

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Clasificación de las
estructuras, los sistemas
y los componentes de una
central nuclear desde el
punto de vista de la seguridad

Guía de Seguridad Específica

Nº SSG-30



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

Las publicaciones mediante las cuales el OIEA establece las normas pertenecen a la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*. Esta colección abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. La colección comprende las siguientes categorías: **Nociones Fundamentales de Seguridad, Requisitos de Seguridad y Guías de Seguridad.**

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

www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad

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 Tecnológica del OIEA* y un informe de situación sobre las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA en la dirección: Vienna International Centre, 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 utilización de las normas (por ejemplo, si se han utilizado como base de los reglamentos nacionales, para realizar exámenes de la seguridad o para impartir cursos de capacitación), con el fin de asegurar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. Se puede hacer llegar la información a través del sitio del OIEA o por correo postal a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico a la dirección: Official.Mail@iaea.org.

PUBLICACIONES CONEXAS

El OIEA facilita la aplicación de las normas y, con arreglo a las disposiciones de los artículos III y VIII.C de su Estatuto, pone a disposición información relacionada con las actividades nucleares pacíficas, fomenta su intercambio y sirve de intermediario para ello entre sus Estados Miembros.

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

Existen asimismo otras publicaciones del OIEA relacionadas con la seguridad, como las relativas a la **preparación y respuesta para casos de emergencia**, los **informes sobre evaluación radiológica**, los **informes del INSAG** (Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear), los **informes técnicos** y los **documentos TECDOC**. El OIEA publica asimismo informes sobre accidentes radiológicos, manuales de capacitación y manuales prácticos, así como otras obras especiales relacionadas con la seguridad.

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

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

CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS,
LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES DE
UNA CENTRAL NUCLEAR DESDE EL PUNTO
DE VISTA DE LA SEGURIDAD

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

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

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

COLECCIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD
DEL OIEA N° SSG-30

CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS,
LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES DE
UNA CENTRAL NUCLEAR DESDE EL PUNTO
DE VISTA DE LA SEGURIDAD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2021

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 para incluir la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Es preciso obtener autorización para utilizar textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, en formato impreso o electrónico, y, por lo general, esta estará sujeta a un acuerdo sobre regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y la 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
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/publications>

© OIEA, 2021

Impreso por el OIEA en Austria
Octubre de 2021
STI/PUB/1639

CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS,
LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES DE
UNA CENTRAL NUCLEAR DESDE EL PUNTO
DE VISTA DE LA SEGURIDAD
OIEA, VIENA, 2021
STI/PUB/1639
ISBN 978-92-0-308019-4
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

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

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

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

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

La seguridad no es un fin en sí misma, sino un requisito indispensable para la protección de las personas de todos los Estados y del medio ambiente, ahora y en el futuro. Los riesgos relacionados con la radiación ionizante deben evaluarse

y controlarse sin restringir indebidamente la contribución de la energía nuclear al desarrollo equitativo y sostenible. Los Gobiernos, los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines beneficiosos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.

NOTA DE LA SECRETARÍA

Las normas de seguridad del OIEA reflejan un consenso internacional con respecto a lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. En el proceso de elaboración, examen y establecimiento de las normas del OIEA participan la Secretaría del OIEA y todos los Estados Miembros, muchos de los cuales están representados en los cuatro comités de normas de seguridad y la Comisión sobre Normas de Seguridad del OIEA.

Las normas del OIEA, que son un elemento clave de un régimen de seguridad mundial, son revisadas periódicamente por la Secretaría, los comités de normas de seguridad y la Comisión sobre Normas de Seguridad. La Secretaría recopila información sobre la experiencia en la aplicación de las normas del OIEA y la información obtenida del seguimiento de los sucesos con objeto de asegurar que las normas sigan ajustándose a las necesidades de los usuarios. La presente publicación refleja la información y experiencia acumuladas hasta 2010 y se ha sometido al riguroso procedimiento de examen que se aplica a las normas.

Las lecciones que puedan extraerse del estudio del accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi en el Japón a raíz del terremoto y el tsunami del 11 de marzo de 2011, de consecuencias desastrosas, se recogerán en la versión revisada y publicada en el futuro de la presente norma de seguridad del OIEA.

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

ANTECEDENTES

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

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

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

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

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

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

LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

Las medidas de seguridad tecnológica y las medidas de seguridad física¹ tienen en común la finalidad de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente. Las medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica y las medidas de seguridad tecnológica no comprometan la seguridad física.

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

Nociones Fundamentales de Seguridad

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

¹ Véanse también las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.

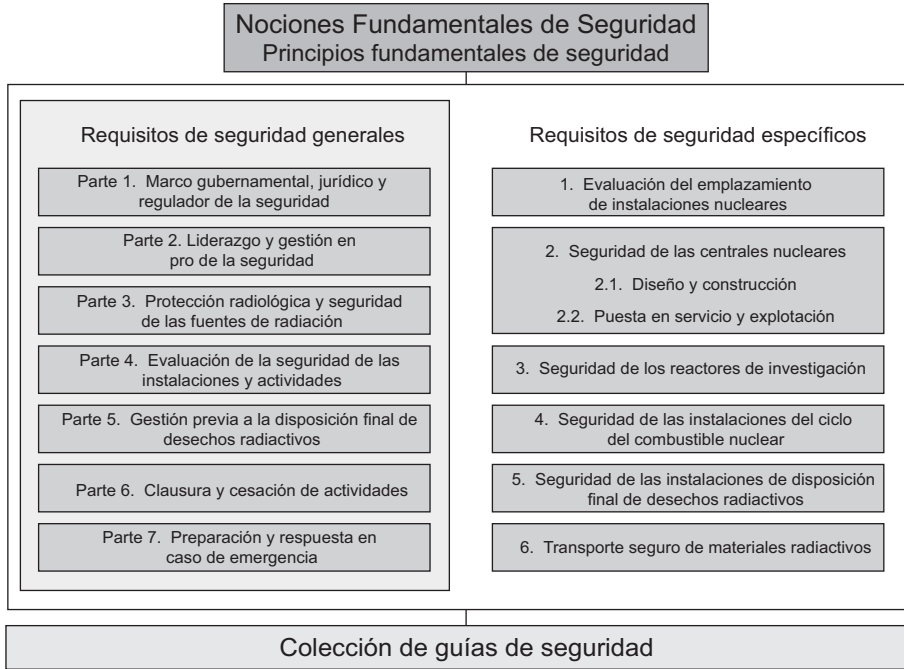


Fig. 1. Estructura a largo plazo de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

Requisitos de Seguridad

Un conjunto integrado y coherente de requisitos de seguridad establece los requisitos que se han de cumplir para garantizar la protección de las personas y el medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro. Los requisitos se rigen por los objetivos y principios de las Nociones Fundamentales de Seguridad. Si los requisitos no se cumplen, deben adoptarse medidas para alcanzar o restablecer el grado de seguridad requerido. El formato y el estilo de los requisitos facilitan su uso para establecer, de forma armonizada, un marco nacional de reglamentación. En los requisitos de seguridad se emplean formas verbales imperativas, junto con las condiciones conexas que deben cumplirse. Muchos de los requisitos no se dirigen a una parte en particular, lo que significa que incumbe cumplirlos a las partes que corresponda.

