

COLECCIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Evaluación
del emplazamiento
de instalaciones
nucleares

REQUISITOS DE SEGURIDAD

Nº NS-R-3



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

PUBLICACIONES DEL OIEA RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD

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 aparecen en la **Colección de Normas de Seguridad del OIEA**. Esta serie de publicaciones abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos, así como la seguridad general (es decir, todas esas esferas de la seguridad). Las categorías comprendidas en esta serie son las siguientes: **Nociones fundamentales de seguridad, Requisitos de seguridad y Guías de seguridad.**

Las normas de seguridad llevan un código que corresponde a su ámbito de aplicación: seguridad nuclear (NS), seguridad radiológica (RS), seguridad del transporte (TS), seguridad de los desechos (WS) y seguridad general (GS).

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, PO 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 aplicación 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.

OTRAS PUBLICACIONES RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo III y el 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**.

EVALUACIÓN
DEL EMPLAZAMIENTO DE
INSTALACIONES NUCLEARES

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

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

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° NS-R-3

EVALUACIÓN
DEL EMPLAZAMIENTO DE
INSTALACIONES NUCLEARES

REQUISITOS DE SEGURIDAD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2010

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-e: sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2010
Impreso por el OIEA en Austria
Noviembre de 2010

EVALUACIÓN
DEL EMPLAZAMIENTO DE
INSTALACIONES NUCLEARES
OIEA, VIENA, 2010
STI/PUB/1177
ISBN 978-92-0-309810-6
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

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 fisibles y radiactivos y de las centrales nucleares en general; las obligaciones de los Estados a este respecto deben enfocarse partiendo

de la base de los instrumentos y publicaciones aplicables elaborados bajo los auspicios del OIEA. Tampoco se consideran explícitamente los aspectos no radiológicos de la seguridad industrial y la protección del medio ambiente; se reconoce que, en relación con ellos, los Estados deben cumplir sus compromisos y obligaciones internacionales.

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

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

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

NOTA EDITORIAL

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

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

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.2)	1
	Objetivo (1.3–1.5)	1
	Alcance (1.6–1.14)	2
	Estructura (1.15)	4
2.	REQUISITOS GENERALES	5
	Objetivo (2.1–2.2)	5
	Usos de la evaluación del emplazamiento (2.3)	5
	Criterios generales (2.4–2.13)	6
	Criterios aplicables a los riesgos asociados a los sucesos externos naturales e imputables al hombre (2.14–2.21)	7
	Criterios para determinar los posibles efectos de la instalación nuclear en la región (2.22–2.25)	8
	Criterios derivados de consideraciones relativas a la población y la planificación de emergencia (2.26–2.29)	9
3.	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA EVALUACIÓN DE SUCESOS EXTERNOS	10
	Terremotos y fallamiento superficial (3.1–3.7)	10
	Terremotos (3.1–3.4)	10
	Fallamiento superficial (3.5–3.7)	11
	Sucesos meteorológicos (3.8–3.17)	12
	Valores extremos de los fenómenos meteorológicos (3.9–3.10)	12
	Sucesos meteorológicos no usuales (3.11–3.17)	12
	Inundaciones (3.18–3.32)	13
	Inundaciones debidas a precipitaciones y otras causas (3.18–3.23)	13
	Olas de agua provocadas por terremotos u otros fenómenos geológicos (3.24–3.28)	14
	Inundaciones y olas causadas por la falta de estructuras de control de aguas (3.29–3.32)	15
	Riesgos geotécnicos (3.33–3.43)	15
	Inestabilidad de la pendiente (3.33–3.34)	15

Derrumbe, descenso o elevación de la superficie del emplazamiento (3.35–3.37)	16
Licuefacción del suelo (3.38–3.40).	16
Comportamiento de los materiales de cimentación (3.41–3.43).	16
Sucesos externos imputables al hombre (3.44–3.51).	17
Choques de aeronaves (3.44–3.47).	17
Explosiones químicas (3.48–3.50)	17
Otros sucesos importantes imputables al hombre (3.51)	18
Otros aspectos importantes (3.52–3.55).	18
 4. CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO Y POSIBLES EFECTOS DE LA INSTALACIÓN NUCLEAR EN LA REGIÓN . . .	 19
Dispersión atmosférica de materiales radiactivos (4.1–4.3)	19
Dispersión de materiales radiactivos a través de las aguas superficiales (4.4–4.6)	20
Dispersión de materiales radiactivos a través de las aguas subterráneas (4.7–4.9)	20
Distribución de la población (4.10–4.13).	21
Usos de la tierra y el agua de la región (4.14)	21
Radiactividad ambiental (4.15)	22
 5. CONTROL DE LOS RIESGOS (5.1)	 22
 6. GARANTÍA DE CALIDAD (6.1–6.9)	 22
 REFERENCIAS	 24
GLOSARIO	25
COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y EXAMEN	26
ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD	27

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La presente edición de Requisitos de seguridad sustituye el Código sobre la seguridad de las centrales nucleares: Emplazamiento, que fue publicado en 1988 en la Colección Seguridad N° 50-C-S (Rev.1). Se informa sobre la evolución de las evaluaciones de los emplazamientos para instalaciones nucleares, desde la última revisión del código sobre el emplazamiento. Entre las novedades se incluyen la publicación de las Nociones fundamentales de seguridad sobre “Seguridad de las instalaciones nucleares” [1], y la revisión de varias normas de seguridad y otras publicaciones relacionadas con la seguridad. Los requisitos para la evaluación de los emplazamientos tienen por objetivo garantizar una protección adecuada del personal, el público y el medio ambiente contra los efectos de la radiación ionizante procedente de instalaciones nucleares. Se observan progresos constantes de la tecnología y los conocimientos científicos en el ámbito de la seguridad nuclear y en lo que se considera una protección adecuada. Los requisitos de seguridad cambian paralelamente a estos progresos y la presente publicación refleja el consenso actual entre los Estados.

1.2. La presente publicación de Requisitos de seguridad ha sido elaborada en el marco del programa del OIEA sobre normas de seguridad para instalaciones nucleares. En ella se establecen los requisitos y los criterios para garantizar la seguridad en la evaluación de emplazamientos para instalaciones nucleares. Las guías de seguridad sobre evaluación de emplazamientos que se mencionan en las referencias presentan recomendaciones sobre cómo cumplir los requisitos establecidos en esta edición de Requisitos de seguridad.

OBJETIVO

1.3. El objetivo de esta publicación es establecer los requisitos relacionados con los elementos de la evaluación del emplazamiento de una instalación nuclear, con el fin de caracterizar exhaustivamente las condiciones específicas del emplazamiento que revisten interés para la seguridad de una instalación nuclear.

1.4. Se pretende establecer los requisitos respecto de los criterios que deben aplicarse en función del emplazamiento y de su interacción con la instalación en situaciones operacionales y en condiciones de accidente, incluidas las que pueden dar lugar a medidas de emergencia con miras a:

- a) definir el alcance de la información sobre el emplazamiento propuesto que debe presentar el solicitante;
- b) evaluar el emplazamiento propuesto para asegurar que se tienen debidamente en cuenta los fenómenos y las características afines;
- c) analizar las características de la población de la región y la capacidad para ejecutar planes de emergencia durante la vida útil prevista de la central;
- d) definir los peligros relacionados con el emplazamiento.

1.5. Esta publicación no aborda de manera concreta la cuestión relativa a las instalaciones subterráneas o frente a la costa.

ALCANCE

1.6. Esta publicación abarca los factores relacionados con el emplazamiento y los factores de interacción entre el emplazamiento y la instalación relacionados con los estados operacionales y las condiciones de accidente, incluidas las que puedan dar lugar a medidas de emergencia, y los sucesos externos a la instalación naturales e imputables al hombre que revisten importancia para la seguridad. En esta publicación de Requisitos de Seguridad se trata únicamente de los sucesos externos imputables al hombre que tienen un origen accidental. Los aspectos relacionados con la protección física de las instalaciones contra actos dolosos cometidos por terceras partes se encuentran fuera del ámbito de la presente publicación.

