origen artificial, se han establecido para derivar los niveles de concentración de los radionucleidos. Por ejemplo, las exposiciones debidas a algunos radionucleidos de origen artificial, tales como la precipitación radiactiva proveniente de las pruebas con armas nucleares, pueden ser excluidas por el órgano regulador. De forma similar, un material contaminado por radionucleidos de origen natural, si se utiliza en el marco de una práctica, puede prestarse a su exención o dispensa, según proceda.

Informe de Seguridad que sirve de apoyo [11] aparece un análisis completo de los métodos utilizados.

EXCLUSIÓN

3.2. La exclusión, tal y como se describe en las NBS, se refiere a la posibilidad de someter una exposición a control reglamentario más que a la magnitud real de la exposición. La posibilidad del control es un concepto relativo; se trata de saber si resulta práctico e implica reconocer el coste del ejercicio del control reglamentario y el beneficio neto resultante de hacerlo. Los ejemplos de tipos de exposición excluidos que se citan en las NBS incluyen la exposición a “la concentración, no modificada, de los radionucleidos presentes en la mayor parte de las materias primas” (Ref. [1], nota de pie de página 2). La mención de concentración no modificada apunta al hecho de que el procesado de algunas materias primas, que pueden tener concentraciones típicas de radionucleidos de origen natural, tal vez genere productos o desechos que tengan concentraciones más altas de radionucleidos u originen exposiciones que no deberían excluirse del control reglamentario. La referencia a exposición originada por la mayor parte de las materias primas sugiere que, en el caso de algunas materias primas, dicha exposición podría no ser susceptible de exclusión. Así pues, cualquiera que sea la causa de la exposición - ya sea porque resulte de la modificación de la forma química o física del material, aumentando con el procesado su contenido de radionucleidos, o simplemente porque tal contenido sea relativamente alto de por sí en el material - el órgano regulador debería reconocer que existen algunas situaciones de exposición que merecen su consideración y control (por ejemplo las que se dan en las industrias donde se manipula o usa material que contiene radionucleidos de origen natural y donde la exposición es atribuible a su procesado). En una guía de seguridad [12] se proporciona orientación sobre la exposición ocupacional que podría resultar de la manipulación o uso de estos materiales.

3.3. Los valores de concentración de actividad que figuran en el cuadro I para los radionucleidos de origen natural, se han seleccionado basándose en consideraciones sobre el límite superior de la distribución mundial de concentraciones de actividad en suelos dada por el UNSCEAR [2]. Sería improbable que las dosis a los individuos como consecuencia de estas concentraciones de actividad superaran alrededor de 1 mSv en un año, excluida la contribución del radón que se trata de forma separada en las NBS.

EXENCIÓN Y DISPENSA

3.4. El fundamento radiológico primordial para establecer los valores de concentración de actividad con fines de exención de grandes cantidades de material y de dispensa, es que las dosis efectivas a los individuos deberían ser del orden de $10 \mu\text{Sv}$ o menores en un año. Para tener en cuenta eventuales sucesos de baja probabilidad, que puedan dar lugar a exposiciones a la radiación más altas, se utilizó un criterio adicional, a saber, las dosis efectivas causadas por tales eventos de baja probabilidad no deberían exceder 1 mSv en un año. Además, para este caso, se consideraron las dosis a la piel, adoptando a este propósito un criterio de dosis equivalente a la piel de 50 mSv en un año. Este enfoque es coherente con el utilizado al establecer los valores de exención dados en la Adenda I de las NBS (véase Ref. [1]).

3.5. El segundo criterio radiológico enunciado en la Adenda I de las NBS para la exención tiene que ver con las dosis efectivas colectivas asociadas a una práctica (véase párr. 2.8 de esta publicación). En un cierto número de estudios [5, 13] se han evaluado las dosis efectivas colectivas que tienen más probabilidad de estar asociadas a la exención y dispensa de materiales. En general se ha concluido que los criterios de dosis individuales serán casi siempre los limitadores y que la dosis efectiva colectiva comprometida en un año de práctica estará normalmente bastante por debajo de $1 \text{ Sv}\cdot\text{hombre}$.

3.6. Muchos estudios realizados a nivel nacional e internacional han permitido derivar niveles específicos por radionucleido para la exención y la dispensa de material sólido [13-19]. Los valores de concentración de actividad presentados en esta guía de seguridad se basan en la amplia experiencia obtenida al llevar a cabo estos estudios y en cálculos independientes realizados bajo los auspicios del OIEA [11]. Los cálculos se fundan en la evaluación de un conjunto seleccionado de escenarios de exposición típicos para todos los materiales, que incluyen la irradiación externa, la inhalación de polvo y la ingestión (directa e indirecta). Los valores seleccionados son los más bajos de los que se obtuvieron a partir de esos escenarios. Aunque se tuvieron en cuenta las vías de incorporación con los alimentos y el agua potable para considerar adecuadamente las consecuencias radiológicas, en esta guía de seguridad no se han desarrollado valores para la exención de esos artículos.