Guías de Seguridad

Las guías de seguridad ofrecen recomendaciones y orientación sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad, lo que indica un consenso internacional en el

sentido de que es necesario adoptar las medidas recomendadas (u otras medidas equivalentes). Las guías de seguridad contienen ejemplos de buenas prácticas internacionales y dan cuenta cada vez más de las mejores prácticas que existen para ayudar a los usuarios que tratan de alcanzar altos grados de seguridad. En la formulación de las recomendaciones de las guías de seguridad se emplean formas verbales condicionales.

APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

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

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

Los convenios internacionales contienen requisitos similares a los que figuran en las normas de seguridad del OIEA y tienen carácter vinculante para las partes contratantes. Las normas de seguridad del OIEA, complementadas por convenios internacionales, normas de la industria y requisitos nacionales detallados, forman una base coherente para la protección de las personas y el medio ambiente. Existen también algunos aspectos de la seguridad especiales que se deben evaluar a nivel nacional. Por ejemplo, muchas de las normas de seguridad del OIEA, en particular las que tratan aspectos relativos a la seguridad

en la planificación o el diseño, se conciben con el fin de aplicarlas principalmente a nuevas instalaciones y actividades. Es posible que algunas instalaciones existentes construidas conforme a normas anteriores no cumplan plenamente los requisitos especificados en las normas de seguridad del OIEA. Corresponde a cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad del OIEA a esas instalaciones.

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

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

En la elaboración y el examen de las normas de seguridad participan la Secretaría del OIEA y cinco comités de normas de seguridad, que se ocupan de la preparación y respuesta para casos de emergencia (EPreSC) (a partir de 2016), la seguridad nuclear (NUSSC), la seguridad radiológica (RASSC), la seguridad de los desechos radiactivos (WASSC) y el transporte seguro de materiales radiactivos (TRANSSC), así como la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS), que supervisa el programa de normas de seguridad del OIEA (véase la figura 2).

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

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

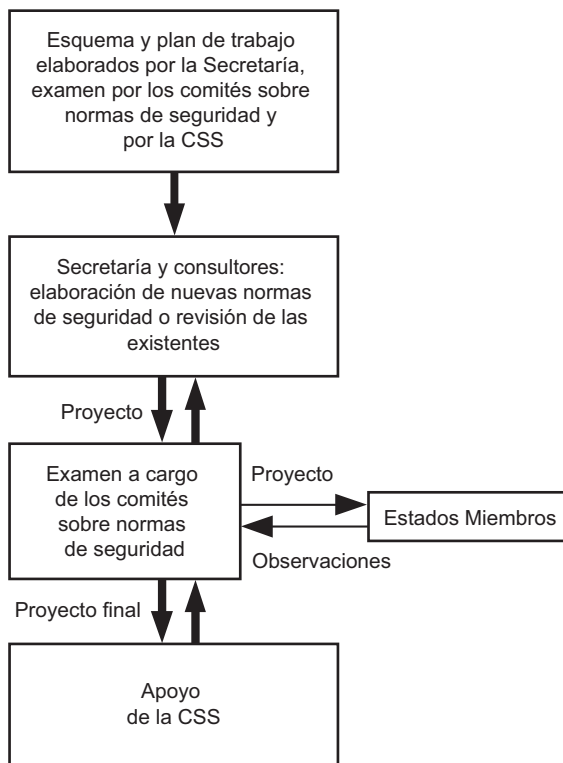


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

INTERACCIÓN CON OTRAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

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

INTERPRETACIÓN DEL TEXTO

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

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

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

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

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
	Antecedentes (1.1-1.5).....	1
	Objetivo (1.6-1.7).....	2
	Ámbito de aplicación (1.8-1.9).....	3
	Estructura (1.10).....	3
2.	ENFOQUE GENERAL (2.1).....	3
	Requisitos básicos (2.2).....	4
	Recomendaciones generales (2.3-2.7).....	5
	Sinopsis del proceso de clasificación de la seguridad (2.8-2.17).....	6
3.	PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD (3.1).....	10
	Determinación de las funciones que se deben categorizar (3.2-3.7).....	10
	Determinación de las disposiciones de diseño (3.8-3.9).....	11
	Categorización de las funciones (3.10-3.16).....	13
	Clasificación de las estructuras, los sistemas y los componentes (3.17-3.26).....	16
	Verificación de la clasificación de la seguridad (3.27-3.29).....	18
	SELECCIÓN DE LAS REGLAS TECNOLÓGICAS DE DISEÑO APLICABLES A LAS ESTRUCTURAS, LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES (4.1-4.7).....	19
	REFERENCIAS.....	21
	COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN.....	23

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. Existe consciencia de la necesidad de clasificar el equipo de una central nuclear en función de su importancia para la seguridad desde que se comenzaron a diseñar y explotar reactores. Los métodos de clasificación de las estructuras, los sistemas y los componentes (ESC) desde el punto de vista de la seguridad han evolucionado a la luz de la experiencia adquirida en el diseño y la explotación de las centrales existentes. Aunque el concepto de “función de seguridad” entendido como lo que debe conseguirse con fines de seguridad no plantea dudas desde hace muchos años, el proceso por el cual los ESC de importancia para la seguridad se pueden derivar del objetivo fundamental de la seguridad no se ha descrito en anteriores guías de seguridad del OIEA relativas a la clasificación de los ESC. Por tanto, los sistemas de clasificación utilizados en la práctica para determinar los ESC que se consideran de la máxima importancia para la seguridad se han basado, en su mayoría, en la experiencia y el análisis de diseños específicos.

1.2. La presente guía de seguridad fue preparada en el marco del programa del OIEA de normas de seguridad. En 1979 se publicó una guía de seguridad sobre las funciones de seguridad y la clasificación de los componentes de BWR, PWR y PTR (es decir, reactores de agua en ebullición, reactores de agua a presión y reactores de tubos de presión) como volumen Nº 50-SG-D1 de la *Colección Seguridad del OIEA*. Aquella guía fue retirada en el año 2000 porque se consideró que las recomendaciones que contenía no se ajustaban a lo establecido en la publicación de Requisitos de Seguridad del OIEA titulada *Seguridad de las centrales nucleares: Diseño (Colección de Normas de Seguridad del OIEA Nº NS-R-1)*, publicada en el año 2000.

1.3. Al elaborar la presente guía de seguridad se han tenido en cuenta también publicaciones pertinentes del OIEA, entre las que cabe mencionar los *Principios fundamentales de seguridad* [1] y las publicaciones de Requisitos de Seguridad tituladas *Seguridad de las centrales nucleares: Diseño* [2] y *Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades* [3].