1.7. La expresión “exterior a la instalación” designa un espacio más amplio que el de la zona exterior (véase el glosario). No sólo en la zona circundante inmediata al emplazamiento, sino también en el propio emplazamiento, es posible que haya objetos que representen un riesgo para la instalación, como un tanque de almacenamiento de petróleo para generadores diesel u otro reactor en un emplazamiento compuesto de varias unidades.

1.8. El proceso de selección del emplazamiento de una instalación nuclear consiste generalmente en la investigación de una región extensa para seleccionar uno o varios emplazamientos posibles (estudio de emplazamientos)¹ seguida de una evaluación pormenorizada de dichos emplazamientos. La presente publicación se ocupa principalmente de la última etapa.

¹ Por estudio del emplazamiento se entiende el proceso utilizado con el fin de determinar los emplazamientos preferidos para las instalaciones nucleares en función de la seguridad y otras consideraciones.

1.9. Las normas de seguridad anteriores sobre esta cuestión tenían por objeto las centrales nucleares estacionarias de neutrones térmicos situadas en tierra. La presente edición de Requisitos de seguridad se ha ampliado a fin de abarcar una gama más completa de instalaciones nucleares: centrales nucleares estacionarias situadas en tierra y reactores de investigación, así como instalaciones del ciclo del combustible nuclear, entre las que se incluyen, sin limitación, las plantas de enriquecimiento, las plantas de procesamiento, las instalaciones independientes de almacenamiento de combustible gastado y las plantas de reprocesamiento. En algunas ocasiones se indica en la presente publicación un requisito que debe aplicarse a las centrales nucleares. En estos casos, aunque los requisitos son sobre todo apropiados para las centrales nucleares, podrían aplicarse a otras instalaciones nucleares.

1.10. El grado de detalle que se necesita en una evaluación para cumplir con los requisitos establecidos en esta publicación variará en función del tipo de instalación a la que se destina el emplazamiento. Por regla general, las centrales nucleares requieren el más alto grado de detalle. En función del nivel de riesgo que plantee la instalación, podría necesitarse un grado menor de detalle o una cobertura menor para cumplir con los requisitos que establece la presente publicación.

1.11. La presente publicación se ocupa de la evaluación de los factores relacionados con los emplazamientos que deben tenerse en cuenta para garantizar que la instalación y el emplazamiento unidos no constituyan un riesgo inaceptable para las personas, la población o el medio ambiente durante la vida útil de la instalación. No se aborda la evaluación de los efectos no radiológicos de una instalación nuclear.

1.12. En la presente publicación se entiende por “riesgo” el producto derivado de la multiplicación de la probabilidad de un suceso determinado que da lugar a una emisión de materiales radiactivos por un parámetro correspondiente a las consecuencias radiológicas de este suceso. El concepto de análisis global de los riesgos incluye todos los pasos sucesivos del análisis de todos los sucesos iniciadores. En él se sigue, para cada suceso iniciador, todas las posibles consecuencias de los sucesos posteriores, se asocia un valor de probabilidad a cada una de estas secuencias y se concluye determinando las consecuencias para las personas, la población y el medio ambiente. En algunos Estados existe la práctica establecida de utilizar partes de este análisis de riesgos y definir requisitos probabilistas a fin de complementar los análisis deterministas tradicionales y los dictámenes técnicos.

1.13. La presente publicación se ocupa principalmente de sucesos graves de baja probabilidad relacionados con los emplazamientos de las centrales nucleares, que deben tenerse en cuenta para diseñar una instalación nuclear determinada. Los sucesos de menor gravedad pero con mayor probabilidad de contribuir al riesgo global, también deberán tenerse en cuenta en el diseño de la instalación nuclear.

1.14. La investigación para el emplazamiento de una instalación abarca todo el proceso de evaluación del emplazamiento, a saber, la selección, el examen y las fases preoperacional y operacional. Los requisitos establecidos en la presente publicación no son aplicables a la fase de selección del emplazamiento, para la que podría utilizarse un conjunto de criterios diferente. Entre estos criterios pueden incluirse algunos cuya incidencia directa en la seguridad es menor, como la distancia a la que se encuentran los consumidores previstos y la potencia que se pretende generar.

ESTRUCTURA

1.15. La presente publicación de Requisitos de seguridad se rige por la relación entre los principios y los objetivos de seguridad, y en ella se establecen requisitos y criterios de seguridad. En la sección 2 se presentan los criterios generales de seguridad para la evaluación de los riesgos externos naturales e imputables al hombre relacionada con el emplazamiento de las instalaciones nucleares. En esta sección también se establecen los requisitos relativos a los efectos de la instalación en la región y cuestiones relativas a la población y la planificación para casos de emergencia. En la sección 3 se presentan requisitos específicos para la caracterización de los riesgos en el caso de sucesos naturales e imputables al hombre. En la sección 4 se determinan requisitos específicos para la evaluación relacionada con el emplazamiento de los efectos de la instalación en el entorno regional, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera, y la población. En la sección 5 se especifican los requisitos para la vigilancia continua de los riesgos naturales e imputables al hombre a lo largo de la vida útil de la instalación. En la sección 6 figuran los requisitos de un programa de garantía de calidad para la evaluación del emplazamiento.

2. REQUISITOS GENERALES

OBJETIVO

2.1. El principal objetivo de la evaluación del emplazamiento de las instalaciones nucleares desde el punto de vista de la seguridad nuclear es proteger al público y el medio ambiente de las consecuencias radiológicas de las emisiones radiactivas debidas a accidentes. También deben tenerse en cuenta las emisiones causadas por la explotación normal de las instalaciones. En la evaluación de la idoneidad de un emplazamiento para construir una instalación nuclear, deberán tomarse en consideración los siguientes aspectos:

- a) los efectos de los sucesos externos que tengan lugar en la región del emplazamiento concreto (esos sucesos pueden ser de origen natural o imputables al hombre);
- b) las características del emplazamiento y de su entorno que podrían influir en la exposición de las personas y el medio ambiente a emisiones de materiales radiactivos;
- c) la densidad y distribución de la población y otras características de la zona exterior, en la medida en que puedan afectar a la posibilidad de aplicar medidas de emergencia y la necesidad de evaluar los riesgos para las personas y la población.

2.2. Si la evaluación del emplazamiento respecto de los tres aspectos citados indica que el emplazamiento es inaceptable y que no se pueden compensar las deficiencias por medio de características de diseño, medidas de protección del emplazamiento o procedimientos administrativos, se considerará el emplazamiento inadecuado.

USOS DE LA EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

2.3. Además de constituir la base técnica del informe sobre el análisis de la seguridad que se presenta al órgano regulador nuclear, la información técnica obtenida para dar cumplimiento a estos requisitos de seguridad también será útil para aplicar los requisitos relativos a la evaluación de las repercusiones ambientales de los riesgos radiológicos.

CRITERIOS GENERALES

2.4. Se investigarán y evaluarán las características del emplazamiento que puedan afectar a la seguridad de la instalación nuclear. Se investigarán las características del entorno natural de la región que pueda verse afectado por los posibles efectos radiológicos de estados operacionales y condiciones de accidente. Se observarán y vigilarán todas esas características a lo largo de la vida útil de la instalación.

2.5. Los emplazamientos propuestos para la construcción de instalaciones nucleares se examinarán con respecto a la frecuencia y la gravedad de los sucesos y fenómenos externos naturales e imputables al hombre que podrían afectar a la seguridad de la instalación.