3.7. En el caso de un determinado número de radionucleidos de período corto, los cálculos [11] dan por resultado niveles más altos que los niveles de exención indicados en las NBS. Esto se debe al hecho de que los escenarios utilizados para obtener estos valores están relacionados con el transporte, el

comercio, el uso o el depósito de los materiales en el exterior de las instalaciones en las que se generan (por ejemplo reactores, aceleradores y laboratorios), y se ha tenido en cuenta el lapso de tiempo que podría existir antes de que diera comienzo la exposición. En los modelos en los que están basados los niveles de exención, se considera la manipulación directa del material en el interior de estas instalaciones, y en consecuencia no se prevé ningún decaimiento radiactivo de los radionucleidos antes de que comience la exposición. Para estos radionucleidos los valores de los niveles de exención seleccionados son los que aparecen en la Adenda I de las NBS [1].

4. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD

CONSIDERACIONES GENERALES

4.1. Esta sección presenta los valores de concentración de actividad que pueden ser utilizados, teniendo en cuenta un enfoque gradual (véanse párrs. 5.11-5.13), para la exclusión, la exención y la dispensa referidas a las exposiciones a los radionucleidos de origen natural y a grandes cantidades de material que contenga radionucleidos de origen artificial. Los detalles de los cálculos que dieron lugar a estos valores pueden encontrarse en un informe de seguridad [11].

RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN NATURAL

4.2. Los valores de concentración de actividad de los radionucleidos de origen natural, derivados usando el concepto de exclusión (párrs. 3.2-3.3) se indican en el cuadro 1.

CUADRO 1. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE LOS RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN NATURAL (véase párr. 4.2)

Radionucleido	Concentración de actividad (Bq/g)
^{40}K	10
El resto de radionucleidos de origen natural	1

4.3. Los valores se han determinado basándose en consideraciones sobre la distribución mundial de las concentraciones de actividad de estos radionucleidos. Por tanto son válidos para las cadenas de desintegración naturales en equilibrio secular, es decir, las cadenas encabezadas por el ^{238}U , el ^{235}U o el ^{232}Th , debiendo aplicarse el valor indicado al precursor de la cadena correspondiente. Los valores también pueden usarse de forma individual para cada producto de desintegración de las cadenas o para los radionucleidos que encabezan los subconjuntos de las cadenas, como puede ser el que tiene al ^{226}Ra como precursor.

RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL

4.4. Los valores de concentración de actividad para grandes cantidades de material que contenga radionucleidos de origen artificial, derivados usando el concepto de exención (párrs. 3.4-3.7) aparecen en el cuadro 2.

4.5. Para los gases nobles deberían usarse los niveles de exención indicados en la Adenda I de las NBS [1]. Puede verse un estudio adicional en la Ref. [11].

MEZCLAS DE RADIONUCLEIDOS

4.6. En el caso de las mezclas de radionucleidos de origen natural, la concentración de cada radionucleido debería ser menor que el valor correspondiente de concentración de actividad dado en el cuadro I.

4.7. Para los materiales que contengan una mezcla de radionucleidos de origen artificial debería aplicarse la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(\text{concentración de actividad})_i} \leq 1$$

Donde C_i es la concentración (en Bq/g) del radionucleido i -ésimo de origen artificial en el material, $(\text{concentración de actividad})_i$ es el valor de la concentración de actividad del radionucleido i en el material y n es el número de radionucleidos presentes.

4.8. Cuando se trate de una mezcla de radionucleidos de ambos orígenes, natural y artificial, deberían satisfacerse las dos condiciones formuladas en los párrafos 4.6 y 4.7.

CUADRO 2. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE LOS RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL EN GRANDES CANTIDADES (véase párr. 4.4)

Radio-nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)	Radio-nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)	Radio-nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)
H-3	100	Mn-56	10 *	Se-75	1
Be-7	10	Fe-52	10 *	Br-82	1
C-14	1	Fe-55	1000	Rb-86	100
F-18	10 *	Fe-59	1	Sr-85	1
Na-22	0,1	Co-55	10 *	Sr-85m	100 *
Na-24	1 *	Co-56	0,1	Sr-87m	100 *
Si-31	1000 *	Co-57	1	Sr-89	1000
P-32	1000	Co-58	1	Sr-90	1
P-33	1000	Co-58m	10000 *	Sr-91	10 *
S-35	100	Co-60	0,1	Sr-92	10 *
Cl-36	1	Co-60m	1000 *	Y-90	1000
Cl-38	10 *	Co-61	100 *	Y-91	100
K-42	100	Co-62m	10 *	Y-91m	100 *
K-43	10 *	Ni-59	100	Y-92	100 *
Ca-45	100	Ni-63	100	Y-93	100 *
Ca-47	10	Ni-65	10 *	Zr-93	10 *
Sc-46	0,1	Cu-64	100 *	Zr-95	1
Sc-47	100	Zn-65	0,1	Zr-97	10 *
Sc-48	1	Zn-69	1000 *	Nb-93m	10
V-48	1	Zn-69m	10 *	Nb-94	0,1
Cr-51	100	Ga-72	10 *	Nb-95	1
Mn-51	10 *	Ge-71	10000	Nb-97	10 *
Mn-52	1	As-73	1000	Nb-98	10 *
Mn-52m	10 *	As-74	10 *	Mo-90	10 *
Mn-53	100	As-76	10 *	Mo-93	10
Mn-54	0,1	As-77	1000	Mo-99	10