1.4. El objetivo de la clasificación desde el punto de vista de la seguridad es determinar y clasificar los ESC que se precisan para proteger a las personas y el medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante, sobre la base de la función que desempeñan en la prevención de accidentes o en la limitación de las consecuencias radiológicas de los accidentes si estos se producen. Sobre

la base de su clasificación, los ESC se diseñan, se fabrican, se construyen, se instalan, se ponen en servicio, se operan, se prueban, se inspeccionan y someten a mantenimiento de acuerdo con procesos establecidos que garantizan el cumplimiento de las especificaciones del diseño y los niveles previstos de desempeño de la seguridad. De acuerdo con la referencia [2], es necesario identificar y clasificar todos los elementos importantes para la seguridad sobre la base de sus funciones y su significación en términos de seguridad¹.

1.5. Al preparar esta guía de seguridad se han examinado a grandes rasgos las metodologías existentes de clasificación desde el punto de vista de la seguridad que se aplican a las centrales nucleares en explotación y a los nuevos diseños. La presente guía de seguridad describe las etapas de la clasificación desde el punto de vista de la seguridad, que no suelen expresarse ni documentarse de manera sistemática en los sistemas de clasificación nacionales.

OBJETIVO

1.6. Esta publicación está concebida principalmente para ser utilizada por las organizaciones que se ocupan del diseño de centrales nucleares, así como por los órganos reguladores y sus organizaciones de apoyo técnico. Puede aplicarse también a otras instalaciones nucleares siempre y cuando se realicen las modificaciones oportunas de acuerdo con el diseño específico del tipo de instalación que se esté considerando.

1.7. El objetivo de la presente guía de seguridad es ofrecer recomendaciones y orientaciones sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en las referencias [2, 3] a fin de identificar los ESC importantes para la seguridad y clasificarlos conforme a su función y su significación en términos de seguridad. De esta forma se asegura un elevado nivel de seguridad mediante el cumplimiento de los requisitos de calidad y los objetivos de fiabilidad conexos. Las reglas tecnológicas de diseño de los elementos importantes para la seguridad en una central nuclear deben especificarse y ajustarse a los códigos y las normas nacionales e internacionales aplicables, así como a las prácticas probadas de ingeniería, teniendo debidamente en cuenta su pertinencia para la tecnología nucleoelectrónica. Los aspectos de la clasificación de los ESC desde el punto de vista de la seguridad física nuclear quedan fuera del ámbito de aplicación

¹ Los factores pertinentes para determinar la significación en términos de seguridad de los elementos importantes para la seguridad figuran en el párrafo 5.34 de la referencia [2] y, para facilitar la consulta, se transcriben en el párrafo 2.2 de la presente guía de seguridad.

de esta publicación. Pueden encontrarse orientaciones sobre estos aspectos en las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* (véanse, p. ej., las referencias [4, 5]).

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.8. La presente guía de seguridad se aplica al diseño de todos los ESC importantes para la seguridad en todos los estados de la central, comprendidas todas las modalidades de funcionamiento normal, durante la vida de una central nuclear.

1.9. Esta guía ha sido redactada en términos neutros desde el punto de vista de la tecnología. El enfoque propuesto está pensado para que se aplique en centrales nucleares nuevas y puede que no sea aplicable a las centrales ya existentes construidas siguiendo principios de clasificación anteriores. La manera de aplicar esta guía de seguridad en el caso de tales centrales nucleares es decisión de cada Estado.

ESTRUCTURA

1.10. En la sección 2 se ofrecen la base y el enfoque general para determinar los ESC que deben clasificarse y para evaluar la significación de cada uno de ellos en términos de seguridad sobre la que se establece su clasificación. En la sección 3 se recomienda un proceso para llevar a cabo una clasificación de los ESC desde el punto de vista de la seguridad que aplique estos principios. En la sección 4 se ofrecen recomendaciones generales para seleccionar las reglas tecnológicas de diseño de los ESC sobre la base de la clase de seguridad a la que pertenezcan.

2. ENFOQUE GENERAL

2.1. El enfoque general consiste en proporcionar una estructura y un método para determinar y clasificar los ESC importantes para la seguridad de acuerdo con sus funciones y su significación en términos de seguridad. Una vez clasificados los ESC, pueden aplicarse reglas de ingeniería adecuadas para garantizar que su diseño, fabricación, construcción, instalación, puesta en servicio, operación, ensayo, inspección y mantenimiento sean de la calidad suficiente para cumplir

las funciones que deberían llevar a cabo y, en última instancia, las funciones principales de seguridad², de conformidad con los requisitos de seguridad que figuran en la referencia [2].

REQUISITOS BÁSICOS

2.2. Los requisitos básicos para la clasificación se establecen en la referencia [2] y se transcriben a continuación para facilitar su consulta. La referencia [3] contiene requisitos conexos adicionales.

“Requisito 4: Funciones de seguridad fundamentales

Deberá asegurarse el cumplimiento de las siguientes funciones de seguridad fundamentales de la central nuclear en todos sus estados: i) control de la reactividad, ii) eliminación del calor del reactor y del almacén de combustible y iii) confinamiento del material radiactivo, blindaje contra la radiación y control de las emisiones radiactivas previstas, así como limitación de las emisiones radiactivas accidentales.

4.1. Deberá adoptarse un enfoque sistemático a fin de determinar los elementos importantes para la seguridad que son necesarios para cumplir las funciones de seguridad fundamentales, así como las características inherentes que contribuyen al cumplimiento de esas funciones en todos los estados de la central o que las afectan.

4.2. Deberán disponerse los medios para vigilar el estado de la central a fin de asegurar el cumplimiento de las funciones de seguridad requeridas”. [2]

“Requisito 18: Reglas tecnológicas de diseño

Las reglas tecnológicas de diseño de los elementos importantes para la seguridad en una central nuclear deberán especificarse y se ajustarán a los códigos y las normas nacionales [o] internacionales aplicables así como a prácticas tecnológicas probadas, teniendo debidamente en cuenta su pertinencia para la tecnología nucleoelectrónica”. [2]

² Según el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA* [6], lo que antes se denominaba “funciones de seguridad fundamentales” ha pasado a denominarse “funciones principales de seguridad”. Al citar las normas de seguridad del OIEA, el término “función de seguridad fundamental” ha de entenderse como “función principal de seguridad”.

“Requisito 22: Clasificación de seguridad

Todos los elementos importantes para la seguridad deberán ser identificados y clasificados [sobre la] base de su función e importancia para la seguridad”.

5.34. El método para clasificar la pertinencia desde el punto de vista de la seguridad de los elementos importantes para la seguridad se basará principalmente en métodos deterministas complementados, cuando proceda, por métodos probabilistas, y se tendrán debidamente en cuenta factores como:

- a) la función o las funciones de seguridad que el elemento deberá desempeñar;
- b) las consecuencias del incumplimiento de una función de seguridad;
- c) la frecuencia con que el elemento deberá realizar una función de seguridad;
- d) el tiempo después de un suceso iniciador postulado, o el período en que el elemento deberá realizar una función de seguridad.

5.35. El diseño deberá realizarse de modo que se evite cualquier interferencia entre elementos importantes para la seguridad y, en particular, que cualquier fallo de un elemento importante para la seguridad en un sistema de una categoría de seguridad inferior se propague a otro sistema de una categoría de seguridad superior.