2.6. Se evaluará la evolución previsible de los factores naturales y artificiales de la región que puedan guardar relación con la seguridad durante el período que abarque la vida útil prevista de la instalación nuclear. Estos factores, en particular el crecimiento y la distribución de la población, se controlarán durante la vida útil de la instalación nuclear. De ser necesario, se adoptarán medidas adecuadas para garantizar que el riesgo global se mantenga en niveles aceptablemente bajos. Se dispone de tres medios para garantizar que el nivel de riesgos sea aceptablemente bajo: las características de diseño, las medidas de protección del emplazamiento (por ejemplo, diques para el control de inundaciones) y los procedimientos administrativos. Las características de diseño y las medidas de protección son los medios preferentes para mantener los riesgos a un nivel aceptablemente bajo.

2.7. Se determinarán los riesgos asociados a los sucesos externos que deben tenerse en cuenta en el diseño de la instalación nuclear. En el caso de un suceso externo (o de una combinación de sucesos), deberían seleccionarse los parámetros y los valores de los parámetros que se utilizan para caracterizar los riesgos, de forma que se puedan usar fácilmente en el diseño de la instalación.

2.8. En la deducción de los riesgos asociados a los sucesos externos, se deberían tomar en consideración los efectos de la combinación de esos riesgos con las condiciones ambientales (por ejemplo, las condiciones hidrológicas, hidrogeológicas y meteorológicas).

2.9. En el análisis para determinar la idoneidad del emplazamiento se deberán tener en cuenta otras cuestiones relativas a la seguridad, como el almacenamiento y transporte de materiales de entrada y salida (mineral de uranio, UF_6 , UO_2 , etc.), del combustible gastado y sin irradiar de los desechos radiactivos.

2.10. En el proceso de evaluación del emplazamiento se tendrán en cuenta las posibles repercusiones no radiológicas de la instalación causadas por emisiones químicas o térmicas, y las posibilidades de explosión y la dispersión de productos químicos.

2.11. Debería estudiarse el potencial de interacción entre los efluentes nucleares y no nucleares, como la combinación del calor o de sustancias químicas con materiales radiactivos en los efluentes líquidos.

2.12. En el caso de cada emplazamiento propuesto se evaluarán las posibles repercusiones radiológicas en estados operacionales y en condiciones de accidente para las personas de la región, incluidas aquellas que podrían dar lugar a la adopción de medidas de emergencia, y se tomarán debidamente en cuenta los factores pertinentes, como la distribución de la población, los hábitos alimentarios, el uso de la tierra y el agua, y las repercusiones radiológicas de toda otra emisión de materiales radiactivos en la región.

2.13. En el caso de las centrales nucleares, durante la fase inicial del proceso de selección del emplazamiento se debería determinar, en la medida de lo posible, la potencia nuclear total que se instalará en dicho emplazamiento. Si se propone un aumento de la potencia nuclear instalada hasta un grado considerablemente mayor del que previamente se determinó que era aceptable, se volverá a evaluar la idoneidad del emplazamiento, según convenga.

CRITERIOS APLICABLES A LOS RIESGOS ASOCIADOS A LOS SUCESOS EXTERNOS NATURALES E IMPUTABLES AL HOMBRE

2.14. Se investigarán adecuadamente los emplazamientos propuestos con respecto a todas las características del emplazamiento que puedan ser importantes para la seguridad en sucesos externos naturales e imputables al hombre.

2.15. Se determinarán y evaluarán los posibles fenómenos naturales y situaciones y actividades inducidas por el hombre en la región de un emplazamiento propuesto según su importancia para la explotación de la instalación nuclear en condiciones de seguridad. Esta evaluación debería utilizarse para determinar los fenómenos naturales o situaciones y actividades inducidas por el hombre importantes en relación con los cuales deben investigarse los riesgos posibles.

2.16. Deberán tomarse en consideración los cambios importantes previsible en el uso de las tierras, como la expansión de instalaciones y actividades humanas existentes o la construcción de instalaciones de alto riesgo.

2.17. Se recopilará a escala regional información y datos prehistóricos, históricos y registrados por instrumentos, según corresponda, de la frecuencia y gravedad de los fenómenos naturales o situaciones y actividades imputables al hombre importantes, y se analizará detenidamente su fiabilidad, exactitud y exhaustividad.

2.18. Se adoptarán métodos apropiados para determinar los riesgos asociados a importantes fenómenos externos. Los métodos se justificarán en función de su actualidad y compatibilidad con las características de la región. Debería prestarse atención especial a las metodologías probabilistas aplicables. Cabe señalar que generalmente se necesitan curvas probabilistas de riesgos para realizar las evaluaciones probabilistas de la seguridad respecto de sucesos externos.

2.19. El tamaño de la región a la que se aplicará un método destinado a precisar los riesgos asociados a fenómenos externos importantes será suficientemente grande para que incluya todas las características y zonas que podrían ser útiles para determinar los fenómenos naturales e imputables al hombre que se examinen, así como las características del suceso.

2.20. Los fenómenos naturales e imputables al hombre importantes se expresarán en forma tal que puedan utilizarse como datos para deducir los riesgos asociados a la instalación nuclear, es decir, se deberían seleccionar o elaborar parámetros apropiados para describir los riesgos.

2.21. En la determinación de los riesgos se utilizarán datos específicos del emplazamiento, a menos que sea imposible obtenerlos. En tal caso, se pueden utilizar datos de otras regiones que sean suficientemente pertinentes para la región de interés. Se pueden utilizar asimismo técnicas de simulación apropiadas y aceptables. Por lo general, los datos obtenidos para regiones y técnicas de simulación similares se pueden utilizar también para aumentar el volumen de datos específicos del emplazamiento.

CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS POSIBLES EFECTOS DE LA INSTALACIÓN NUCLEAR EN LA REGIÓN

2.22. En la evaluación de un emplazamiento para determinar sus posibles repercusiones radiológicas para la región en estados operacionales o condiciones

de accidente que puedan dar lugar a la adopción de medidas de emergencia, se formularán estimaciones apropiadas de las emisiones previstas o posibles de materiales radiactivos, teniendo en cuenta el diseño de la instalación y sus características de seguridad. Estas estimaciones se confirmarán cuando se haya ratificado el diseño y sus características de seguridad.

2.23. Se determinarán y evaluarán las vías directas e indirectas por las que las emisiones de materiales radiactivos de la instalación nuclear podrían llegar hasta las personas y el medio ambiente y afectarlos; en esa evaluación se tendrán en cuenta las características específicas regionales y del emplazamiento, y se prestará especial atención a la función de la biosfera en la acumulación y el transporte de radionucleidos.

2.24. El emplazamiento y el diseño de la instalación nuclear se examinarán en conjunto con el fin de garantizar que el nivel de riesgo radiológico para el público y el medio ambiente asociado a las emisiones radiactivas sea aceptablemente bajo.

2.25. En el diseño de la instalación se deberá prever la posibilidad de compensar todo posible efecto inaceptable de la instalación nuclear para la región; de lo contrario, el emplazamiento se considerará inadecuado.

CRITERIOS DERIVADOS DE CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA POBLACIÓN Y LA PLANIFICACIÓN DE EMERGENCIA

2.26. Se estudiará la región propuesta para evaluar las características presentes y futuras previsibles y la distribución de la población de la región. En el estudio se evaluarán los usos presentes y futuros de la tierra y el agua de la región y se tendrá en cuenta toda característica especial que pueda afectar a las posibles consecuencias de las emisiones radiactivas para las personas y la población en su conjunto.

2.27. En relación con las características y la distribución de la población, los efectos combinados del emplazamiento y la instalación permitirán:

- a) que en el caso de los estados operacionales de la instalación, la exposición radiológica de la población se mantenga en el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y, en cualquier caso, que cumpla los requisitos nacionales, teniendo en cuenta las recomendaciones internacionales;

- b) que el nivel de riesgo radiológico para la población asociado a las condiciones de accidente, incluidas las que podrían dar lugar a la adopción de medidas de emergencia, sea aceptablemente bajo.