CUADRO 2. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE LOS RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL EN GRANDES CANTIDADES (véase párr. 4.4)

Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)		Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)		Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)	
Mo-101	10	*	Sn-125	10		Cs-129	10	
Tc-96	1		Sb-122	10		Cs-131	1000	
Tc-96m	1000	*	Sb-124	1		Cs-132	10	
Tc-97	10		Sb-125	0,1		Cs-134	0,1	
Tc-97m	100		Te-123m	1		Cs-134m	1000	*
Tc-99	1		Te-125m	1000		Cs-135	100	
Tc-99m	100	*	Te-127	1000		Cs-136	1	
Ru-97	10		Te-127m	10		Cs-137	0,1	
Ru-103	1		Te-129	100	*	Cs-138	10	*
Ru-105	10	*	Te-129m	10		Ba-131	10	
Ru-106	0,1		Te-131	100	*	Ba-140	1	
Rh-103m	10000	*	Te-131m	10		La-140	1	
Rh-105	100		Te-132	1		Ce-139	1	
Pd-103	1000		Te-133	10	*	Ce-141	100	
Pd-109	100		Te-133m	10	*	Ce-143	10	
Ag-105	1		Te-134	10	*	Ce-144	10	
Ag-110m	0,1		I-123	100		Pr-142	100	*
Ag-111	100		I-125	100		Pr-143	1000	
Cd-109	1		I-126	10		Nd-147	100	
Cd-115	10		I-129	0,01		Nd-149	100	*
Cd-115m	100		I-130	10	*	Pm-147	1000	
In-111	10		I-131	10		Pm-149	1000	
In-113m	100	*	I-132	10	*	Sm-151	1000	
In-114m	10		I-133	10	*	Sm-153	100	
In-115m	100	*	I-134	10	*	Eu-152	0,1	
Sn-113	1		I-135	10	*	Eu-152m	100	*

CUADRO 2. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE LOS RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL EN GRANDES CANTIDADES (véase párr. 4.4)

Radio-nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)		Radio- nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)		Radio- nucleido	Concen- tración de actividad (Bq/g)	
Eu-154	0,1		Ir-192	1		Pa-230	10	
Eu-155	1		Ir-194	100	*	Pa-233	10	
Gd-153	10		Pt-191	10		U-230	10	
Gd-159	100	*	Pt-193m	1000		U-231	100	
Tb-160	1		Pt-197	1000	*	U-232	0,1	
Dy-165	1000	*	Pt-197m	100	*	U-233	1	
Dy-166	100		Au-198	10		U-236	10	
Ho-166	100		Au-199	100		U-237	100	
Er-169	1000		Hg-197	100		U-239	100	*
Er-171	100	*	Hg-197m	100		U-240	100	*
Tm-170	100		Hg-203	10		Np-237	1	
Tm-171	1000		Tl-200	10		Np-239	100	
Yb-175	100		Tl-201	100		Np-240	10	*
Lu-177	100		Tl-202	10		Pu-234	100	*
Hf-181	1		Tl-204	1		Pu-235	100	*
Ta-182	0,1		Pb-203	10		Pu-236	1	
W-181	10		Bi-206	1		Pu-237	100	
W-185	1000		Bi-207	0,1		Pu-238	0,1	
W-187	10		Po-203	10	*	Pu-239	0,1	
Re-186	1000		Po-205	10	*	Pu-240	0,1	
Re-188	100	*	Po-207	10	*	Pu-241	10	
Os-185	1		At-211	1000		Pu-242	0,1	
Os-191	100		Ra-225	10		Pu-243	1000	*
Os-191m	1000	*	Ra-227	100		Pu-244	0,1	
Os-193	100		Th-226	1000		Am-241	0,1	
Ir-190	1		Th-229	0,1		Am-242	1000	*

CUADRO 2. VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD DE LOS RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL EN GRANDES CANTIDADES (véase párr. 4.4)

Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)	Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)	Radio-nucleido	Concen-tración de actividad (Bq/g)	
Am-242m	0,1	Cm-247	0,1	Cf-252	1	
Am-243	0,1	Cm-248	0,1	Cf-253	100	
Cm-242	10	Bk-249	100	Cf-254	1	
Cm-243	1	Cf-246	1000	Es-253	100	
Cm-244	1	Cf-248	1	Es-254	0,1	
Cm-245	0,1	Cf-249	0,1	Es-254m	10	
Cm-246	0,1	Cf-250	1	Fm-254	10000	*
		Cf-251	0,1	Fm-255	100	*

* Período de semidesintegración menor de 1 día.