5.36. El equipo que desempeña funciones múltiples deberá clasificarse en una categoría de seguridad que coincida con su función más importante”. [2]

“Requisito 27: Sistemas de servicios auxiliares

Los sistemas de servicios auxiliares que garantizan la operabilidad del equipo que forma parte de un sistema importante para la seguridad deberán clasificarse en consonancia”. [2]

RECOMENDACIONES GENERALES

2.3. La clasificación de la seguridad es un proceso iterativo que debería llevarse a cabo periódicamente durante todo el proceso de diseño y mantenerse durante toda la vida de la central. La asignación de ESC a determinadas clases de

seguridad determinada debería justificarse por medio de un análisis determinista de la seguridad, complementado con observaciones obtenidas a partir del análisis probabilista de la seguridad y respaldado por criterios técnicos.

2.4. La clasificación de la seguridad debería llevarse a cabo durante las etapas de diseño de la central, diseño de los sistemas y diseño de los equipos, y debería someterse a examen a fin de tener en cuenta cambios pertinentes durante la construcción, la puesta en servicio, la explotación y etapas posteriores de la vida de la central.

2.5. Los sucesos iniciadores postulados y los ESC nuevos o modificados deberían abordarse en el proceso de clasificación de la seguridad, teniendo en cuenta las interfaces entre las funciones de seguridad y las categorías de seguridad existentes de los ESC que podrían verse afectadas.

2.6. El proceso de clasificación de la seguridad recomendado en la presente guía de seguridad es coherente con el concepto de defensa en profundidad que se presenta en la referencia [2]. Se deberían tener presentes las funciones³ que se llevan a cabo en los cinco niveles de defensa en profundidad y, seguidamente, proceder a la clasificación de los ESC conexos en función de su significación en términos de seguridad. Asimismo, convendría también clasificar las disposiciones de diseño (véanse los párrafos 3.8 y 3.9).

2.7. El fundamento de la clasificación y los resultados de esta deberían documentarse en un registro verificable. La clasificación definitiva de los ESC debería ser exhaustiva y estar disponible para su auditoría por la organización o las organizaciones encargadas de la garantía de calidad y del órgano regulador. Dado que las clasificaciones pueden verse afectadas por cambios posteriores del diseño de la central (a lo largo de su vida operacional), convendría incluir los registros de clasificación en el sistema de gestión como parte del control de la configuración de la central.

SINOPSIS DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

2.8. En la presente guía de seguridad se presenta un proceso estructurado para determinar y clasificar los ESC, que se ilustra en la figura 1.

³ A los efectos de la presente guía de seguridad, por función se entiende toda acción llevada a cabo por un ESC o un conjunto de estos.

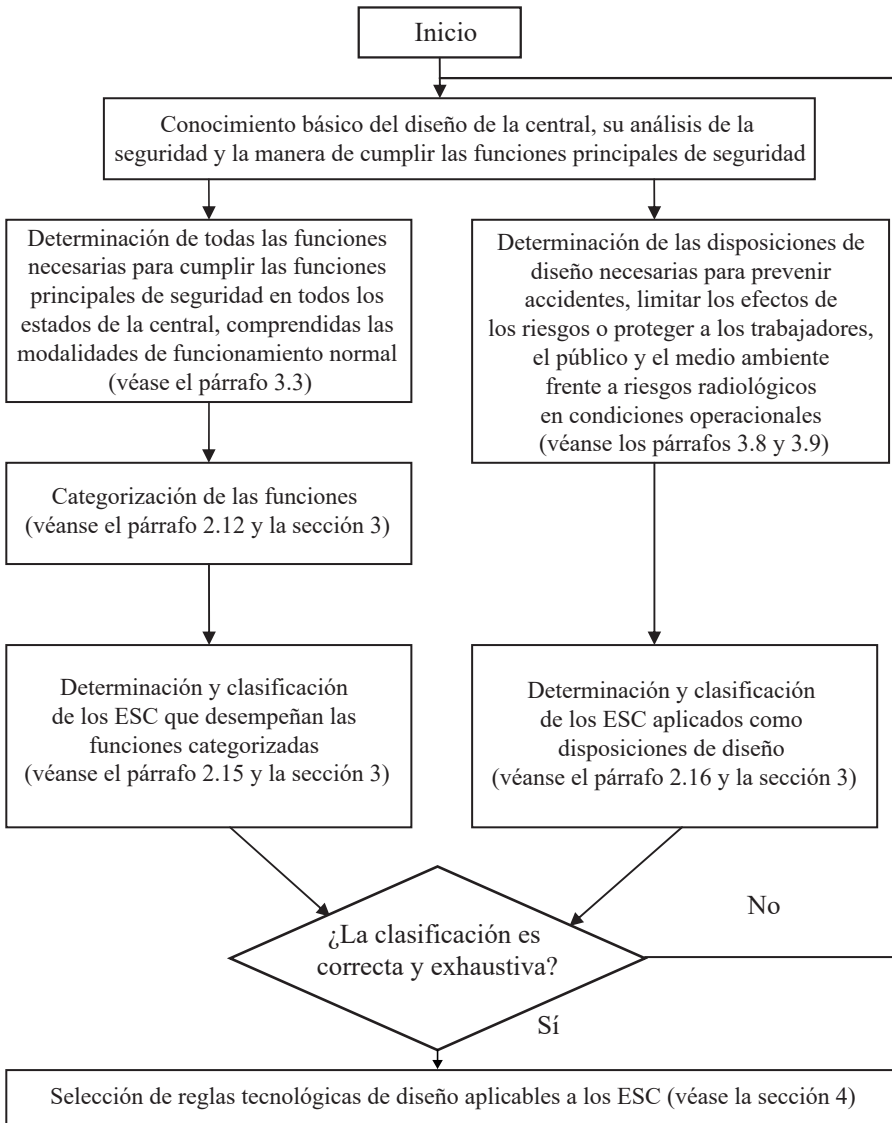


Fig. 1. Diagrama del proceso de clasificación.

2.9. La clasificación es un proceso descendente que comienza con el conocimiento básico del diseño de la central, su análisis de la seguridad y la manera de cumplir las funciones principales de seguridad. Con esta información, se determinan sistemáticamente las funciones y las disposiciones de diseño (véase el párrafo 3.9) necesarias para cumplir las funciones principales de seguridad para todos los estados de la central, comprendidas todas las modalidades de

funcionamiento normal. Con la información obtenida de las evaluaciones de la seguridad, como el análisis de los sucesos iniciadores postulados, se procede seguidamente a categorizar las funciones conforme a su significación en términos de seguridad. A continuación, se determinan y clasifican los ESC que forman parte de las funciones categorizadas sobre la base del papel que desempeñan en el cumplimiento de la función. No obstante, convendría que los ESC aplicados como disposición de diseño se clasificaran directamente, ya que la importancia de su fallo postulado define plenamente su clase de seguridad sin necesidad de analizar de manera detallada la categoría de la función de seguridad conexas.

2.10. El proceso de clasificación de todos los ESC según su significación en términos de seguridad debería tener en cuenta lo siguiente:

- el diseño de la central y sus características de seguridad inherentes;
- la relación de todos los sucesos iniciadores postulados⁴, de conformidad con el requisito 16 de la referencia [2]. Asimismo, convendría tener presente la frecuencia de los sucesos iniciadores postulados, según se tuvo en cuenta en el diseño de la central nuclear.