2.28. Si, tras una evaluación minuciosa, se demuestra que no se pueden elaborar medidas adecuadas para cumplir los requisitos antes mencionados, el emplazamiento se considerará inadecuado para ubicar una instalación nuclear del tipo propuesto.

2.29. Se determinará la zona exterior al emplazamiento propuesto teniendo en cuenta las posibles consecuencias radiológicas para las personas, la viabilidad de aplicar planes de emergencia, y todo suceso o fenómeno externo que dificulte la aplicación de los planes. Antes de iniciar la construcción de la central, se confirmará que no surgirán dificultades insalvables para establecer un plan de emergencia de la zona exterior antes de la puesta en funcionamiento de la central.

3. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA EVALUACIÓN DE SUCESOS EXTERNOS

TERREMOTOS Y FALLAMIENTO SUPERFICIAL²

Terremotos

3.1. Se evaluarán las condiciones sismológicas y geológicas de la región y los aspectos de ingeniería geológica y geotécnicos de la zona del emplazamiento propuesto.

3.2. Se recopilará y documentará información sobre terremotos prehistóricos, históricos y registrados por instrumentos en la región.

3.3. Los riesgos relacionados con los terremotos se determinarán por medio de evaluaciones sismotectónicas de la región, haciendo el mayor uso posible de la información obtenida.

² Véanse las refs. [2, 3].

3.4. Se evaluarán los riesgos causados por movimientos del terreno inducidos por terremotos en el emplazamiento, teniendo en cuenta las características sismotectónicas de la región y las condiciones específicas del emplazamiento. Se llevará a cabo un análisis minucioso de incertidumbres como parte de la evaluación de los riesgos sísmicos.

Fallamiento superficial

3.5. Se evaluará el potencial de fallamiento superficial (es decir, la posibilidad de fallas) con respecto al emplazamiento. Los métodos y las investigaciones serán lo suficientemente detallados para que se pueda adoptar una decisión razonable utilizando la definición de la posibilidad de fallas que figura en el párrafo 3.6.

3.6. Se considerará la posibilidad de fallas cuando los datos geológicos, geofísicos, geodésicos y sismológicos demuestren que una o más de las siguientes condiciones son aplicables:

- a) Existen indicios de movimientos (deformaciones y/o desplazamientos importantes) anteriores o de carácter recurrente en un plazo razonable que permitan deducir que podrían ocurrir nuevos movimientos en la superficie o cerca de ella. En zonas muy activas, en las que tanto los datos de terremotos como los datos geológicos revelen sistemáticamente intervalos cortos de recurrencia de terremotos, quizás sea conveniente utilizar períodos de decenas de miles de años para evaluar la posibilidad de fallas. En las zonas menos activas, es probable que se requieran períodos mucho más prolongados.
- b) Se ha demostrado una relación estructural con una posible falla conocida, de tal forma que el movimiento de una placa pueda dar lugar al movimiento de la otra en la superficie o cerca de ella.
- c) El terremoto potencial máximo asociado a una estructura sismogénica es suficientemente grande y se produce a una profundidad que permite razonablemente deducir que, en el contexto geodinámico del emplazamiento, podría ocurrir un movimiento en la superficie o cerca de ella.

3.7. Cuando indicios fiables muestren la existencia de una posible falla que pueda afectar a la seguridad de la instalación nuclear, se deberá considerar la selección de un emplazamiento alternativo.

SUCESOS METEOROLÓGICOS

3.8. Se investigarán los valores extremos de las variables meteorológicas y los fenómenos meteorológicos extraños que se indican a continuación con respecto al emplazamiento de cualquier instalación. Se investigarán las características meteorológicas y climatológicas de la región circundante al emplazamiento (véase la ref. [4]).

Valores extremos de los fenómenos meteorológicos

3.9. A los efectos de evaluar sus posibles valores extremos, los siguientes fenómenos meteorológicos se documentarán con respecto a un período apropiado: viento, precipitaciones, nieve, temperatura y mareas de tempestad.

3.10. Los resultados de la evaluación del emplazamiento se describirán de forma adecuada para los fines del diseño de la central, como por ejemplo, los valores de probabilidad de excedencia relacionados con los parámetros de diseño. Las incertidumbres de los datos se tendrán en cuenta en esta evaluación.

Sucesos meteorológicos no usuales

Rayos

3.11. Deberán evaluarse la posibilidad de que caigan rayos, su frecuencia y su gravedad respecto del emplazamiento.

Tornados

3.12. Deberán evaluarse las probabilidades de que se produzcan tornados en la región de interés, sobre la base de los datos históricos detallados y registrados por instrumentos relativos a la región.

3.13. Los riesgos asociados a los tornados se deducirán y se expresarán en función de parámetros tales como la velocidad de rotación del viento, la velocidad de traslación del viento, el radio de la velocidad de rotación máxima del viento, los diferenciales de presión y la tasa de cambio de presión.

3.14. En la evaluación del riesgo, deberán tenerse en cuenta los misiles que puedan estar vinculados a los tornados.

Ciclones tropicales

3.15. Deberá evaluarse la posibilidad de que se produzcan ciclones tropicales en la región del emplazamiento. Si dicha evaluación demuestra que hay pruebas de que se han producido ciclones tropicales o posibilidades de que se produzcan ciclones tropicales, se deberá recopilar información al respecto.

3.16. Basándose en los datos disponibles y en los modelos físicos apropiados, se deberán determinar los riesgos asociados a ciclones tropicales en relación con el emplazamiento. Entre los riesgos de ciclones tropicales se incluyen factores como velocidad del viento, presión y precipitación extremas.

3.17. En la evaluación de los riesgos, deberán tenerse en cuenta los misiles que puedan estar vinculados a ciclones tropicales.

INUNDACIONES³

Inundaciones debidas a precipitaciones y otras causas

3.18. Se deberá evaluar la región a fin de determinar la posibilidad de que se produzcan inundaciones debidas a una o varias causas naturales, como escorrentía provocada por precipitaciones o por la fundición de las nieves, marea alta, marea de tempestad, seiche y olas de viento que puedan afectar a la seguridad de la instalación nuclear. En caso de que haya posibilidades de inundaciones, se deberá proceder a la recolección y el examen crítico de todos los datos pertinentes, incluidos los datos históricos, tanto meteorológicos como hidrológicos.

3.19. Deberá elaborarse un modelo meteorológico e hidrológico adecuado teniendo en cuenta los límites de la precisión y la cantidad de los datos, la amplitud del período histórico durante el cual se hayan acumulado los datos, y todos los cambios conocidos que hayan experimentado en el pasado las características pertinentes de la región.

3.20. Se deberán examinar las posibles combinaciones de los efectos de varias causas. Por ejemplo, en el caso de los emplazamientos situados en costas o en estuarios, la posibilidad de inundación por los efectos combinados de la marea

³ Véase la ref. [5].

alta, el viento en las masas de agua y la acción de las olas, como las que producen los ciclones, por ejemplo, deberá evaluarse y tenerse en cuenta en el modelo de riesgos.

3.21. Los riesgos para el emplazamiento debidos a las inundaciones deberán deducirse de dicho modelo.

3.22. Entre los parámetros utilizados para caracterizar los riesgos causados por las inundaciones se deberán incluir la altura del agua, la altura y el período de las olas (si reviste interés), el tiempo de aviso para la inundación, la duración de la inundación y las condiciones de corriente.

3.23. Deberá investigarse el potencial de inestabilidad de la zona costera o del canal fluvial debido a la erosión o sedimentación.

Olas de agua provocadas por terremotos u otros fenómenos geológicos

3.24. Se deberá evaluar la región a fin de determinar la posibilidad de que se produzcan tsunamis o seiches que puedan afectar a la seguridad de una instalación nuclear en el emplazamiento.

3.25. Si se comprueba que existe esta posibilidad, se deberá proceder a la recolección y evaluación crítica de los datos prehistóricos e históricos relacionados con los tsunamis o seiches que hayan afectado a la región costera que circunde el emplazamiento con el fin de determinar su idoneidad para la evaluación del emplazamiento y su fiabilidad.

3.26. Sobre la base de los datos prehistóricos e históricos relativos a la región y su comparación con regiones similares que hayan sido bien estudiadas con respecto a estos fenómenos, se deberá calcular la frecuencia, la magnitud y la altura de los tsunamis o seiches, lo cual se utilizará para determinar los peligros asociados a los tsunamis o seiches, teniendo en cuenta cualquier amplificación debida a la configuración de la costa en el emplazamiento.

3.27. En función de los registros sísmicos y las características sismotectónicas conocidos se deberá evaluar la posibilidad de que se produzcan tsunamis o seiches a consecuencia de sucesos regionales fuera de la costa.

3.28. Los riesgos asociados a los tsunamis o seiches se deducirán a partir de los registros sísmicos y características sismotectónicas conocidos, así como de los

modelos físicos y/o analíticos. Entre estos riesgos se pueden mencionar el descenso del nivel del agua y la escorrentía⁴.

Inundaciones y olas causadas por la falta de estructuras de control de aguas

3.29. Se analizará la información relativa a las estructuras de control aguas arriba para determinar si la instalación nuclear podrá soportar los efectos resultantes de la falta de una o más de esas estructuras.

3.30. Si la instalación nuclear puede soportar sin riesgos todos los efectos de la falta general de una o más de las estructuras aguas arriba, entonces las estructuras no tendrán que ser objeto de mayor escrutinio en este sentido.

3.31. Si un examen preliminar de la instalación nuclear indica que ésta quizás no pueda soportar sin riesgos todos los efectos de la falta general de una o más de las estructuras aguas arriba, los peligros asociados a la instalación nuclear tendrán que ser evaluados teniendo en cuenta todos esos efectos; de lo contrario, esas estructuras aguas arriba deberán ser analizadas con métodos equivalentes a los utilizados para determinar los riesgos asociados a la instalación nuclear con el fin de demostrar que podrán soportar los efectos del suceso de que se trate.

3.32. Se examinará la posibilidad de que se almacenen las aguas como resultado del bloqueo temporal de los ríos aguas arriba o aguas abajo (causado por corrimientos de tierra o hielo) y produzcan inundaciones y fenómenos conexos en el emplazamiento propuesto.

RIESGOS GEOTÉCNICOS⁵

Inestabilidad de la pendiente

3.33. Se evaluará el emplazamiento y sus inmediaciones para determinar el potencial de inestabilidad de la pendiente del terreno (como corrimientos de tierras y rocas y avalanchas de nieve) que pueda afectar a la seguridad de la instalación nuclear.

⁴ En el primer caso se trata del descenso del nivel del agua en un emplazamiento costero. En el segundo se trata del aumento súbito del nivel del agua en una playa o una estructura.

⁵ Véase la ref. [2].

3.34. Si se determina que es probable que la inestabilidad de la pendiente afecte a la seguridad de la instalación nuclear, se evaluará el riesgo utilizando parámetros y valores para precisar el movimiento del terreno específico del emplazamiento.

Derrumbe, descenso o elevación de la superficie del emplazamiento

3.35. Se examinarán los mapas geológicos y otros datos apropiados para la región con el fin de determinar la existencia de formaciones naturales como cavernas, y formaciones cársticas, y de origen humano como minas, pozos de agua y pozos de petróleo. Se evaluará el potencial de derrumbe, descenso o elevación de la superficie del emplazamiento.

3.36. Si la evaluación demuestra que hay posibilidades de derrumbe, descenso o elevación de la superficie que afecten a la seguridad de la instalación nuclear, se darán soluciones técnicas viables o de lo contrario el emplazamiento se considerará inadecuado.

3.37. Si se dispone de soluciones técnicas viables, se elaborará una descripción detallada de las condiciones subsuperficiales obtenidas con métodos de investigación fiables a los efectos de definir los riesgos.

Licuefacción del suelo

3.38. El potencial de licuefacción de los materiales subsuperficiales del emplazamiento propuesto se evaluarán utilizando los parámetros y valores aplicables al movimiento del terreno específico del emplazamiento.

3.39. En la evaluación se utilizarán los métodos de investigación del suelo y los métodos analíticos aceptados para determinar los riesgos.

3.40. Si se observa que el potencial de licuefacción del suelo es inaceptable, el emplazamiento se considerará inadecuado a menos que se demuestre que se dispone de soluciones técnicas viables.

Comportamiento de los materiales de cimentación

3.41. Se investigarán las características geotécnicas de los materiales subsuperficiales, inclusive las incertidumbres intrínsecas en ellas, y se determinará un perfil del suelo para el emplazamiento en una forma adecuada para los fines del diseño.

3.42. Se evaluará la estabilidad del material de cimentación bajo cargas estáticas y sísmicas.

3.43. Se estudiará el régimen de aguas subterráneas y las propiedades químicas de estas aguas.

SUCESOS EXTERNOS IMPUTABLES AL HOMBRE^{6,7}

Choques de aeronaves

3.44. Se evaluarán las posibilidades de choques de aeronaves y se tomarán en cuenta, en la medida de lo posible, las características del tráfico aéreo y las aeronaves en el futuro.

3.45. Si la evaluación demuestra que hay posibilidades de que se produzca un choque de aeronaves en el espacio aéreo del emplazamiento que pueda afectar a la seguridad de la instalación, se efectuará una evaluación de los riesgos.

3.46. Entre los riesgos asociados a un choque de aeronaves se tendrán en cuenta el impacto, el incendio y las explosiones.

3.47. Si la evaluación indica que son inaceptables los riesgos y si no se dispone de soluciones viables, se considerará el emplazamiento inadecuado.

Explosiones químicas

3.48. Se determinarán las actividades en la región que entrañen la manipulación, el procesamiento, el transporte y el almacenamiento de sustancias químicas que posiblemente produzcan explosiones o nubes de gases capaces de producir deflagración o detonación.

3.49. Los riesgos asociados a las explosiones químicas se expresarán en función de la sobrepresión y la toxicidad (si procede), teniendo en cuenta el efecto de la distancia.

⁶ No se incluyen en el examen los actos deliberados que pudieran afectar a la zona del emplazamiento.

⁷ Véase la ref. [6].

3.50. Se considerará inadecuado un emplazamiento si esas actividades tienen lugar en sus inmediaciones y si no se dispone de soluciones viables.

Otros sucesos importantes imputables al hombre

3.51. Se investigará la región para determinar las instalaciones (incluidas las que se encuentren en los confines del emplazamiento) en que se almacenen, procesen, transporten y traten de otro modo materiales inflamables, explosivos, asfixiantes, tóxicos, corrosivos o radiactivos que, de emitirse en condiciones normales o de accidente, pudieran poner en riesgo la seguridad de la instalación. Esta investigación incluirá las instalaciones en que pudieran estallar misiles de cualquier tipo capaces de afectar a la seguridad de la instalación nuclear. También se evaluarán los efectos potenciales de la interferencia electromagnética, las corrientes de Foucault en el terreno y el atascamiento de las entradas de aire o agua por residuos. Si los efectos de tales fenómenos e incidentes producen un riesgo inaceptable y no se dispone de una solución viable, se considerará el emplazamiento inadecuado.

OTROS ASPECTOS IMPORTANTES⁸

3.52. Se recopilarán y evaluarán datos históricos relativos a los fenómenos que pueden producir efectos adversos en la seguridad de la instalación nuclear como el vulcanismo, las tormentas de arena, las precipitaciones de carácter grave, la nieve, el hielo, el granizo y la congelación subsuperficial del agua subenfriada (frazil). Si se confirma el potencial, se evaluará el riesgo y se deducirán las bases de diseño de estos sucesos.

3.53. En el diseño de los sistemas para la extracción a largo plazo del calor del núcleo, se tendrán en cuenta parámetros relacionados con el emplazamiento como los siguientes:

- a) temperatura y humedad del aire;
- b) temperaturas del agua;
- c) flujo de agua disponible, nivel mínimo del agua e intervalo de tiempo para el cual las fuentes de agua fría relacionadas con la seguridad se encuentran en un nivel mínimo, teniendo debidamente en cuenta las posibilidades de fallo de las estructuras de control de aguas.

⁸ Véase la ref. [7].

3.54. Se determinarán posibles sucesos naturales e imputables al hombre que puedan causar una pérdida de función de los sistemas necesarios para la extracción del calor a largo plazo del núcleo, como bloqueo o desviación de un río, agotamiento de un embalse, cantidad excesiva de organismos marinos, bloqueo de un embalse o torre de enfriamiento por la congelación o la formación de hielo, colisiones de buques, derrames de petróleo e incendios. Si las probabilidades y consecuencias de tales sucesos no pueden reducirse a niveles aceptables, se determinarán los riesgos de la instalación nuclear asociados a esos sucesos.

3.55. Si los riesgos son inaceptables para la instalación nuclear y no se dispone de una solución viable, se considerará inadecuado el emplazamiento.

4. CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO Y POSIBLES EFECTOS DE LA INSTALACIÓN NUCLEAR EN LA REGIÓN⁹

DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA DE MATERIALES RADIACTIVOS

4.1. Se realizará una descripción meteorológica de la región, incluso descripciones de parámetros meteorológicos básicos, orografía regional y fenómenos tales como velocidad y dirección del viento, temperatura del aire, precipitación, humedad, parámetros de estabilidad atmosférica e inversiones prolongadas.

4.2. Se elaborará un programa de mediciones meteorológicas, que se llevará a cabo en el emplazamiento o cerca de él con el uso de instrumentación capaz de medir y registrar los principales parámetros meteorológicos en elevaciones y lugares apropiados. Se acopiarán los datos de todo un año como mínimo, junto con otros datos pertinentes que puedan proporcionar otras fuentes.

4.3. En función de los datos obtenidos de la investigación de la región, se evaluará la dispersión de los materiales radiactivos emitidos con el empleo de modelos apropiados. Estos modelos incluirán todos los elementos topográficos

⁹ Véase la ref. [8].

importantes específicos del emplazamiento y de la región, así como las características de la instalación que puedan incidir en la dispersión atmosférica.

DISPERSIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS A TRAVÉS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

4.4. Se elaborará una descripción de las características de la hidrología de aguas superficiales de la región, incluidas descripciones de las características principales de las masas de agua, tanto naturales como artificiales, las estructuras fundamentales de control de aguas, los lugares en que se encuentran las estructuras de toma de agua, e información sobre el uso del agua en la región.

4.5. Se llevará a cabo un programa de investigación y medición de las aguas superficiales con el fin de determinar en la medida necesaria las características de dilución y dispersión para las masas de agua, la capacidad de reconcentración de los sedimentos y la biota, y la determinación de los mecanismos de transferencia de los radionucleidos en la hidrosfera y de las vías de exposición.

4.6. Se efectuará una evaluación de los posibles efectos de la contaminación de las aguas superficiales en la población utilizando los datos e información recopilados en un modelo apropiado.

DISPERSIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS A TRAVÉS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

4.7. Se elaborará una descripción de la hidrología de aguas subterráneas de la región, incluidas descripciones de las características principales de las formaciones acuíferas, su interacción con las aguas superficiales, y datos sobre los usos de las aguas subterráneas en la región.

4.8. Se realizará un programa de investigaciones hidrogeológicas para que pueda evaluarse el movimiento de los radionucleidos en las unidades hidrogeológicas. En este programa se deberían realizar investigaciones de las características de migración y retención de los suelos, las características de dilución y dispersión de los acuíferos, y las propiedades físicas y fisicoquímicas de los materiales subterráneos, fundamentalmente en relación con los mecanismos de transferencia de los radionucleidos en las aguas subterráneas y sus vías de exposición.

4.9. Se evaluarán los posibles efectos de la contaminación de las aguas subterráneas en la población utilizando datos e información recopilados en un modelo apropiado.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

4.10. Se determinará la distribución de la población en la región.

4.11. Durante todo el ciclo de vida de la instalación, se recopilará y actualizará en particular la información sobre las distribuciones existentes y proyectadas de la población de la región, incluidas las poblaciones residentes y en la medida posible las poblaciones transeúntes. El radio en que deben recopilarse los datos se elegirá en función de las prácticas nacionales, teniendo en cuenta las situaciones especiales. Se prestará particular atención a la población que resida en las inmediaciones de la instalación, a las zonas densamente pobladas y a los centros de población de la región, como también a establecimientos residenciales como escuelas, hospitales y prisiones.

4.12. Los datos del censo más reciente de la región, o la información obtenida por extrapolación de los datos del censo más reciente, se utilizarán para obtener la distribución de la población. A falta de datos fiables, se llevará a cabo un estudio especial.

4.13. Los datos se analizarán para indicar la distribución de la población en función de la dirección y la distancia a que se encuentre de la central. Se evaluarán las posibles repercusiones radiológicas de las descargas normales y las emisiones accidentales de materiales radiactivos, e incluso se considerarán razonablemente las emisiones debidas a accidentes graves con el empleo de parámetros específicos del emplazamiento, según corresponda.

USOS DE LA TIERRA Y EL AGUA DE LA REGIÓN

4.14. Los usos de la tierra y el agua se caracterizarán a fin de evaluar los posibles efectos de la instalación nuclear en la región y, en particular, con objeto de elaborar los planes de emergencia. La investigación debería abarcar las masas de tierra y de agua que pudiera utilizar la población o que pudieran servir de hábitat para organismos de la cadena alimentaria.

RADIATIVIDAD AMBIENTAL

4.15. Antes de poner en servicio la instalación nuclear, se evaluará la radiactividad ambiental de la atmósfera y la hidrosfera, la litosfera y la biota de la región para poder determinar los efectos de la instalación. Los datos obtenidos tienen la finalidad de servir de referencia en las futuras investigaciones.

5. CONTROL DE LOS RIESGOS

5.1. Las características de los riesgos naturales e imputables al hombre, al igual que las condiciones demográficas, meteorológicas e hidrológicas de interés para la instalación nuclear se supervisarán durante toda su vida útil. Esta supervisión comenzará a más tardar al inicio de las obras de construcción y continuará hasta la clausura. Se controlarán todos los riesgos y condiciones considerados en la presente publicación de Requisitos de seguridad y que resultan pertinentes para la concesión de las licencias y la explotación segura de la instalación.

6. GARANTÍA DE CALIDAD¹⁰

6.1. Deberá establecerse un programa de garantía de calidad adecuado para controlar la eficacia de la ejecución de las investigaciones y evaluaciones del emplazamiento y las actividades técnicas que se realizan en las diferentes etapas de la evaluación del emplazamiento de la instalación nuclear.

6.2. El programa de garantía de calidad abarcará la organización, planificación, control del trabajo, cualificación y capacitación del personal, verificación y documentación en relación con las actividades, para garantizar el logro de la calidad de trabajo requerida.

6.3. El programa de garantía de calidad es una parte del programa general de garantía de calidad para la instalación nuclear. Sin embargo, por el hecho de que las actividades de investigación del emplazamiento suelen iniciarse con bastante

¹⁰ Véase la ref. [9].

antelación al establecimiento de un proyecto nuclear, el programa de garantía de calidad debería establecerse a la mayor brevedad posible en función de su aplicación durante las actividades de evaluación del emplazamiento de la instalación nuclear.

6.4. Los resultados de las actividades de investigación del emplazamiento deberán recopilarse en un informe que documente los resultados de todos los trabajos realizados in situ, ensayos de laboratorio y análisis y evaluaciones geotécnicos.

6.5. Los resultados de los estudios e investigaciones se presentarán con un grado de detalle que permita efectuar un examen independiente.

6.6. Deberá aplicarse un programa de garantía de calidad para todas las actividades que puedan influir en la seguridad o en la derivación de los parámetros para la base de diseño del emplazamiento. El programa de garantía de calidad podrá elaborarse en función de la importancia que tienen para la seguridad las actividades relativas al emplazamiento que se estén considerando.

6.7. El proceso de establecimiento de parámetros relacionados con el emplazamiento comprende análisis técnicos y de ingeniería y la aplicación de criterios que exigen amplia experiencia y conocimientos. En muchos casos los parámetros y análisis pueden no prestarse a la verificación directa por medio de inspecciones, ensayos u otras técnicas que pueden definirse y controlarse en términos precisos. Esas evaluaciones serán revisadas y verificadas por personas o grupos (por ejemplo, por grupos de homólogos) distintos de los que efectuaron el trabajo.

6.8. En función de la importancia de los criterios técnicos y de los conocimientos especializados en ingeniería geotécnica la comunicación de experiencias es un aspecto importante. Para la evaluación de cuestiones tales como las posibilidades de licuefacción, la estabilidad de las pendientes y la seguridad en general de estructuras construidas sobre el suelo o subterráneas, la información obtenida de la comunicación de experiencias sobre fallos en situaciones comparables deberá documentarse y analizarse para poder dar pruebas de que no se producirán fallas similares.

6.9. Deberán mantenerse registros de los trabajos realizados durante la evaluación del emplazamiento para la instalación nuclear.

REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Seguridad de las instalaciones nucleares, Colección Seguridad N° 110, OIEA, Viena (1993).
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.6, OIEA, Viena (en preparación).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.3, OIEA, Viena (2002).
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.4, OIEA, Viena (2003).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.5 OIEA, Viena (en la imprenta).
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.1, OIEA, Viena (2002).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-1.5, OIEA, Viena (2003).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad N° NS-G-3.2, OIEA, Viena (2002).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and Other Nuclear Installations: Code and Safety Guides Q1–Q14, Colección Seguridad N° 50-C/SG-Q, OIEA, Viena (1996).

GLOSARIO

personal del emplazamiento (site personnel). Todas las personas que trabajan en la zona del emplazamiento de una instalación autorizada, de forma permanente o temporal.

selección de un emplazamiento (siting). Proceso mediante el cual se elige un emplazamiento adecuado para una instalación, y en cuyo contexto se realiza una evaluación apropiada y se definen las bases de diseño conexas.

sucesos externos (external events). Todo suceso no relacionado con la explotación de una instalación o con la realización de una actividad que podría incidir en la seguridad tecnológica de la instalación o actividad.

sucesos externos base de diseño (design basis external events). Suceso o sucesos externos o combinación de sucesos externos previstos en la base de diseño del conjunto de una instalación o de cualquier parte de ella.

zona del emplazamiento (site area). Área geográfica que contiene una instalación autorizada y dentro de la cual el personal directivo de la instalación autorizada puede adoptar directamente medidas de emergencia.

zona exterior (external zone). Área que circunda inmediatamente una zona de emplazamiento propuesta y en la que se tienen en cuenta la distribución y densidad de población, y los usos del terreno y de las aguas, en relación con sus efectos sobre la posible aplicación de medidas de emergencia.

COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y EXAMEN

Gürpınar, A.

Organismo Internacional de Energía Atómica

Murphy, A.

United States Nuclear Regulatory Commission
(Estados Unidos de América)

ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD

Los miembros corresponsales se indican con un asterisco (). Estos miembros reciben borradores para formular comentarios, así como otra documentación pero, generalmente, 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.; China: Zhao, C.; Corea, República de: Eun, S.; España: Azuara, J.A.; Santoma, L.; Estados Unidos de América: Travers, W.D.; Federación de Rusia: Vishnevskiy, Yu.G.; Francia: Gauvain, J.; Lacoste, A.-C.; India: Sukhatme, S.P.; Japón: Suda, N.; Reino Unido: Pape, R.; Williams, L.G. (Presidencia); 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. (Coordinación).

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: Newberry, S.; Federación de Rusia: Baklushin, R.P.; Finlandia: Reiman, L. (Presidencia); Francia: Saint Raymond, P.; Hungría: Vöröss, L.; India: Sharma, S.K.; Irlanda: Hone, C.; Israel: Hirshfeld, H.; Italia: del Nero, G.; 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: Böhm, 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. (Coordinación); Organización Internacional de Normalización: Nigon, J.L.*

Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica

Alemania: Landfermann, H.; *Argentina*: Rojkind, R.H.A.; *Australia*: Mason, C. (Presidencia); *Belarús*: Rydlevski, L.; *Bélgica*: Smeesters, P.; *Brasil*: Amaral, E.; *Canadá*: Utting, R.; *China*: Yang, H.; *Corea, República de*: Kim, C.; *Cuba*: Betancourt Hernández, A.; *Dinamarca*: Ulbak, K.; **Egipto*: Hanna, M.; *Eslovaquia*: Jurina, V.; *España*: Amor, I.; *Estados Unidos de América*: Paperiello, C.; *Federación de Rusia*: Kutkov, V.; *Finlandia*: Markkanen, M.; *Francia*: Piechowski, J.; *Hungría*: Koblinger, L.; *India*: Sharma, D.N.; *Irlanda*: McGarry, A.; *Israel*: Laichter, Y.; *Italia*: Sgrilli, E.; *Japón*: Yonehara, H.; **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.; *República Checa*: Drabova, D.; *Sudáfrica*: Olivier, J.H.L.; *Suecia*: Hofvander, P.; Moberg, L.; *Suiza*: Pfeiffer, H.J.; **Tailandia*: Pongpat, P.; *Turquía*: Buyan, A.G.; *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.; Kaiser, S.; *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*: Bilbao, A.; *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*: Rigney, C.; *Organización Internacional de Normalización*: Perrin, M.; *Organización Mundial de la Salud*: Kheifets, L.; *Organización Panamericana de la Salud*: Borrás, C.

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*: Bruno, N.; *Bulgaria*: Bakalova, A.; *Canadá*: Veglasky, T.; *China*: Pu, Y.; *Corea, República de*: Kwon, S.-G.; **Dinamarca*: Hannibal, L.; **Egipto*: El-Shinawy, R.M.K.; *España*: Zamora Martín, 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*: Hamada, S.; *Noruega*: Hornkjøl, S.; *Países Bajos*: Van Halem, H.; **Perú*: Regalado Campaña, S.; *Reino Unido*: Young, C.N. (Presidencia); *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*: Pope, R.B.; *Organización de Aviación Civil Internacional*: Rooney, K.; *Organización Internacional de Normalización*: Malesys, P.; *Organización Marítima Internacional*: Rahim, I.

Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos

Alemania: von Dobschütz, P.; *Argentina*: Siraky, G.; *Australia*: Williams, G.; **Belarús*: Rozdyalovskaya, L.; *Bélgica*: Baekelandt, L. (Presidencia); *Brasil*: Xavier, A.; **Bulgaria*: Simeonov, G.; *Canadá*: Ferch, R.; *China*: Fan, Z.; *Corea, República de*: Sa, S.; *Cuba*: Benítez, J.; **Dinamarca*: Øhlenschlaeger, M.; **Egipto*: Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; *Eslovaquia*: Konecny, L.; *España*: O'Donnell, P.; *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*: Maldonado, H.; **Noruega*: Sorlie, A.; *Países Bajos*: Selling, H.; *Pakistán*: Qureshi, K.; **Perú*: Gutiérrez, M.; *Reino Unido*: Wilson, C.; *Sudáfrica*: Pather, T.; *Suecia*: Wingefors, S.; *Suiza*: Zurkinden, A.; **Tailandia*: Wangcharoenroong, B.; *Turquía*: Kahraman, A.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Riotte, H.; *Comisión Europea*: Taylor, D.; Webster, S.; *Comisión Internacional de Protección Radiológica*: Valentin, J.; *OIEA*: Hioki, K. (Coordinación); *Organización Internacional de Normalización*: Hutson, G.



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 22

Lugares donde se pueden encargar publicaciones del OIEA

En los siguientes países se pueden adquirir publicaciones del OIEA de los proveedores que figuran a continuación, o en las principales librerías locales. El pago se puede efectuar en moneda local o con bonos de la UNESCO.

ALEMANIA

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Am Hofgarten 10, D-53113 Bonn
Teléfono: + 49 228 94 90 20 • Fax: +49 228 94 90 20 ó +49 228 94 90 222
Correo-e: bestellung@uno-verlag.de • Sitio web: <http://www.uno-verlag.de>

AUSTRALIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788
Correo-e: service@dadirect.com.au • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

BÉLGICA

Jean de Lannoy, avenue du Roi 202, B-1190 Bruselas
Teléfono: +32 2 538 43 08 • Fax: +32 2 538 08 41
Correo-e: jean.de.lannoy@infoboard.be • Sitio web: <http://www.jean-de-lannoy.be>

CANADÁ

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450
Correo-e: customercare@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 1-5369 Canotek Rd., Ottawa, Ontario, K1J 9J3
Teléfono: +613 745 2665 • Fax: +613 745 7660
Correo-e: order.dept@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

CHINA

Publicaciones del OIEA en chino: China Nuclear Energy Industry Corporation, Sección de Traducción
P.O. Box 2103, Beijing

ESLOVENIA

Cankarjeva Založba d.d., Kopitarjeva 2, SI-1512 Ljubljana
Teléfono: +386 1 432 31 44 • Fax: +386 1 230 14 35
Correo-e: import.books@cankarjeva-z.si • Sitio web: <http://www.cankarjeva-z.si/uvoz>

ESPAÑA

Díaz de Santos, S.A., c/ Juan Bravo, 3A, E-28006 Madrid
Teléfono: +34 91 781 94 80 • Fax: +34 91 575 55 63
Correo-e: compras@diazdesantos.es, carmela@diazdesantos.es, barcelona@diazdesantos.es, julio@diazdesantos.es
Sitio web: <http://www.diazdesantos.es>

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450
Correo-e: customercare@bernan.com • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 812 Proctor Ave., Ogdensburg, NY, 13669, EE.UU.
Teléfono: +888 551 7470 (gratuito) • Fax: +888 568 8546 (gratuito)
Correo-e: order.dept@renoufbooks.com • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

FINLANDIA

Akateeminen Kirjakauppa, P.O. BOX 128 (Keskuskatu 1), FIN-00101 Helsinki
Teléfono: +358 9 121 41 • Fax: +358 9 121 4450
Correo-e: akatilaus@akateeminen.com • Sitio web: <http://www.akateeminen.com>

FRANCIA

Form-Edit, 5, rue Janssen, P.O. Box 25, F-75921 Paris Cedex 19
Teléfono: +33 1 42 01 49 49 • Fax: +33 1 42 01 90 90
Correo-e: formedit@formedit.fr • Sitio web: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS, 145 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex
Teléfono: + 33 1 47 40 67 02 • Fax +33 1 47 40 67 02
Correo-e: romuald.verrier@lavoisier.fr • Sitio web: <http://www.lavoisier.fr>

HUNGRÍA

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, H-1656 Budapest
Teléfono: +36 1 257 7777 • Fax: +36 1 257 7472 • Correo-e: books@librotrade.hu

INDIA

Allied Publishers Group, 1st Floor, Dubash House, 15, J. N. Heredia Marg, Ballard Estate, Mumbai 400 001
Teléfono: +91 22 22617926/27 • Fax: +91 22 22617928
Correo-e: alliedpl@vsnl.com • Sitio web: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell, 2/72, Nirankari Colony, Delhi 110009
Teléfono: +91 11 23268786, +91 11 23257264 • Fax: +91 11 23281315
Correo-e: bookwell@vsnl.net

ITALIA

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU", Via Coronelli 6, I-20146 Milán
Teléfono: +39 02 48 95 45 52 ó 48 95 45 62 • Fax: +39 02 48 95 45 48
Correo-e: info@libreriaaeiou.eu • Sitio web: www.libreriaaeiou.eu

JAPÓN

Maruzen Company, Ltd., 13-6 Nihonbashi, 3 chome, Chuo-ku, Tokyo 103-0027
Teléfono: +81 3 3275 8582 • Fax: +81 3 3275 9072
Correo-e: journal@maruzen.co.jp • Sitio web: <http://www.maruzen.co.jp>

NACIONES UNIDAS

Dept. I004, Room DC2-0853, First Avenue at 46th Street, Nueva York, N.Y. 10017, EE.UU.
Teléfono (Naciones Unidas): +800 253-9646 ó +212 963-8302 • Fax: +212 963 -3489
Correo-e: publications@un.org • Sitio web: <http://www.un.org>

NUEVA ZELANDIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132, Australia
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788
Correo-e: service@dadirect.com.au • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

PAÍSES BAJOS

De Lindeboom Internationale Publicaties B.V., M.A. de Ruyterstraat 20A, NL-7482 BZ Haaksbergen
Teléfono: +31 (0) 53 5740004 • Fax: +31 (0) 53 5729296
Correo-e: books@delindeboom.com • Sitio web: <http://www.delindeboom.com>

Martinus Nijhoff International, Koraalrood 50, P.O. Box 1853, 2700 CZ Zoetermeer
Teléfono: +31 793 684 400 • Fax: +31 793 615 698
Correo-e: info@nijhoff.nl • Sitio web: <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, 2160 SZ Lisse
Teléfono: +31 252 435 111 • Fax: +31 252 415 888
Correo-e: infoho@swets.nl • Sitio web: <http://www.swets.nl>

REINO UNIDO

The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, P.O. Box 29, Norwich, NR3 1 GN
Teléfono (pedidos) +44 870 600 5552 • (información): +44 207 873 8372 • Fax: +44 207 873 8203
Correo-e (pedidos): book.orders@tso.co.uk • (información): book.enquiries@tso.co.uk • Sitio web: <http://www.tso.co.uk>

Pedidos en línea

DELTA Int. Book Wholesalers Ltd., 39 Alexandra Road, Addlestone, Surrey, KT15 2PQ
Correo-e: info@profbooks.com • Sitio web: <http://www.profbooks.com>

Libros relacionados con el medio ambiente

Earthprint Ltd., P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP
Teléfono: +44 1438748111 • Fax: +44 1438748844
Correo-e: orders@earthprint.com • Sitio web: <http://www.earthprint.com>

REPÚBLICA CHECA

Suweco CZ, S.R.O., Klecakova 347, 180 21 Praga 9
Teléfono: +420 26603 5364 • Fax: +420 28482 1646
Correo-e: nakup@suweco.cz • Sitio web: <http://www.suweco.cz>

REPÚBLICA DE COREA

KINS Inc., Information Business Dept. Samho Bldg. 2nd Floor, 275-1 Yang Jae-dong SeoCho-G, Seúl 137-130
Teléfono: +02 589 1740 • Fax: +02 589 1746 • Sitio web: <http://www.kins.re.kr>

Los pedidos y las solicitudes de información también se pueden dirigir directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta, Organismo Internacional de Energía Atómica

Centro Internacional de Viena, P.O. Box 100, 1400 Viena, Austria
Teléfono: +43 1 2600 22529 (ó 22530) • Fax: +43 1 2600 29302
Correo-e: sales.publications@iaea.org • Sitio web: <http://www.iaea.org/books>

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA
ISBN 978-92-0-309810-6
ISSN 1020-5837