5. APLICACIÓN DE LOS VALORES

RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN NATURAL

5.1. Generalmente no es necesario regular el material radiactivo que tiene concentraciones de actividad por debajo de los valores que aparecen en el cuadro 1. Sin embargo hay algunas situaciones (como por ejemplo el uso de ciertos materiales de construcción que contienen radionucleidos naturales) en las cuales las exposiciones a los materiales, debidas a radionucleidos con concentraciones de actividad más bajas que las indicadas en el cuadro 1, deberían ser tenidas en consideración por el órgano regulador para ejercer sobre ellas algún tipo de control reglamentario. Los órganos reguladores deberían estar facultados para investigar tales situaciones y tomar cualquier medida que se considere necesaria.

5.2. Si la concentración de actividad del radionucleido excede el valor dado en el cuadro 1, el órgano regulador debería decidir hasta qué punto procedería aplicar los requisitos reglamentarios estipulados en las NBS [1]. También puede aplicarse un enfoque gradual tal y como se describe en los párrs. 5.11H5.13.

5.3. Además los valores de concentración de actividad dados en el cuadro 1 se pueden usar para determinar si un material adscrito a una práctica puede ser liberado del control reglamentario.

5.4. La forma en la que deberían incorporarse estos valores a los requisitos reglamentarios nacionales dependerá del criterio particular que se adopte al respecto. Un criterio puede consistir en la utilización de estos niveles para definir el alcance de la reglamentación. Otro criterio puede ser el uso de estos niveles para definir el concepto de material radiactivo a los efectos de la reglamentación.

RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN ARTIFICIAL

5.5. En esta guía de seguridad, los conceptos de exención y dispensa se aplican a grandes cantidades de material que contengan radionucleidos de origen artificial. Estos conceptos están relacionados específicamente con las prácticas que el órgano regulador considere justificadas⁷. Si las concentraciones de actividad de los radionucleidos presentes en los materiales están por debajo de los valores indicados en el cuadro 2, el manejo y uso del material puede considerarse exento de los requisitos reglamentarios relativos a las prácticas.

5.6. Las NBS, en la Adenda I (Ref. [1], párr. I-6), indican que el material radiactivo proveniente de una práctica o una fuente autorizadas, cuyo vertido al medio ambiente se haya autorizado, está exento de todo nuevo requisito de notificación, registro o concesión de licencia, a no ser que el órgano regulador especifique otra cosa. Como la exención y la dispensa son en esencia autorizaciones genéricas, esta

⁷ Conviene señalar que el principio de justificación se aplica a la totalidad de una práctica, y no de forma separada a cada una de sus partes, como la disposición final de los desechos. Esto quiere decir que en el caso de un material contaminado como consecuencia de una práctica esa disposición final es un tema de optimización de la protección y no de justificación. Uno de los fines para los que se han establecido los valores de concentración de actividad es permitir que grandes cantidades de material puedan ser declaradas “exentas” o “dispensadas” de una práctica justificada sin más consideraciones.

estipulación de las NBS quiere decir que se debería permitir el uso del material “exento” o “dispensado” sin ninguna otra restricción. Esto significa que el material que ha sido declarado exento o dispensado no debería volver a entrar en el sistema de protección de las prácticas, a menos que el órgano regulador lo requiriese específicamente.

5.7. La forma en la que estos valores deberían incorporarse a los requisitos reglamentarios nacionales dependerá del enfoque particular que se adopte al respecto. Puede seguirse cualquiera de los enfoques propuestos en el párrafo 5.4 para los radionucleidos de origen natural. El enfoque no tiene por qué ser necesariamente el mismo para los radionucleidos de origen natural que para los de origen artificial. Se hace notar que muchos órganos reguladores han adoptado en sus requisitos nacionales los niveles de exención para la concentración de actividad dados en la Adenda I de las NBS [1]. Cuando este sea el caso, una posibilidad sería expresar los valores en un instrumento reglamentario específico que estipule los requisitos relacionados con la exención y la dispensa de grandes cantidades de materiales.

COMERCIO

5.8. Si los valores de concentración de actividad que figuran en esta guía de seguridad se usan como se ha indicado anteriormente, no 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 estos valores. En particular, el comercio nacional o internacional de productos que contengan radionucleidos con concentraciones de actividad menores que los valores indicados en los cuadros 1 y 2, no debería estar sujeto a control reglamentario por motivos de protección radiológica.

5.9. Se debería obtener una confirmación de que no se exceden los valores de concentración de actividad dados en los cuadros 1 y 2, en el primer punto de control de entrada al circuito comercial⁸. Esto no implica la necesidad de una vigilancia radiológica sistemática de los materiales, pero las autoridades de los Estados exportadores deberían cuidar de que existan sistemas para prevenir el comercio

⁸ El comercio incluye necesariamente el transporte del material. No obstante, los requisitos sobre limitación de las concentraciones de actividad de los materiales transportados se establecen en el Reglamento de Transporte del OIEA [8] y no en esta guía de seguridad.

irrestringido de material con concentraciones de actividad superiores. En general no debería ser necesario que cada Estado importador establezca un programa propio habitual de medidas únicamente con el propósito de someter a vigilancia radiológica los productos en cuestión, especialmente si hay confianza en los controles que ejerce el Estado exportador.

5.10. En los casos en que existan suficientes motivos para pensar que podrían excederse los valores de concentración de actividad, los órganos reguladores interesados deberían coordinar sus actividades e intercambiar sus inquietudes sobre las cuestiones relacionadas con la protección radiológica para facilitar el movimiento de materiales. En general, para evitar obstáculos innecesarios al comercio en los puntos de traspaso de fronteras, los Estados deberían coordinar con sus Estados vecinos las estrategias de reglamentación y su ejecución, incluyendo los programas de vigilancia radiológica de productos básicos. Deberían establecerse disposiciones para determinar las concentraciones de actividad reales en los materiales, bien obteniendo la información de los suministradores o bien mediante mediciones programadas por el órgano regulador. Todas las mediciones deberían realizarse conforme a técnicas apropiadas y con equipo capaz de medir concentraciones de actividad en los valores que se hayan especificado.

ENFOQUE GRADUAL

5.11. Cuando las concentraciones de actividad sobrepasen los valores indicados en los cuadros 1 y 2 de esta guía de seguridad puede adoptarse un enfoque gradual coherente con el principio de optimización. Dicho enfoque “deberá estar en consonancia con las características de la práctica o fuente y con la magnitud y probabilidad de las exposiciones, y deberá también satisfacer cualesquiera requisitos especificados por la autoridad reguladora o, cuando corresponda, por las Organizaciones patrocinadoras competentes [cita de las NBS]” (Ref. [1], párr. 2.8).

5.12. Cuando las concentraciones de actividad sobrepasen varias veces los valores pertinentes del cuadro 1 o el cuadro 2 (por ejemplo hasta diez veces), el órgano regulador podrá decidir (cuando el marco normativo nacional así lo permita) que la opción óptima no es aplicar los requisitos reglamentarios a la persona jurídica responsable del material. El mecanismo para dar efecto a tal decisión dependerá de la naturaleza de la infraestructura reglamentaria nacional. En muchas ocasiones el órgano regulador tomará, con posterioridad a la notificación, una decisión fundamentada caso por caso que tendrá la forma

de una exención. En algunos casos el órgano regulador podrá especificar que no hace falta regular la exposición proveniente de ciertas actividades humanas, que conlleven concentraciones de actividad de esta magnitud.

5.13. Cuando el órgano regulador haya determinado que procede aplicar controles reglamentarios, la severidad de las medidas reglamentarias debería ser proporcional al nivel de riesgo inherente al material. Cuando se considere que las actividades humanas que tienen que ver con el material constituyen una práctica, las medidas reglamentarias que se apliquen deberían ser compatibles con los requisitos para las prácticas establecidos en las NBS (Ref. [1], Sección 2). El requisito mínimo es que se notifiquen dichas prácticas al órgano regulador. Para algunas prácticas que conlleven riesgos bajos o moderados, puede ser suficiente el registro definido en las NBS. Es posible que otras prácticas requieran licencias, reflejándose el nivel de riesgo en la rigurosidad de las condiciones de la misma.

VERIFICACIÓN DE LOS VALORES

5.14. Se debería ser consciente de que los valores de concentración de actividad que aparecen en el cuadro 2 se han derivado para grandes cantidades de material homogéneo, lo que conviene tener en cuenta al calcular promedios. Los procedimientos de cálculo de promedios deberían ser parte integral del esquema de verificación y es necesario seleccionarlos en conformidad con el tipo de material. También deberían tenerse en cuenta las zonas de concentración de actividad en la superficie de los materiales o cerca de ella. El OIEA está preparando orientación sobre estos aspectos.

5.15. La verificación de los valores debería basarse en un procedimiento que puede incluir medidas directas sobre el material, medidas en laboratorio de muestras representativas, el uso de relaciones entre radionucleidos debidamente derivadas, una trazabilidad adecuada del material, incluso hasta su origen, u otros métodos que el órgano regulador acepte previa aprobación o por solicitud.

5.16. Según los radionucleidos presentes puede ser necesario suplementar las medidas directas realizadas sobre el material con un análisis en laboratorio de muestras seleccionadas de forma apropiada.

5.17. Para decidir una estrategia de medida se deberían tomar en consideración los siguientes pasos:

- Agrupar el material en cuestión, de forma que sea lo más homogéneo posible en relación al propio material y a su origen (y de esta forma también al espectro de radionucleidos y al nivel de actividad).
- Estimar, mediante el análisis de muestras, el espectro de radionucleidos del material considerado, teniendo en cuenta toda la información pertinente sobre su historial operacional.

5.18. En base a esta información se puede seleccionar el método de medida y elegir instrumentos adecuados y calibrados de forma apropiada.

DILUCIÓN

5.19. No se debería permitir, sin la aprobación previa del órgano regulador, la dilución deliberada del material para alcanzar los valores de concentración de actividad indicados en la sección 4, a diferencia de la dilución que tiene lugar en las operaciones normales cuando la radiactividad no es un factor a considerar.

REFERENCIAS

- [1] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad N^o 115, OIEA, Viena (1997).
- [2] NACIONES UNIDAS, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), Naciones Unidas, Nueva York (2000).
- [3] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, Recomendaciones de 1990 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, CIPR 60, Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - (EDICOMPLET, S.A. - Madrid (1995).
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Infraestructura legal y estatal para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte, Colección de Normas de Seguridad No. GS-R-1, OIEA, Viena (2004).
- [5] COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, Principios y métodos para establecer concentraciones y cantidades (valores de exención) por debajo de los cuales la Directiva europea no exige notificación, Protección radiológica n^o 65, CCE, Luxemburgo (1993).
- [6] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 1: Recommendations, OMS, Ginebra (1993); y Addendum to Volume 1 (1998).
- [7] PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS, Comisión del Codex Alimentarius, Vol. 1, Sección 6.1 (1991).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 1996 Edition (As amended 2003), Colección de Normas de Seguridad Núm. TS-R-1, OIEA, Viena (2004).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Colección de Normas de Seguridad, Núm. WS-G-2.3, OIEA, Viena (2000).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Remediation of Areas Contaminated by Part Activities and Accidents, Colección de Normas de Seguridad, Núm. WS-R-3, OIEA, Viena (2003).
- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Derivation of Activity Concentration Levels for Exclusion, Exemption and Clearance, proyecto de informe, OIEA, Viena (2004).

- [12] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad Núm. RS-G-1.1, OIEA, Viena (2004).
- [13] HARVEY, M.P., MOBBS, S.F., PENFOLD, J.S.S., Calculations of Clearance Levels for the UK Nuclear Industry, NRPB-M986, Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton (1998).
- [14] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Application of Exemption Principles to the Recycle and Reuse of Materials from Nuclear Facilities, Colección Seguridad No. 111-P-1.1, OIEA, Viena (1992).
- [15] COMISIÓN REGULADORA NUCLEAR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, Radiological Assessment for Clearance of Materials from Nuclear Facilities, NUREG-1640, USNRC, Washington (2003).
- [16] COMISIÓN EUROPEA, Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption (Part I), RP-122, CE, Bélgica (2001).
- [17] COMISIÓN EUROPEA, Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption (Part II), RP-122, CE, Bélgica (2002).
- [18] SOCIEDAD DE FÍSICA SANITARIA, Surface and Volume Radioactivity Standards for Clearance, ANSI/HPS N13.12, HPS, McLean (1999).
- [19] HILL, M.D., THORNE, M.C., WILLIAMS, P., LEYSHON-JONES, P., Derivation of UK Unconditional Clearance Levels for Solid Radioactively Contaminated Materials, Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones, Rep. No. DETR/RAS/98.004, abril de 1999, DETR, HMSO, Londres (1999).

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN

Ahier, B.	Oficina de Protección Radiológica, Salud Canadá, Canadá
Averous, J.	Dirección General de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, Francia
Azad, S.	Organización de Energía Atómica del Irán, República Islámica del Irán
Badulin, V.	Centro Nacional de Radiobiología y Protección Radiológica, Bulgaria
Baekelandt, L.	Agencia Federal de Control Nuclear, Bélgica
Balonov, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bilbao, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Boal, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Borrás, C.	Organización Panamericana de la Salud
Clarke, R.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Reino Unido
Cool, D.	Comisión Reguladora Nuclear, Estados Unidos de América
Cooper, J.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Reino Unido
Fawaris, B.	Centro de Investigaciones Nucleares de Tajoura, Jamahiriya Árabe Libia
Foster, P.	Oficina Internacional del Trabajo
Goldammer, W.	Consultor, Alemania
Gomaa, M.	Organismo de Energía Atómica, Egipto
González, A.J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Greeves, J.	Comisión Reguladora Nuclear, Estados Unidos de América
Hänninen, R.	Organismo de Seguridad Radiológica y Nuclear (Finlandia)

Hedemann Jensen, P.	Laboratorio Nacional Risø, Dinamarca
Holahan, P.	Comisión Reguladora Nuclear, Estados Unidos de América
Janssens, A.	Comisión Europea
Jova Sed, L.	Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Cuba
Kenigsberg, Y.	Comisión Nacional de Protección Radiológica, Belarús
Landfermann, H.	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad de los Reactores, Alemania
Lecomte, J.	Instituto de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, Francia
Likhtarev, I.	Instituto Ucraniano de Protección Radiológica, Ucrania
Linsley, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lobach, B.	Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia, Federación de Rusia
Maldonado, H.	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, México
Mason, C.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Meck, R.	Comisión Reguladora Nuclear, Estados Unidos de América
Melbourne, A.	Agencia Australiana de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, Australia
Merta, A.	Organismo Nacional de Energía Atómica, Polonia
Mobbs, S.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Reino Unido
Niu, S.	Oficina Internacional del Trabajo
Owen, D.	Oficina Internacional del Trabajo
Pather, T.	Organismo Nacional de Reglamentación Nuclear, Sudáfrica
Piechowski, J.	Comisariado de Energía Atómica, Francia

Potiriadis, K.	Comisión Griega de Energía Atómica, Grecia
Reisenweaver, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Repacholi, M.	Organización Mundial de la Salud
Rigney, C.	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
Risica, S.	Instituto Superior de Salud Pública, Italia
Robinson, I.	Dirección de Sanidad y Seguridad, Reino Unido
Rochedo, E.	Comisión Nacional de Energía Nuclear, Brasil
Salava, J.	Oficina Estatal de Seguridad Nuclear, República Checa
Savkin, M.	Centro Estatal de Investigaciones de la Federación de Rusia, Federación de Rusia
Sjöblom, K.	Organismo de Seguridad Radiológica y Nuclear (Finlandia)
Steiner, M.	Oficina Federal de Protección Radiológica, Alemania
Sundararajan, A.	Junta Reguladora de la Energía Atómica, India
Thierfeldt, S.	Brenk Systemplanung, Alemania
Van der Steen, J.	Grupo de Investigaciones y Consultoría Nucleares, Países Bajos
Weinmueller, K.	Federación Europea de Empresas de Iluminación
Wilson, C.	Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones, Reino Unido
Wrixon, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Wymer, D.	Cámara de Minas de Sudáfrica, Sudáfrica

ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD

El asterisco () indica que se trata de un miembro corresponsal. Los miembros corresponsales reciben los proyectos de documento para que formulen sus observaciones, además de otros documentos, pero por lo general no participan en las reuniones.*

Comisión sobre Normas de Seguridad

Alemania: Renneberg, W.; Argentina: Oliveira, A.; Brasil: Caubit da Silva, A.; Canadá: Pereira, J.K.; Corea, República de: Eun, S.; España: Azuara, J.A.; Santoma, L.; Estados Unidos de América: Travers, W.D.; Federación de Rusia: Malyshev, A.B.; Vishnevskiy, Y.G.; Francia: Gauvain, J.; Lacoste, A.-C.; India: Sukhatme, S.P.; Japón: Tobioka, T.; Suda, N.; Reino Unido: Hall, A.; Williams, L.G. (Presidente); Suecia: Holm, L.-E.; Suiza: Schmocker, U.; Ucrania: Gryschenko, V.; Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE: Shimomura, K.; Comisión Internacional de Protección Radiológica: Clarke, R.H.; OIEA: Karbassioun, A. (Coordinador).

Comité sobre Normas de Seguridad Nuclear

*Alemania: Feige, G.; Argentina: Sajaroff, P.; Australia: MacNab, D.; *Belarús: Sudakou, I.; Bélgica: Govaerts, P.; Brasil: Salati de Almeida, I.P.; Bulgaria: Gantchev, T.; Canadá: Hawley, P.; China: Wang, J.; Corea, República de: Lee, J.-I.; *Egipto: Hassib, G.; España: Mellado, I.; Estados Unidos de América: Mayfield, M.E.; Federación de Rusia: Baklushin, R.P.; Finlandia: Reiman, L. (Presidente); Francia: Saint Raymond, P.; Hungría: Vöröss, L.; India: Kushwaha, H.S.; Irlanda: Hone, C.; Israel: Hirshfeld, H.; Japón: Yamamoto, T.; Lituania: Demcenko, M.; *México: Delgado Guardado, J.L.; Países Bajos: de Munk, P.; *Pakistán: Hashimi, J.A.; *Perú: Ramírez Quijada, R.; Reino Unido: Hall, A.; República Checa: Bhm, K.; Sudáfrica: Bester, P.J.; Suecia: Jende, E.; Suiza: Aeberli, W.; *Tailandia: Tanipanichskul, P.; Turquía: Alten, S.; Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE: Hrehor, M.; Comisión Europea: Schwartz, J.-C.; OIEA: Bevington, L. (Coordinador); Organización Internacional de Normalización: Nigon, J.L.*

Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica

Alemania: Landfermann, H.; *Argentina:* Rojkind, R.H.A.; *Australia:* Melbourne, A.; **Belarús:* Rydlevski, L.; *Bélgica:* Smeesters, P.; *Brasil:* Amaral, E.; *Canadá:* Bundy, K.; *China:* Yang, H.; *Corea, República de:* Kim, C.W.; *Cuba:* Betancourt Hernández, A.; *Dinamarca:* Ulbak, K.; **Egipto:* Hanna, M.; *Finlandia:* Markkanen, M.; *Eslovaquia:* Jurina, V.; *España:* Amor, I.; *Estados Unidos de América:* Paperiello, C.; *Federación de Rusia:* Kutkov, V.; *Francia:* Piechowski, J.; *Hungría:* Koblinger, L.; *India:* Sharma, D.N.; *Irlanda:* Colgan, T.; *Israel:* Laichter, Y.; *Italia:* Sgrilli, E.; *Japón:* Yamaguchi, J.; **Madagascar:* Andriambololona, R.; **México:* Delgado Guardado, J.L.; *Noruega:* Saxebol, G.; **Países Bajos:* Zuur, C.; **Perú:* Medina Gironzini, E.; *Polonia:* Merta, A.; *Reino Unido:* Robinson, I. (Presidente); *República Checa:* Drabova, D.; *Sudáfrica:* Olivier, J.H.I.; *Suecia:* Hofvander, P.; Moberg, L.; *Suiza:* Pfeiffer, H.J.; **Tailandia:* Pongpat, P.; *Turquía:* Uslu, I.; *Ucrania:* Likhtarev, I.A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE:* Lazo, T.; *Asociación Internacional de Protección Radiológica:* Webb, G.; *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:* Gentner, N.; *Oficina Internacional del Trabajo:* Niu, S.; *OIEA:* Boal, T. (Coordinador); *Organización Internacional de Normalización:* Perrin, M.; *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.; *Argentina:* López Vietri, J.; *Australia:* Colgan, P.; **Belarús:* Zaitsev, S.; *Bélgica:* Cottens, E.; *Brasil:* Mezrahi, A.; *Bulgaria:* Bakalova, A.; *Canadá:* Vighlasky, T.; *China:* Pu, Y.; *Corea, República de:* Kwon, S.-G.; **Dinamarca:* Hannibal, L.; *Egipto:* El-Shinawy, R.M.K.; *España:* Zamora Martin, F.; *Estados Unidos de América:* Brach, W.E.; McGuire, R.; *Federación de Rusia:* Ershov, V.N.; *Francia:* Aguilar, J.; *Hungría:* Sáfár, J.; *India:* Nandakumar, A.N.; *Irlanda:* Duffy, J.; *Israel:* Koch, J.; *Italia:* Trivelloni, S.; *Japón:* Saito, T.; *Noruega:* Hornkjøl, S.; *Países Bajos:* Van Halem, H.; **Perú:* Regalado Campaña, S.; *Reino Unido:* Young, C.N. (Presidente); *Rumania:* Vieru, G.; *Sudáfrica:* Jutle, K.; *Suecia:* Pettersson, B.G.; *Suiza:* Knecht, B.; **Tailandia:* Jerachanchai, S.; *Turquía:* Köksal, M.E.; *Asociación de Transporte Aéreo Internacional:* Abouchaar, J.; *Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa:* Kervella, O.; *Comisión Europea:* Rossi, L.; *Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas:* Tisdall, A.; *Instituto Mundial de Transporte Nuclear:* Lesage, M.; *OIEA:* Wangler,

M.E. (Coordinador); *Organización de Aviación Civil Internacional*: Rooney, K.; *Organización Marítima Internacional*: Rahim, I.; *Organización Internacional de Normalización*: Malesys, P.

Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos

Alemania: von Dobschütz, P.; *Argentina*: Siraky, G.; *Australia*: Williams, G.; **Belarús*: Rozdyalovskaya, L.; *Bélgica*: Baekelandt, L. (Presidente); *Brasil*: Xavier, A.; **Bulgaria*: Simeonov, G.; *Canadá*: Ferch, R.; *China*: Fan, Z.; *Corea, República de*: Song, W.; *Cuba*: Benítez, J.; **Dinamarca*: Øhlenschlaeger, M.; **Egipto*: Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; *Eslovaquia*: Konecny, L.; *España*: López de la Higuera, J.; Ruiz López, C.; *Estados Unidos de América*: Greeves, J.; Wallo, A.; *Federación de Rusia*: Poluektov, P.P.; *Finlandia*: Ruokola, E.; *Francia*: Averous, J.; *Hungría*: Czoch, I.; *India*: Raj, K.; *Irlanda*: Pollard, D.; *Israel*: Avraham, D.; *Italia*: Dionisi, M.; *Japón*: Irie, K.; **Madagascar*: Andriambololona, R.; *México*: Aguirre Gómez, J.; Delgado Guardado, J.; **Noruega*: Sorlie, A.; *Países Bajos*: Selling, H.; *Pakistán*: Hussain, M.; **Perú*: Gutierrez, M.; *Reino Unido*: Wilson, C.; *Sudáfrica*: Pather, T.; *Suecia*: Wingefors, S.; *Suiza*: Zurkinden, A.; **Tailandia*: Wangcharoenroong, B.; *Turquía*: Osmanlioglu, A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Riotte, H.; *Comisión Europea*: Taylor, D.; *Comisión Internacional de Protección Radiológica*: Valentin, J.; *OIEA*: Hioki, K. (Coordinador); *Organización Internacional de Normalización*: Hutson, G.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATOMÍCA
VIENA
ISBN 92-0-300407-6
ISSN 1020-5837