2.11. Se deberían determinar todas las funciones y las disposiciones de diseño necesarias para cumplir las funciones principales de seguridad (según se definen en el requisito 4 de la referencia [2]) para los distintos estados de la central, comprendidas todas las modalidades de funcionamiento normal.

2.12. Seguidamente convendría categorizar las funciones en un número limitado de categorías conforme a su significación en términos de seguridad, utilizando para ello un enfoque que tenga en cuenta los siguientes factores:

- 1) las consecuencias del no desempeño de la función;
- 2) la frecuencia del suceso iniciador postulado para el que la función de seguridad deberá cumplirse;
- 3) la importancia de la contribución de la función al logro de un estado controlado o un estado seguro (según se definen en la referencia [2]).

⁴ Como se indica en el párrafo 5.9 de la referencia [2], “[l]os sucesos iniciadores postulados que se utilicen para elaborar los requisitos de comportamiento de los elementos importantes para la seguridad en el marco de la evaluación general de la seguridad y el análisis detallado de la central deberán agruparse en un número especificado de secuencias representativas de sucesos que determinarán los casos límite y constituirán la base para el diseño y los límites operacionales de los elementos importantes para la seguridad”.

2.13. No es preciso categorizar las funciones que ofrecen las disposiciones del diseño ya que la significación en términos de seguridad del ESC puede deducirse directamente de las consecuencias de su fallo. Por consiguiente, los ESC aplicados como disposiciones de diseño pueden asignarse directamente a una clase de seguridad sin necesidad de realizar análisis ulteriores de las categorías de las funciones de seguridad.

2.14. El siguiente paso del proceso consiste en determinar la clasificación de la seguridad de todos los ESC importantes para la seguridad. En general, conviene aplicar metodologías deterministas y complementarlas, cuando proceda, con evaluaciones probabilistas de la seguridad y con criterios técnicos para obtener un perfil pertinente del riesgo, esto es, un diseño de la central en que los sucesos con consecuencias muy graves tengan una frecuencia prevista muy baja. La finalidad general se ilustra esquemáticamente en la figura 2, en la que se muestra que las disposiciones de diseño se aplican ante todo para disminuir la probabilidad de accidentes y las funciones, para conseguir que las consecuencias sean aceptables con respecto a su probabilidad. En el caso de la mayoría de sucesos iniciadores, se aplica una combinación de disposiciones de diseño y funciones con miras a reducir la frecuencia de los accidentes y hacer que sus consecuencias sean aceptables y lo más leves posible. No obstante, en el caso

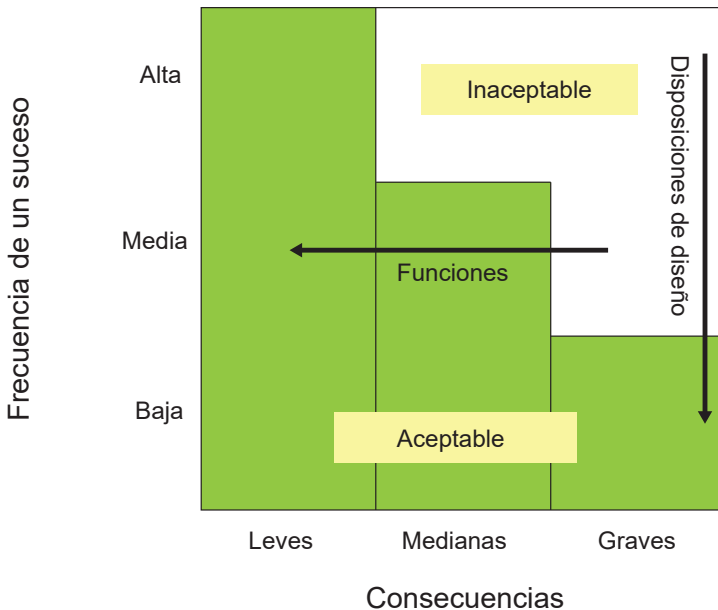


Fig. 2. Principio básico de la frecuencia frente a las consecuencias.

de sucesos iniciadores, quizás no sea necesario aplicar funciones para limitar las consecuencias siempre y cuando estas sean muy leves y no se precisen medidas de mitigación. La eficacia de las disposiciones de diseño y de las funciones de seguridad dependerá de la confiabilidad general en los elementos de equipo, que se rige por la clasificación de esos elementos.

2.15. A fin de reducir la frecuencia de los accidentes y lograr que sus consecuencias sean aceptables y lo más leves posible, convendría determinar los ESC necesarios para llevar a cabo funciones y clasificarlos en un número limitado de clases conforme a su significación en términos de seguridad, utilizando para ello un proceso que tenga en cuenta los factores indicados en el requisito 22 de la referencia [2].

2.16. Convendría también determinar los ESC aplicados como disposiciones de diseño y clasificarlos utilizando el mismo conjunto de clases utilizadas para clasificar los ESC necesarios para llevar a cabo las funciones de seguridad.

2.17. Partiendo de la experiencia de los Estados Miembros, en la presente guía de seguridad se recomiendan tres categorías de seguridad para las funciones y tres clases de seguridad para los ESC importantes para la seguridad. Se pueden utilizar otros enfoques con un mayor o menor número de categorías y clases siempre que estas se ajusten a las orientaciones proporcionadas en los párrafos 2.12 y 2.15.

3. PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.1. Esta sección da orientaciones más detalladas sobre la determinación de las funciones que deben categorizarse y los ESC que deben clasificarse para que queden recogidos todos los elementos esenciales para proteger a las personas y el medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante.

DETERMINACIÓN DE LAS FUNCIONES QUE SE DEBEN CATEGORIZAR

3.2. A efectos de simplificar, el término “función” comprende la función primordial y cualquier función auxiliar que se deba llevar a cabo para garantizar el cumplimiento de la función primordial.

3.3. Las funciones que deben categorizarse son las que resultan necesarias para que se cumplan las funciones principales de seguridad para los distintos estados de la central, comprendidas todas las modalidades de funcionamiento normal. Se trata principalmente de las funciones que figuran en el análisis de la seguridad y deberían incluir funciones que se llevan a cabo en los cinco niveles de la defensa en profundidad, a saber, funciones de seguridad relacionadas con la prevención, la detección, el control y la mitigación.

3.4. Aunque han de cumplirse las mismas funciones principales de seguridad para todos los estados de la central, convendría determinar por separado con respecto a cada estado de la central las funciones que deben categorizarse.

3.5. Las listas de funciones determinadas pueden complementarse con otras funciones, como las que se diseñan para reducir la frecuencia de accionamiento del disparo del reactor y/o de los dispositivos técnicos de seguridad que corrigen las desviaciones del funcionamiento normal, incluidas las que han sido diseñadas para mantener los principales parámetros dentro de los límites normales de funcionamiento de la central. Esas funciones no suelen figurar en el análisis de la seguridad.

3.6. Debido a la importancia de la monitorización para la seguridad, se deberían tener en cuenta con fines de categorización de la seguridad las funciones relacionadas con la monitorización a fin de proporcionar al personal de la central y a la organización de respuesta a emergencias fuera del emplazamiento suficiente información fidedigna en caso de accidente. Esto debería comprender la monitorización y la comunicación según lo dispuesto en el plan de respuesta a emergencias.

3.7. Las funciones incluidas en el análisis de la seguridad para prevenir que algunas secuencias derivadas de incumplimientos adicionales aumenten a la categoría de accidente severo, o para mitigar las consecuencias de un accidente severo, se incluyen en las funciones relacionadas con las condiciones adicionales de diseño.

DETERMINACIÓN DE LAS DISPOSICIONES DE DISEÑO

3.8. La seguridad de la central depende también de la fiabilidad de los distintos tipos de características, algunas de las cuales se diseñan específicamente para su uso en condiciones de funcionamiento normal. A efectos de la presente guía de seguridad, estos ESC se denominan “disposiciones de diseño”. Tales

disposiciones de diseño deberían determinarse y podría considerarse que están sujetas al proceso de clasificación de seguridad y, por tanto, se diseñarán, fabricarán, construirán, instalarán, pondrán en servicio, explotarán, ensayarán, inspeccionarán y mantendrán con suficiente calidad para cumplir la función que tienen asignada.

3.9. Las disposiciones de diseño deberían incluir lo siguiente:

- Características de diseño de tal calidad que la posibilidad de que fallen se pueda considerar “prácticamente eliminada”⁵. En el caso de estas características de diseño, el diseño de la central no precisa ningún sistema de seguridad independiente para mitigar los efectos de su fallo. Cabe citar como ejemplo las carcavas de las vasijas de presión del reactor o los generadores de vapor. Estas características de diseño pueden determinarse fácilmente por la alta gravedad de las consecuencias que cabe esperar en caso de fallo.
- Características diseñadas para reducir la frecuencia de un accidente. Son ejemplo de ello los sistemas de tuberías de gran calidad que, de fallar, darían lugar a un accidente base de diseño.
- Características pasivas de diseño concebidas para proteger a los trabajadores y al público de los efectos nocivos de la radiación en condiciones de funcionamiento normal. Cabe citar como ejemplo el blindaje, las estructuras civiles y los sistemas de tuberías.
- Características pasivas de diseño concebidas para proteger los componentes de importancia para la seguridad de los daños ocasionados por riesgos internos o externos. Cabe citar como ejemplo las paredes de hormigón entre componentes construidas específicamente con este propósito.
- Características diseñadas para evitar que un suceso iniciador postulado se convierta en una secuencia más grave sin que se produzca otro fallo independiente. Son ejemplo de ello los mecanismos antilátigo y los puntos fijos.

Los ESC aplicados como disposiciones de diseño se deberían clasificar conforme a lo recomendado en el párrafo 3.22, en función del resultado de la evaluación de las consecuencias de su fallo.

⁵ Se considerará que la posibilidad de que se den ciertas condiciones está “prácticamente eliminada” cuando sea físicamente imposible, o pueda considerarse sumamente improbable, con un alto grado de confianza, que esas condiciones se produzcan.

CATEGORIZACIÓN DE LAS FUNCIONES

3.10. Se deberían categorizar las funciones necesarias para el cumplimiento de las funciones principales de seguridad en todos los estados de la central, comprendidas las modalidades de funcionamiento normal, conforme a su significación en términos de seguridad. La significación en términos de seguridad de cada función se determina teniendo en cuenta los factores indicados en el párrafo 2.12. En el enfoque recomendado en la presente guía de seguridad, la gravedad de las consecuencias (factor 1) se divide en tres niveles (alta, media y baja) sobre la base de las peores consecuencias que podrían darse si no se cumpliera la función, según lo definido en el párrafo 3.11.

3.11. Los tres niveles de gravedad se definen como sigue:

- La gravedad se debería considerar “alta” si el fallo de la función pudiera, en el peor de los casos:
 - dar lugar a una emisión de materiales radiactivos que supere los límites aceptados por el órgano regulador para los accidentes base de diseño, o
 - hacer que los valores de los principales parámetros físicos sobrepasaran los criterios de aceptación para los accidentes base de diseño⁶.
- La gravedad se debería considerar “media” si el fallo de la función pudiera, en el peor de los casos:
 - dar lugar a una emisión de materiales radiactivos que supere los límites establecidos para los incidentes operacionales previstos, o
 - hacer que los valores de los principales parámetros físicos sobrepasaran los límites de diseño de los incidentes operacionales previstos.
- La gravedad se debería considerar “baja” si el fallo de la función pudiera, en el peor de los casos:
 - dar lugar a dosis a los trabajadores superiores a los límites autorizados.

Cuando concurran dos o más de estos casos, se debería aplicar el nivel más elevado. La evaluación de las consecuencias se lleva a cabo partiendo del supuesto de que la función no responde cuando debería.

En el caso de los incidentes operacionales previstos, para evitar un “exceso de categorización”, convendría evaluar las consecuencias partiendo del supuesto de que todas las demás funciones independientes se ejecutan de forma correcta y a su debido tiempo.

⁶ Véanse los requisitos 15 y 19 de la referencia [2].

3.12. El factor 2 (véase el párrafo 2.12) muestra la frecuencia con que se requerirá una función. Convendría evaluar esa frecuencia principalmente de acuerdo con la frecuencia con que puedan darse los respectivos sucesos iniciadores postulados.

3.13. Al incluir los factores 1 y 2, el enfoque de clasificación aquí recomendado está en consonancia con el principio de diseño comúnmente aceptado según el cual los sucesos con las consecuencias más importantes deberían darse con la menor frecuencia. Esto significa, por ejemplo, que las funciones destinadas a mitigar las consecuencias de los accidentes severos podrían requerir reglas tecnológicas de diseño menos estrictas que las aplicadas a las funciones de mitigación de las consecuencias de los accidentes base de diseño, ya que la frecuencia de los primeros es menor que la de los segundos. En la figura 2 se ilustra este enfoque.

3.14. El factor 3 (véase el párrafo 2.12) guarda relación con las funciones destinadas a alcanzar un estado de la central determinado. Por lo general se distinguen dos estados de la central: el estado controlado⁷ y el estado seguro⁷. En el caso de las funciones que se ejecutan para alcanzar un estado controlado, la atención se centra principalmente en el accionamiento automático o a corto plazo, con el objetivo de reducir de forma considerable las posibilidades de que un riesgo acabe siendo una realidad. Las funciones que se aplican para alcanzar un estado seguro son funciones a largo plazo y se ejecutan una vez alcanzado el estado controlado. Muchas veces, en el caso de los reactores, las funciones aplicadas tras un transitorio asociado a un accidente permitirán alcanzar un estado controlado antes de llegar a un estado seguro. Las funciones típicas del estado controlado son el disparo del reactor, la eliminación del calor de desintegración y la inyección de seguridad. La despresurización del reactor y la conexión del sistema de extracción de calor residual para garantizar la función a largo plazo de eliminación del calor de desintegración son buenos ejemplos de funciones que se llevan a cabo para alcanzar un estado seguro.

3.15. La categorización de las funciones recomendada en la presente guía de seguridad se basa en las tres categorías de seguridad siguientes:

Categoría de seguridad 1: Toda función necesaria para alcanzar el estado controlado tras un incidente operacional previsto o un accidente base de diseño y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “alta”.

⁷ Las definiciones figuran en la referencia [2].

Categoría de seguridad 2: Hay tres posibilidades en esta categoría:

- toda función necesaria para alcanzar un estado controlado tras un incidente operacional previsto o un accidente base de diseño y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “media”;
- toda función necesaria para alcanzar y mantener durante mucho tiempo un estado seguro y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “alta”, o
- toda función diseñada como apoyo de las funciones clasificadas en la categoría de seguridad 1 y que se precisan para controlar las condiciones adicionales de diseño sin fusión del núcleo.

Categoría de seguridad 3: Hay cinco posibilidades en esta categoría:

- toda función que se activa en caso de incidente operacional previsto o accidente base de diseño y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “baja”;
- toda función necesaria para alcanzar y mantener durante mucho tiempo un estado seguro y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “media”;
- toda función necesaria para mitigar las consecuencias de las condiciones adicionales de diseño, salvo las que ya ha sido preciso clasificar en la categoría de seguridad 2, y cuyo fallo, cuando la función debería activarse, tendría consecuencias de gravedad “alta”;
- toda función diseñada para reducir la frecuencia de accionamiento del disparo del reactor o los dispositivos técnicos de seguridad en caso de desviación del funcionamiento normal, comprendidas las diseñadas para mantener los principales parámetros dentro de los límites normales de funcionamiento de la central, o
- toda función relacionada con la monitorización necesaria para que el personal de la central y los servicios de emergencia situados fuera del emplazamiento tengan suficiente información fiable en caso de accidente (accidente base de diseño o condiciones adicionales de diseño), comprendidos los medios de monitorización y comunicación como parte del plan de respuesta a emergencias (nivel 5 de la defensa en profundidad), salvo que ya haya sido asignada a una categoría superior.

3.16. La categorización descrita en el párrafo 3.15 se resume en el cuadro 1. Cuando se considere que una función puede pertenecer a más de una categoría (p. ej., porque dicha función sea necesaria en el caso de más de un suceso iniciador postulado), convendría incluirla en la categoría más elevada.

CUADRO 1. RELACIÓN ENTRE LAS FUNCIONES QUE FIGURAN EN EL ANÁLISIS DE LOS SUCESOS INICIADORES POSTULADOS Y LAS CATEGORÍAS DE SEGURIDAD

Funciones que figuran en la evaluación de la seguridad	Gravedad de las consecuencias si no se ejecuta la función		
	Alta	Media	Baja
Funciones para alcanzar un estado controlado tras incidentes operacionales previstos	Categoría de seguridad 1	Categoría de seguridad 2	Categoría de seguridad 3
Funciones para alcanzar un estado controlado tras accidentes base de diseño	Categoría de seguridad 1	Categoría de seguridad 2	Categoría de seguridad 3
Funciones para alcanzar y mantener un estado seguro	Categoría de seguridad 2	Categoría de seguridad 3	Categoría de seguridad 3
Funciones para mitigar las consecuencias de las condiciones adicionales de diseño	Categoría de seguridad 2 o 3 (véase párrafo 3.15)	Sin categorizar ^a	Sin categorizar ^a

^a No se prevén consecuencias de gravedad media o baja en caso de no respuesta de una función específica relacionada con la mitigación de las condiciones adicionales de diseño.

CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS, LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES

3.17. Una vez finalizada la categorización de seguridad de las funciones, convendría asignar los ESC que llevan a cabo esas funciones a una clase de seguridad.

3.18. Todos los ESC necesarios para ejecutar una función a la que se ha asignado una categoría de seguridad deberían determinarse y clasificarse conforme a su significación en términos de seguridad mediante un proceso que tenga en cuenta los factores indicados en el requisito 22 de la referencia [2] y transcritos en el párrafo 2.2.

3.19. Al aplicar los factores a) y c) descritos en el párrafo 2.2, los ESC (comprendidos los ESC auxiliares) que se han diseñado para llevar a cabo

funciones definidas se deberían asignar inicialmente a la clase de seguridad correspondiente a la categoría de seguridad de la función a la que pertenecen. En el enfoque recomendado en la presente guía de seguridad, se proponen tres clases de seguridad coherentes con las tres categorías recomendadas en el párrafo 3.15.

3.20. A continuación se debería modificar la clasificación inicial, según sea necesario, para tener en cuenta los factores b) y d) definidos en el párrafo 2.2. En cuanto al factor d), el tiempo que transcurre entre un suceso iniciador postulado y el momento en que la función de seguridad debe activarse podría permitir clasificar el ESC en una clase inferior, siempre y cuando pueda demostrarse su fiabilidad prevista. Esa demostración podría basarse, por ejemplo, en el tiempo para reparar o mantener el ESC, o en la posibilidad de utilizar ESC alternativos en el margen de tiempo disponible para llevar a cabo la función de seguridad requerida.

3.21. Si un ESC contribuye al cumplimiento de varias funciones de distintas categorías, debería incluirse en la clase correspondiente a la más elevada de esas categorías (es decir, la que precisa las reglas tecnológicas de diseño más conservadoras).

3.22. A partir de la aplicación de estas y de otras consideraciones pertinentes (p. ej.: criterios técnicos), se debería seleccionar la clase de seguridad definitiva del ESC.

3.23. Como se explica en el párrafo 2.9, las disposiciones de diseño pueden clasificarse directamente según la gravedad de las consecuencias de su fallo:

- *Clase de seguridad 1*: todo ESC cuyo fallo tendría consecuencias de gravedad “alta”.
- *Clase de seguridad 2*: todo ESC cuyo fallo tendría consecuencias de gravedad “media”.
- *Clase de seguridad 3*: todo ESC cuyo fallo tendría consecuencias de gravedad “baja”.

Todo ESC (por ejemplo, una barrera contra incendios o inundaciones) cuyo fallo pudiera cuestionar los supuestos formulados en el análisis de los riesgos debería incluirse, como mínimo, en la clase de seguridad 3.

3.24. Todo ESC que no contribuya a una función categorizada, pero cuyo fallo pudiera afectar negativamente a una función categorizada (si esto no puede

impedirse mediante el diseño), debería clasificarse adecuadamente para evitar que tenga un impacto inaceptable derivado del fallo de la función.

3.25. Cuando no coincide la clase de seguridad de los ESC que guardan relación o interactúan (comprendidos los casos en que un ESC de una clase de seguridad está relacionado con un ESC sin clasificación), convendría prohibir las interferencias entre los ESC mediante un dispositivo (p. ej.: un aislador óptico o una válvula automática) que pertenezca a la clase de seguridad más elevada a fin de asegurar que no haya efectos derivados de un fallo del ESC en las clases de seguridad inferiores.

3.26. Al asignar a cada ESC una clase de seguridad, puede determinarse un conjunto de reglas de ingeniería, diseño y fabricación que pueden aplicarse a los ESC para lograr la calidad y la fiabilidad adecuadas. En la sección 4 se ofrecen recomendaciones sobre la asignación de reglas tecnológicas de diseño.

VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.27. Convendría verificar la idoneidad de la clasificación de la seguridad por medio de un análisis determinista de la seguridad, que debería complementarse con observaciones obtenidas del análisis probabilista de la seguridad y/o estar respaldado por criterios técnicos⁸.

3.28. La contribución del ESC a la reducción del riesgo global en la central es un factor importante al determinar la clase de seguridad que le corresponda. La coherencia entre los enfoques determinista y probabilista generará confianza en que la clasificación de la seguridad es correcta. Por lo general se espera que los criterios probabilistas para la clasificación de la seguridad coincidan con los obtenidos mediante el método determinista. No obstante, de haber discrepancias, deberían realizarse nuevas evaluaciones para conocer los motivos de estas y atribuir una categoría de seguridad final, que debería contar con una justificación adecuada.

3.29. El proceso de verificación de la clasificación de la seguridad debería ser iterativo, seguir el ritmo de la evolución del diseño y apoyarla.

⁸ Los grupos de expertos que facilitan estos criterios técnicos deberían estar compuestos por personal de la entidad explotadora de la central con conocimientos apropiados y personal con capacidades y conocimientos técnicos en materia de análisis probabilista de la seguridad, análisis de la seguridad, explotación de la central, ingeniería de diseño e ingeniería de sistemas.

4. SELECCIÓN DE LAS REGLAS TECNOLÓGICAS DE DISEÑO APLICABLES A LAS ESTRUCTURAS, LOS SISTEMAS Y LOS COMPONENTES

4.1. Las reglas tecnológicas de diseño son los códigos, las normas y las prácticas de ingeniería demostradas pertinentes, a escala nacional e internacional, que deberían aplicarse, según convenga, al diseño de los ESC para cumplir los requisitos de diseño aplicables.

4.2. Una vez establecidas las clases de seguridad de los ESC, se deberían especificar y aplicar las reglas tecnológicas de diseño correspondientes. Estas reglas deberían decidirse de modo que el diseño de la central cumpla el objetivo de que las consecuencias de los sucesos iniciadores postulados más frecuentes sean leves o inexistentes, y que la probabilidad de que se den sucesos más extremos (los que podrían tener las mayores consecuencias) sea muy baja (véase la figura 2).

4.3. Las reglas tecnológicas de diseño guardan relación con las tres características de disponibilidad, fiabilidad (confiabilidad) y robustez:

- a) la disponibilidad es la capacidad de un ESC de llevar a cabo su función designada como corresponde;
- b) la fiabilidad (confiabilidad) es la capacidad de un ESC de llevar a cabo la función requerida con una tasa de fallo suficientemente baja de acuerdo con el análisis de la seguridad;
- c) la robustez es la capacidad de garantizar que ninguna carga operacional o carga provocada por sucesos iniciadores postulados afectará negativamente la capacidad del ESC de desempeñar su función.

Deberían definirse estas características teniéndose en cuenta las incertidumbres.

4.4. Convendría especificar un conjunto completo de reglas tecnológicas de diseño para garantizar que los ESC se diseñarán, fabricarán, construirán, instalarán, pondrán en funcionamiento, explotarán, ensayarán, inspeccionarán y mantendrán de acuerdo con las normas de calidad adecuadas. Para ello, estas reglas deberían determinar niveles adecuados de disponibilidad, fiabilidad (confiabilidad) y robustez. Asimismo, deberían tener debidamente en cuenta los requisitos de reglamentación de importancia para los ESC clasificados en términos de seguridad.

4.5. Es razonable distinguir entre los requisitos de diseño que se aplican a nivel del sistema y los que se aplican a estructuras y componentes individuales:

- Los requisitos de diseño que se aplican a nivel del sistema pueden incluir requisitos específicos, como el criterio del fallo único, la independencia de las redundancias, la diversidad y la posibilidad de realizar pruebas.
- Los requisitos de diseño que se aplican a estructuras y componentes individuales pueden incluir requisitos específicos como la cualificación ambiental y sísmica, y los procedimientos de garantía de la calidad en la fabricación. Suelen expresarse especificando los códigos o las normas aplicables.

4.6. El licenciatario o el solicitante debería proporcionar y justificar la correspondencia entre la clase de seguridad y las reglas tecnológicas de diseño y de fabricación conexas, comprendidos los códigos y/o las normas que se aplican a cada uno de los ESC.

4.7. Una vez determinados los requisitos tecnológicos del diseño para los sistemas y sus componentes individuales, convendría verificar que el sistema puede llevar a cabo su función con la fiabilidad que se supuso en el análisis de la seguridad.

REFERENCIAS

- [1] COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SF-1, OIEA, Viena, 2007.
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad de las centrales nucleares: Diseño, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSR-2/1, OIEA, Viena, 2012.
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 4, OIEA, Viena, 2010.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev.5), Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 13, OIEA, Viena, 2012.
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre materiales radiactivos e instalaciones conexas, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 14, OIEA, Viena, 2012.
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA: Terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica, Edición de 2007*, OIEA, Viena, 2007.

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Barbaud, J.	Électricité de France, Francia
Bassing, G.	Grupo sobre la Seguridad de los Reactores FORATOM-ENISS, Bélgica
Cook, S.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear, Canadá
Erasmus, L.	Reactor Modular de Lecho de Bolas, Sudáfrica
Fil, N.	OKB Hidropress, Federación de Rusia
Fischer, K. C.	TÜV Nord Sys Tec GmbH & Co. KG, Alemania
Froehmel, T.	Asociación Nuclear Mundial, Grupo CORDEL
Hakata, T.	Comisión de Seguridad Nuclear, Japón
Hamon, D.	General Electric Hitachi, Estados Unidos de América
Head, J.	General Electric Hitachi, Estados Unidos de América
Hidaka, A.	Organismo de Energía Atómica del Japón, Japón
Inabe, T.	Organismo de Energía Atómica del Japón, Japón
Jarvinen, M. J.	Autoridad de Seguridad Radiológica y Nuclear, Finlandia
Jennings, R.	HSE, Oficina de Reglamentación Nuclear, Reino Unido
Jung, I.	Comisión Reguladora Nuclear, Estados Unidos de América
Klapp, U.	AREVA, Alemania
Leong, J.	General Electric Hitachi, Estados Unidos de América
Matsumoto, T.	Organización de Seguridad de la Energía Nuclear del Japón, Japón
Nunighoff, K.	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Alemania

Petzer, C.	Reactor Modular de Lecho de Bolas, Sudáfrica
Poulat, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Rensburg, J.	Reactor Modular de Lecho de Bolas, Sudáfrica
Ringdahl, K.	Vattenfall Investigación y Desarrollo, Suecia
Shchekin, I.	OKB Gidropress, Federación de Rusia
Toth, C.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Tricot, N.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Upton, H. A.	General Electric Hitachi, Estados Unidos de América
Valtonen, K.	Autoridad de Seguridad Radiológica y Nuclear, Finlandia
Waddington, J.	Asociación Nuclear Mundial
Wattelle, E.	Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear, Francia



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

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

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: eurospan@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

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

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

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

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: www.iaea.org/publications

Seguridad mediante las normas internacionales

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA