

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear

Requisitos de Seguridad
N° NS-R-5 (Rev. 1)



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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:

<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 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.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

SEGURIDAD DE LAS
INSTALACIONES DEL CICLO DEL
COMBUSTIBLE NUCLEAR

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° NS-R-5 (Rev. 1)

SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

REQUISITOS DE SEGURIDAD

En la presente publicación se incluye un CD-ROM con el *Glosario de seguridad tecnológica del OIEA — Edición de 2007* (2008) y los *Principios Fundamentales de Seguridad* (2007), ambas publicaciones en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso.

El CD-ROM también se puede adquirir por separado.

Véase: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp>

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2018

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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 la 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
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
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2018

Impreso por el OIEA en Austria
Diciembre de 2018
STI/PUB/1641

SEGURIDAD DE LAS
INSTALACIONES DEL CICLO DEL
COMBUSTIBLE NUCLEAR
OIEA, VIENA, 2018
STI/PUB/1641
ISBN 978-92-0-307717-0
ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

de Yukiya Amano
Director General

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

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

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

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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 Fig. 1).

Nociones Fundamentales de Seguridad

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

Requisitos de Seguridad

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

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

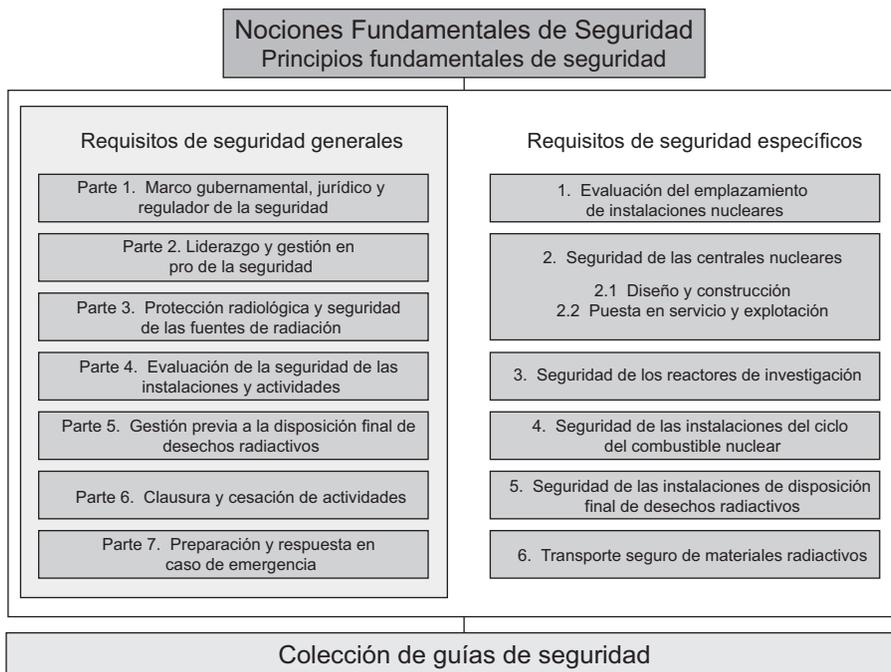


Fig. 1. Estructura a largo plazo de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

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.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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 Fig. 2).

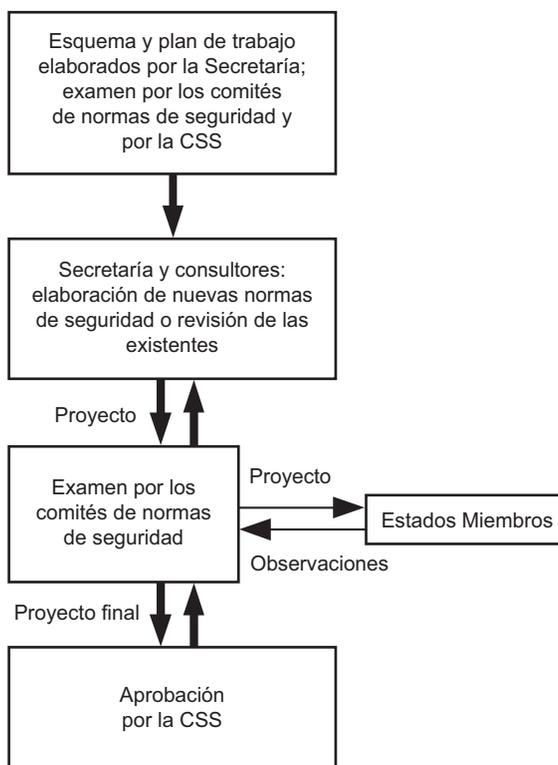


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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

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

INTERACCIÓN CON OTRAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

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

INTERPRETACIÓN DEL TEXTO

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

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

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

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.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1-1.3)	1
	Objetivo (1.4-1.6)	2
	Ámbito de aplicación (1.7-1.14)	3
	Estructura (1.15)	4
2.	OBJETIVO, CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE SEGURIDAD	5
	Objetivo de seguridad (2.1-2.2)	5
	Principios de seguridad (2.3)	5
	Defensa en profundidad (2.4-2.8)	6
	Documentación relativa a la concesión de la licencia (2.9-2.15)	8
3.	MARCO JURÍDICO Y SUPERVISIÓN REGLAMENTARIA ..	9
	Aspectos generales (3.1)	9
	Marco jurídico (3.2-3.3)	10
	Órgano regulador (3.4-3.5)	10
	Proceso de autorización (3.6-3.10)	11
	Inspección reglamentaria y aplicación coercitiva (3.11-3.12)	12
4.	SISTEMA DE GESTIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD	12
	Aspectos generales (4.1-4.5)	12
	Políticas de seguridad, salud y medio ambiente (4.6)	13
	Disposiciones orgánicas (4.7-4.10)	14
	Procesos del sistema de gestión (4.11-4.16)	15
	Cultura de la seguridad (4.17-4.19)	16
	Gestión de accidentes y preparación para casos de emergencia (4.20-4.23)	16
	Verificación de la seguridad (4.24-4.26)	18
	Protección física (4.27-4.29)	18
5.	SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	19
	Evaluación y selección iniciales del emplazamiento (5.1-5.8)	19
	Evaluación en curso del emplazamiento (5.9-5.10)	22

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

6.	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	22
	Aspectos generales (6.1-6.3)	22
	Base de diseño (6.4-6.9)	23
	Evaluación del diseño (6.10)	25
	Requisitos generales de seguridad (6.11-6.36)	25
	Diseño para la protección contra riesgos radiológicos (6.37-6.53) ..	31
	Riesgos no radiológicos (6.54-6.55)	34
7.	CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN (7.1-7.7)	34
8.	PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN	35
	Programa de puesta en servicio (8.1-8.2)	35
	Organización y responsabilidades (8.3-8.8)	36
	Ensayos y etapas de la puesta en servicio (8.9-8.12)	37
	Procedimientos e informes relacionados con la puesta en servicio (8.13-8.18)	37
9.	EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN	39
	Antecedentes (9.1-9.2)	39
	Requisitos generales durante la explotación (9.3-9.20)	39
	Requisitos específicos para la explotación (9.21-9.27)	42
	Mantenimiento, calibración, ensayo periódico e inspección (9.28-9.34)	43
	Control de las modificaciones (9.35)	45
	Protección radiológica durante la explotación (9.36-9.48)	45
	Control de la criticidad durante la explotación (9.49-9.53)	47
	Gestión de desechos y efluentes radiactivos durante la explotación (9.54-9.57)	48
	Gestión de la seguridad industrial y química durante la explotación (9.58-9.61)	49
	Preparación para casos de emergencia (9.62-9.67)	50
	Verificación de la seguridad (9.68-9.72)	51
10.	CLAUSURA DE LA INSTALACIÓN	52
	Aspectos generales (10.1)	52
	Plan de clausura (10.2-10.5)	52

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

Operación de clausura (10.6-10.12)	53
Finalización de la clausura (10.13-10.15)	54
APÉNDICE I: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE DE URANIO	57
APÉNDICE II: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE DE MEZCLA DE ÓXIDOS ...	62
APÉNDICE III: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA INSTALACIONES DE CONVERSIÓN E INSTALACIONES DE ENRIQUECIMIENTO DE URANIO	72
APÉNDICE IV: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE REPROCESAMIENTO	80
APÉNDICE V: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE	96
REFERENCIAS	101
ANEXO I: SUCESOS INICIADORES POSTULADOS SELECCIONADOS	103
ANEXO II: PRINCIPIOS DE DISPONIBILIDAD Y FIABILIDAD UTILIZADOS EN LA SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE.....	105
ANEXO III: SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE	107
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN	111

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. En las instalaciones del ciclo del combustible nuclear se utiliza, almacena y somete a disposición final material nuclear y material radiactivo en cantidades o concentraciones que entrañan riesgos potenciales para los trabajadores, el público y el medio ambiente. Estas instalaciones abarcan los reactores y las instalaciones de extracción, tratamiento, purificación, conversión, enriquecimiento y fabricación de combustible (incluido el combustible de óxidos mixtos (MOX)), almacenamiento del combustible gastado, reprocesamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos asociados, actividades de investigación y desarrollo conexas y disposición final de los desechos. En el presente documento no se tienen en cuenta los reactores, las instalaciones de extracción ni las de disposición final de los desechos, y por los términos “instalación del ciclo del combustible” o “instalación” se entienden únicamente las instalaciones de procesamiento, purificación, conversión, enriquecimiento y fabricación de combustible (incluido el combustible MOX), almacenamiento del combustible gastado, así como reprocesamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos asociados, e investigación y desarrollo.

1.2. Las instalaciones del ciclo del combustible emplean muchas y variadas tecnologías y procesos. Con frecuencia, el material radiactivo es procesado a través de una serie de unidades interconectadas, por lo que es posible detectarlo en toda la instalación. La forma física y química del material procesado puede también variar dentro de una misma instalación. En algunos de los procesos se emplean grandes cantidades de sustancias químicas y gases peligrosos que pueden ser tóxicos, corrosivos, combustibles, reactivos (esto es, que producen reacciones exotérmicas) o explosivos y que, en consecuencia, pueden exigir en ocasiones otros requisitos de seguridad específicos, además de los impuestos en materia de seguridad nuclear. Otra característica específica de las instalaciones del ciclo del combustible es que sus funcionamiento, equipo y procesos suelen cambiar con frecuencia. Esto puede deberse a nuevas campañas de producción, a la creación de nuevos productos, a actividades de investigación y desarrollo en curso o a la mejora continua. Para poder funcionar, las grandes instalaciones del ciclo del combustible suelen requerir una intervención de los operadores mayor que la que requieren las centrales nucleares o los reactores de investigación, como consecuencia de lo cual, la mano de obra puede verse expuesta a riesgos específicos. Además, la índole y diversidad de los procesos asociados a las

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

instalaciones crean una amplia gama de condiciones peligrosas y pueden dar lugar a situaciones que deben tenerse en cuenta en el análisis de la seguridad.

1.3. En la publicación *Principios fundamentales de seguridad* [1] se recogen los principios que deben cumplirse para garantizar la seguridad de las instalaciones nucleares. Los requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones del ciclo del combustible que se presentan en esta publicación se basan en esos principios, y se han establecido para darles aplicación.

OBJETIVO

1.4. Esta publicación tiene por objeto establecer los requisitos que, a la luz de la experiencia y el estado actual de la tecnología, deben satisfacerse para garantizar la seguridad en cada una de las etapas de la vida útil de una instalación del ciclo del combustible nuclear, esto es, su emplazamiento, diseño, construcción, puesta en servicio, operación y clausura. Está destinada a diseñadores, operadores y órganos reguladores, y el fin que persigue es la seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible.

1.5. Varios de los requisitos de seguridad que deben reunir estas instalaciones son semejantes a los establecidos para las centrales nucleares. Habida cuenta de las peculiaridades a que se hace referencia en el párrafo 1.2 y de la gran diversidad de instalaciones y operaciones abarcadas, los requisitos establecidos en la presente publicación deberán aplicarse de forma proporcionada a los posibles riesgos que entraña cada instalación, es decir, utilizando un enfoque graduado que permita garantizar la adecuada seguridad de la instalación a lo largo de toda su vida.

1.6. La presente publicación establece los requisitos de seguridad necesarios para garantizar la seguridad. Debe emplearse junto con las guías de seguridad del OIEA que ofrecen recomendaciones sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones de procesamiento y purificación, conversión y enriquecimiento, fabricación del combustible de uranio, fabricación del combustible MOX, almacenamiento del combustible gastado, reprocesamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos e investigación y desarrollo. Además, en los apéndices figuran algunos requisitos específicos para los distintos tipos de instalaciones del ciclo del combustible mencionados (véase el párr. 1.15).

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.7. Los presentes requisitos de seguridad se aplican a las instalaciones de procesamiento, purificación, conversión, enriquecimiento, fabricación de combustible (incluido el combustible MOX), almacenamiento del combustible gastado, reprocesamiento del combustible gastado, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos, e instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible.

1.8. Los requisitos establecidos en esta publicación son aplicables a las nuevas instalaciones del ciclo del combustible y podrían aplicarse a algunas de las ya existentes, según corresponda. Es posible que en algunas instalaciones construidas conforme a normas anteriores los requisitos no puedan cumplirse plenamente. La forma en la que los presentes requisitos deberán aplicarse a estas instalaciones corresponde a cada Estado.

1.9. La seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible se asegura mediante su emplazamiento, diseño, construcción, puesta en servicio, operación y clausura adecuados. En esta publicación se presta atención especial a los aspectos de seguridad del diseño y la explotación.

1.10. Las instalaciones del ciclo del combustible generan desechos radiactivos que requieren disposiciones de gestión apropiadas y sistemáticas. Los principios de seguridad correspondientes figuran en la ref. [1], y los requisitos relativos a la gestión previa a la disposición final, en la ref. [2].

1.11. Los requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones de gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos (es decir, las instalaciones de tratamiento y almacenamiento de desechos) se presentan en la ref. [2]. También se incluyen en la presente publicación requisitos de seguridad más detallados.

1.12. En la ref. [3] figuran requisitos detallados relativos a la respuesta a casos de emergencia.

1.13. En la ref. [4] se establecen los requisitos para la seguridad del transporte de material radiactivo o de material fisible con destino a instalaciones del ciclo del combustible o procedente de ellas.

1.14. La aplicación de los requisitos de seguridad relativos a instalaciones del ciclo del combustible será proporcionada a los posibles riesgos (el “enfoque

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

graduado”). Se tendrá en cuenta el tipo de instalación y los siguientes factores específicos:

- a) naturaleza y forma física y química de los materiales radiactivos utilizados, procesados y almacenados en la instalación;
- b) alcance de las operaciones realizadas en la instalación (esto es, su “producción”) e inventario del material peligroso, incluidos los productos y desechos almacenados;
- c) procesos, tecnologías y productos químicos peligrosos utilizados;
- d) rutas existentes para la disposición final de los efluentes y el almacenamiento de los desechos radiactivos.

ESTRUCTURA

1.15. La presente publicación consta de diez secciones, cinco apéndices y tres anexos. La sección 2 trata del objetivo general de seguridad y los principios de seguridad aplicables a las instalaciones del ciclo del combustible, y se centra en aspectos relacionados con la seguridad radiológica y nuclear. En la sección 3 se abordan los aspectos relativos a la supervisión reglamentaria. La sección 4 se ocupa de la gestión y verificación de la seguridad por la entidad explotadora. En las secciones 5 a 10 se exponen los requisitos específicos aplicables a las distintas fases de las instalaciones del ciclo del combustible, y se examinan sucesivamente la selección del emplazamiento, el diseño, la construcción, la puesta en servicio, la operación y la clausura. En los apéndices I a V se establecen requisitos de seguridad adicionales que son específicos de las instalaciones de fabricación de combustible de uranio, las instalaciones de fabricación de combustible MOX, las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento de uranio, las instalaciones de reprocesamiento y las instalaciones de investigación y desarrollo en el campo del ciclo del combustible, respectivamente. En el anexo I figura una lista de sucesos iniciadores postulados. En el anexo II se abordan los principios de disponibilidad y fiabilidad que deben aplicarse a las instalaciones del ciclo del combustible. Por último, en el anexo III se analiza el enfoque de seguridad que debe aplicarse en el diseño de las instalaciones del ciclo del combustible.

2. OBJETIVO, CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

OBJETIVO DE SEGURIDAD

2.1. En la publicación *Principios fundamentales de seguridad* [1] se afirma que “[e]l objetivo fundamental de la seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.”

2.2. Para lograr este objetivo de seguridad:

“es necesario adoptar medidas con el fin de:

- a) controlar la exposición de las personas a las radiaciones y la liberación de material radiactivo al medio ambiente;
- b) reducir la probabilidad de sucesos que puedan dar lugar a una pérdida de control sobre [...] fuente[s] de radiación;
- c) mitigar las consecuencias de esos sucesos, cuando se produzcan” [1].

En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, el control de los sucesos iniciados por riesgos químicos puede afectar considerablemente al logro del objetivo fundamental de la seguridad. Los sucesos iniciados por riesgos químicos se tendrán en cuenta en el diseño, la puesta en servicio y la operación de la instalación. En las instalaciones del ciclo del combustible pueden tener lugar también procesos industriales que planteen riesgos adicionales para el personal del emplazamiento y el medio ambiente. Si bien los riesgos puramente industriales quedan fuera del ámbito de esta publicación, la entidad explotadora los tendrá en cuenta. En las guías de seguridad del OIEA asociadas a esta publicación o en las normas de la industria química pueden encontrarse orientaciones sobre la gestión de riesgos químicos específicos.

PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

2.3. Los diez principios de seguridad establecidos en la ref. [1] son aplicables a las instalaciones del ciclo del combustible ya existentes o nuevas durante toda su vida útil. Estos principios constituyen la base de los requisitos para la seguridad de estas instalaciones.

DEFENSA EN PROFUNDIDAD

2.4. El concepto de la defensa en profundidad se aplicará en la instalación para prevenir y mitigar accidentes (principio 8 de la ref. [1]). La defensa en profundidad consiste en la aplicación de múltiples niveles de protección a todas las actividades de seguridad pertinentes, ya estén relacionadas con la organización, con el comportamiento o con los equipos [5, 6]. La aplicación del concepto de defensa en profundidad a lo largo de todo el diseño y la explotación de una instalación del ciclo del combustible proporciona una protección de múltiples niveles ante un amplio espectro de incidentes operacionales previstos¹ y condiciones de accidente, incluidos los que resultan del fallo de los equipos o de errores humanos dentro de la instalación y de sucesos que se originan fuera de la instalación.

2.5. La estrategia para la defensa en profundidad irá en dos direcciones: en primer lugar, para prevenir accidentes, y en segundo lugar, si falla la prevención, para limitar las posibles consecuencias radiológicas y consecuencias químicas asociadas, y prevenir que la situación evolucione hacia condiciones más graves. La defensa en profundidad suele estructurarse en cinco niveles diferentes, tal como figura en el cuadro 1, que está adaptado de la ref. [5]. Si un nivel falla, se activa el siguiente nivel.

2.6. Las características de diseño, los controles y los mecanismos necesarios para poner en práctica el concepto de la defensa en profundidad se determinarán principalmente por medio de un análisis determinista (que puede complementarse con estudios probabilistas) del diseño y el régimen de funcionamiento. El análisis se justificará mediante la aplicación de prácticas de ingeniería fiables basadas en investigaciones y en la experiencia operacional. Este análisis, que suele denominarse análisis de seguridad, se llevará a cabo durante la etapa de diseño para que puedan cumplirse los requisitos reglamentarios.

2.7. La defensa en profundidad se aplicará teniendo en cuenta el enfoque graduado que se describe en la sección 1. La cantidad y el tipo de material radiactivo presente, las posibilidades de dispersión, de reacciones nucleares, químicas o térmicas y los aspectos cinéticos de estos sucesos se tendrán en cuenta al determinar el número y la robustez de las líneas de defensa.

¹ Incidentes operacionales previstos: véase el anexo III, párr. III-12.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

CUADRO 1. NIVELES DE DEFENSA EN PROFUNDIDAD

Nivel	Objetivo	Medios esenciales
Nivel 1	Prevención del funcionamiento anormal y de fallos	Diseño conservador y alta calidad en la construcción, puesta en servicio ^a y explotación (incluidos aspectos de gestión)
Nivel 2	Control del funcionamiento anormal y detección de fallos	Barreras y sistemas de control, de limitación y de protección y otros elementos de vigilancia
Nivel 3	Control de los accidentes base de diseño	Dispositivos técnicos de seguridad y procedimientos para casos de accidente
Nivel 4	Control de las condiciones de accidente que sobrepasa lo previsto en la base de diseño, incluida la prevención de la evolución de los accidentes y la mitigación de las consecuencias de esas condiciones	Medidas complementarias y gestión de accidentes ^b
Nivel 5	Mitigación de las consecuencias radiológicas de emisiones significativas de materiales radiactivos	Respuesta a casos de emergencia en el emplazamiento y fuera de él

^a En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, se entiende por puesta en servicio el proceso mediante el cual se ponen en funcionamiento sistemas y componentes de instalaciones y actividades, una vez construidos, y se verifica que se ajusten al diseño y cumplan los criterios de funcionamiento establecidos. La puesta en servicio puede incluir la realización de ensayos no nucleares y/o no radiactivos y ensayos nucleares y/o radiactivos.

^b En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, se entiende por gestión de accidentes la adopción de un conjunto de medidas durante la evolución de un accidente que sobrepase al de base de diseño para: evitar que el suceso se convierta en un accidente más grave; mitigar las consecuencias de los accidentes que sobrepasen a los de base de diseño, y lograr un estado de seguridad y estabilidad duradero.

2.8. El grado de aplicación de cada nivel de defensa en profundidad será proporcional a los peligros potenciales que represente la instalación y se determinará en la documentación para la obtención de la licencia de la instalación.

DOCUMENTACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA LICENCIA

2.9. La entidad explotadora determinará y justificará la seguridad de su instalación mediante una serie de documentos denominados “documentación para la obtención de la licencia” (o “justificación de la seguridad”).² La documentación para la obtención de la licencia servirá de base para la selección del emplazamiento y para la construcción, puesta en servicio, explotación y clausura seguras de la instalación, incluida la justificación de los cambios. La documentación para la obtención de la licencia se tendrá en cuenta para determinar si deben concederse las autorizaciones necesarias con arreglo a los requisitos legislativos nacionales y, por tanto, constituye un importante vínculo entre la entidad explotadora y el órgano regulador.

2.10. El contenido de la documentación para la obtención de la licencia puede variar de un Estado a otro, pero como mínimo incluirá el informe del análisis de la seguridad y los límites y condiciones operacionales, o información equivalente. En esa documentación se incluirá también el examen de la aplicación del principio de optimización de la protección (principio 5 de la ref. [1]) en el diseño y la explotación de la instalación.

2.11. El informe del análisis de la seguridad proporcionará una demostración detallada de la seguridad de la instalación. En él se dará una descripción detallada de los aspectos importantes en relación con la seguridad, como información sobre la alimentación de entrada y los productos de la instalación con sus correspondientes límites (por ejemplo, los límites relativos al quemado y al enriquecimiento), y se tratará la aplicación de los principios y criterios de seguridad previstos en el diseño para la protección del personal de operación, el público y el medio ambiente. En el informe del análisis de la seguridad se incluirá un análisis de los riesgos asociados a la explotación de la instalación y se demostrará que se cumplen los requisitos y criterios reglamentarios. También se incluirán análisis de seguridad de secuencias de accidentes y de los elementos de seguridad incorporados en el diseño para prevenir accidentes o reducir al mínimo la probabilidad de que se produzcan y mitigar sus consecuencias.

² En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, se entiende por documentación para la obtención de la licencia (o justificación de la seguridad) un conjunto de argumentos y pruebas que respaldan la seguridad de una instalación o actividad. Esto incluirá normalmente las conclusiones de una evaluación de la seguridad y una declaración de confianza en esas conclusiones.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

2.12. En el informe del análisis de la seguridad se especificarán las funciones de seguridad y las estructuras, sistemas y componentes (ESC) importantes para la seguridad en la medida adecuada y de conformidad con un enfoque graduado. Las ESC importantes para la seguridad proporcionan medios para prevenir sucesos iniciadores postulados, controlar y limitar las secuencias de accidentes y mitigar sus consecuencias.

2.13. Los límites y condiciones operacionales son el conjunto de normas que establecen los límites de los parámetros, la capacidad funcional y los niveles de comportamiento del equipo y de rendimiento del personal en relación con la explotación segura de una instalación.

2.14. En la documentación para la obtención de la licencia se definirán también los intervalos necesarios para los ensayos y las inspecciones periódicos de las ESC importantes para la seguridad.

2.15. La documentación para la obtención de la licencia se mantendrá y actualizará durante la vida útil de la instalación sobre la base de la experiencia y los conocimientos adquiridos y de conformidad con los requisitos reglamentarios, teniendo en cuenta las modificaciones³ realizadas en la instalación.

3. MARCO JURÍDICO Y SUPERVISIÓN REGLAMENTARIA

ASPECTOS GENERALES

3.1. En la presente sección se exponen los requisitos relativos a los aspectos generales de la infraestructura jurídica y gubernamental necesaria para la seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible. En la ref. [7] se enumeran otros requisitos generales, sobre cuya aplicación se proporciona orientación en las guías de seguridad del OIEA asociadas a esa publicación (refs. [8 a 11]).

³ En el contexto de la presente publicación, se entiende por modificación un cambio deliberado en la configuración de la instalación o una adición a esta, que pueda tener repercusiones en la seguridad y cuyo objetivo sea que la instalación siga funcionando. La modificación puede representar cambios en los sistemas de seguridad, los elementos o sistemas relacionados con la seguridad, los procedimientos, la documentación o las condiciones de explotación.

MARCO JURÍDICO

3.2. El gobierno velará por que exista un marco jurídico y una base reglamentaria adecuadas para garantizar la seguridad de las instalaciones y evaluar sus repercusiones en la seguridad. Asimismo, aprobará disposiciones legales que asignen la responsabilidad en materia de seguridad principalmente a la entidad explotadora y promulgará leyes para establecer un órgano regulador que sea efectivamente independiente de las entidades u órganos encargados de promover las tecnologías nucleares o responsables de las instalaciones o las actividades. El órgano regulador se estructurará y dotará de recursos de modo proporcionado a la posible magnitud y naturaleza del riesgo que se ha de controlar. El gobierno tomará las medidas necesarias para garantizar que el órgano regulador disponga de fondos suficientes para cumplir los requisitos nacionales de seguridad y las obligaciones jurídicas que le incumban.

3.3. Los requisitos reglamentarios en materia de seguridad, salud y medio ambiente se establecen en función de los riesgos industriales, químicos y tóxicos, además de los radiológicos. El gobierno garantizará la cooperación con las autoridades competentes, y entre ellas, en los casos en que la seguridad nuclear, ambiental e industrial y los aspectos relativos a la salud ocupacional se regulen por separado. La construcción, próxima a emplazamientos, de otras instalaciones que puedan afectar a la seguridad de esos emplazamientos se supervisará y controlará mediante la planificación de los requisitos para el aprovechamiento del suelo.

ÓRGANO REGULADOR

3.4. A fin de que el órgano regulador sea eficaz, se le dotará de las facultades jurídicas y la autoridad estatutaria necesarias para que pueda cumplir sus obligaciones y desempeñar sus funciones. Esas facultades incluyen generalmente la autoridad para examinar y evaluar la información relacionada con la seguridad presentada por la entidad explotadora durante el proceso de autorización y para aplicar la reglamentación pertinente, entre otras cosas, mediante la realización de inspecciones reglamentarias y auditorías para determinar el cumplimiento de los reglamentos, la adopción de medidas coercitivas y el suministro de información a otras autoridades competentes y al público, según corresponda.

3.5. **“El órgano regulador deberá establecer o adoptar reglamentos y guías para especificar los principios, requisitos y criterios conexos en materia de seguridad en los que se basarán sus fallos [...] reglamentarios”** (ref. [7],

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

requisito 32). Estos principios, requisitos y criterios tendrán la finalidad de establecer metas y límites en cuanto a las consecuencias radiológicas para los trabajadores, el público y el medio ambiente.

PROCESO DE AUTORIZACIÓN

3.6. Todos los proyectos de nuevas instalaciones del ciclo del combustible se someterán a un proceso de autorización en el que se examinen exhaustivamente todos los aspectos relativos a la seguridad.

3.7. Las medidas y los procedimientos relativos a la autorización pueden variar de un Estado a otro. La autorización podrá consistir en un proceso gradual que comenzaría en la etapa de planificación del emplazamiento y realización del estudio de viabilidad, y continuaría hasta la clausura de la instalación, inclusive. La autorización también podrá concederse para todo el proyecto, si bien en ese caso podría ser necesario establecer condiciones que permitan llevar un control en etapas ulteriores.

3.8. Antes de tomar posesión de cualquier instalación del ciclo del combustible o de procesar cualesquiera sustancias radiactivas, la entidad explotadora obtendrá la correspondiente autorización del órgano regulador, que consistirá en una licencia (ref. [12], requisito 7).

3.9. Con independencia de las diferencias existentes entre las prácticas nacionales, la entidad explotadora demostrará de forma detallada que las instalaciones son seguras, mediante la documentación para la obtención de la licencia, (véanse los párrs. 2.9 a 2.15 de la presente publicación), que será examinada y evaluada por el órgano regulador antes de autorizar el paso a la siguiente etapa del proyecto. El grado de escrutinio y evaluación que mantenga el órgano regulador será proporcional al nivel de riesgo potencial que a su juicio presenta la instalación.

3.10. El órgano regulador se cerciorará de que la entidad explotadora haya adoptado las disposiciones apropiadas para mantener actualizada la documentación para la obtención de la licencia a lo largo de la vida de la instalación, de modo que queden reflejados la experiencia y los conocimientos acumulados hasta la fecha en ella, de conformidad con los requisitos reglamentarios. El órgano regulador se asegurará igualmente de que en la documentación para la obtención de la licencia se incluyan las debidas referencias a la documentación complementaria, y que la entidad explotadora mantenga el material de referencia disponible para

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

su presentación, previa solicitud. Además, la entidad explotadora no limitará ni impedirá el examen y la evaluación adecuados clasificando como confidencial el material de referencia.

INSPECCIÓN REGLAMENTARIA Y APLICACIÓN COERCITIVA

3.11. El órgano regulador establecerá un programa sistemático y planificado de inspección reglamentaria (que incluirá, según el caso, disposiciones en materia de inspecciones reglamentarias no anunciadas). El alcance y la frecuencia de las inspecciones reglamentarias que se lleven a cabo en el marco de este programa serán proporcionales a los posibles riesgos que entrañe la instalación.

3.12. Además de velar por el cumplimiento de los requisitos de seguridad, el programa tendrá en cuenta cuestiones tales como la cultura de la seguridad de la entidad explotadora, la disponibilidad de recursos suficientes (entre otras cosas, de mano de obra), el empleo de contratistas y la existencia de disposiciones para garantizar que los trabajadores posean la competencia y experiencia adecuadas para llevar a cabo las tareas de seguridad que les han sido encomendadas.

4. SISTEMA DE GESTIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

ASPECTOS GENERALES

4.1. Con objeto de cumplir su cometido fundamental de velar por la seguridad de una instalación del ciclo del combustible durante toda su vida, la entidad explotadora establecerá, aplicará, evaluará y mejorará continuamente un sistema de gestión que integre los elementos económicos y los relacionados con la seguridad tecnológica, la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad, a fin garantizar que la seguridad se tenga debidamente en cuenta en todas las actividades de la entidad. En la ref. [13] se establecen los requisitos aplicables al sistema de gestión.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

4.2. La entidad explotadora:

- a) formulará y aplicará políticas de seguridad, salud y medio ambiente en consonancia con las normas nacionales e internacionales, y velará por que estas cuestiones reciban la más alta prioridad;
- b) creará una estructura orgánica que permita aplicar estas políticas con una definición clara de las obligaciones y responsabilidades, líneas de autoridad y líneas de comunicación;
- c) especificará y pondrá en marcha un sistema de gestión que abarque todas las etapas de la vida de la instalación;
- d) creará y mantendrá una cultura de la seguridad eficaz;
- e) elaborará procedimientos de gestión de accidentes y planes de emergencia en el emplazamiento (acordes a los posibles riesgos);
- f) llevará a cabo una evaluación de la seguridad de la instalación;
- g) diseñará y aplicará medidas de protección física de la instalación.

4.3. En los siguientes apartados se analizan los aspectos fundamentales de cada uno de esos requisitos de seguridad, teniendo en cuenta las principales disposiciones y procedimientos necesarios para lograr y mantener una organización eficaz. Las disposiciones relativas específicamente a la selección del emplazamiento, la construcción, la puesta en servicio, la explotación y la clausura de la instalación se examinan en las correspondientes secciones de esta publicación.

4.4. La entidad explotadora asignará recursos financieros suficientes para poder desempeñar su cometido fundamental como garante de la seguridad y dar cumplimiento a los requisitos de seguridad antes señalados.

4.5. De conformidad con los requisitos reglamentarios, la entidad explotadora podrá delegar en otras entidades tareas necesarias para el desempeño de sus funciones, si bien la responsabilidad y el control generales seguirán siendo de su incumbencia.

POLÍTICAS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

4.6. Una medida esencial en el establecimiento de las normas necesarias para garantizar la salud y la seguridad del personal de operación y del público, así como la protección del medio ambiente, es que la entidad explotadora declare sus políticas en materia de seguridad, salud y medio ambiente. Estas políticas se comunicarán al personal a modo de declaración de los objetivos y del compromiso

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

público de la administración de la entidad. Para aplicar estas políticas, la entidad explotadora también especificará y pondrá en marcha estructuras orgánicas, normas y medidas de gestión que permitan alcanzar los objetivos y cumplir los compromisos públicos de la entidad asumidos en virtud de las políticas.

DISPOSICIONES ORGÁNICAS

4.7. La entidad explotadora establecerá claramente las funciones y responsabilidades de todo el personal que se ocupe de la realización o el control de las operaciones que afecten a la seguridad. También se determinará claramente y en todo momento la persona encargada de la supervisión directa de la instalación, medida que estará vigente durante toda la vida de la instalación, desde la selección de su emplazamiento hasta su clausura.

4.8. En la estructura de gestión se definirán claramente las líneas de comunicación y se preverá la infraestructura necesaria para que las operaciones de la instalación se realicen en condiciones de seguridad.

4.9. La entidad explotadora contará en todo momento con el personal, las aptitudes, la experiencia y los conocimientos necesarios para realizar de manera competente todas las actividades a lo largo de la vida de la instalación, desde la selección de su emplazamiento hasta su clausura. No obstante, cuando una entidad externa proporcione los recursos y aptitudes necesarios para cumplir cualquiera de esos cometidos, seguirá correspondiendo a la entidad explotadora la evaluación de la idoneidad de los medios empleados por esa entidad externa para garantizar la seguridad.

4.10. La entidad explotadora especificará las cualificaciones y experiencia requeridas de todo el personal que participe en actividades que puedan afectar a la seguridad. Asimismo, establecerá los requisitos pertinentes relativos a la capacitación y su evaluación y aprobación. La entidad explotadora velará además por que las cualificaciones y capacitación de los contratistas sean las adecuadas para las actividades que deban realizar, y por que se cuente con un mecanismo apropiado de control y supervisión. Se mantendrá un registro de la capacitación impartida al personal o a los contratistas.

PROCESOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN⁴

4.11. La entidad explotadora establecerá y pondrá en marcha procesos genéricos en un sistema de gestión [13, 14] que sean conformes a las normas internacionalmente reconocidas, a fin de velar por la seguridad de la instalación aportando las garantías necesarias de que los requisitos relativos a la selección del emplazamiento, el diseño, la construcción, la puesta en servicio, el funcionamiento y la clausura se han definido y aplicado con arreglo a las normas y el grado de rigor requeridos.

4.12. Desde el principio, el proceso de diseño se llevará a cabo, gestionará y modificará según el caso, a fin de lograr un diseño seguro de la instalación.

4.13 En todas las etapas de la vida de la instalación del ciclo del combustible, las actividades relacionadas con la seguridad (incluidas las que realizan los contratistas) se planificarán y llevarán a cabo de conformidad con los códigos, las normas, las especificaciones, los procedimientos y los controles administrativos establecidos. Los elementos y servicios importantes para la seguridad se especificarán y controlarán para garantizar un uso adecuado.

4.14. Para garantizar que todos los elementos y servicios importantes para la seguridad que se adquieran se ajusten a los requisitos establecidos y funcionen con arreglo a lo especificado, esos elementos y servicios estarán sujetos a un sistema de gestión adecuado. La entidad explotadora evaluará y seleccionará a los suministradores en función de criterios especificados. En los documentos de adquisición se indicarán los requisitos para la notificación de desviaciones de las especificaciones de compra y la adopción de medidas correctoras. Antes de su utilización se aportarán pruebas de que los elementos y servicios adquiridos cumplen las especificaciones de compra.

4.15. La utilización de códigos informáticos para la justificación de la seguridad de la instalación, así como su verificación y validación (por ejemplo, mediante ensayos y experimentos), estarán sujetas al sistema de gestión.

⁴ En la refs. [13, 14] se ha optado por el término “sistema de gestión” en lugar de “garantía de la calidad”. El término “sistema de gestión” engloba todos los aspectos relativos a la gestión de una instalación nuclear, como una instalación del ciclo del combustible, y agrupa los requisitos relacionados con la seguridad, la salud, el medio ambiente y la garantía de calidad en un sistema integrado.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

4.16. Cuando la instalación genere productos, incluidos productos de desecho, el sistema de gestión también se ocupará de sus repercusiones en materia de seguridad.

CULTURA DE LA SEGURIDAD⁵

4.17. Las instalaciones del ciclo del combustible pueden requerir especial consideración para lograr altos niveles de seguridad y protección de la salud y el medio ambiente, debido a sus dimensiones, al número de empleados, a la distribución y traslado por todo su interior de material radiactivo y otros materiales peligrosos, a los frecuentes cambios en las operaciones y a que, en la explotación normal, se dependa de la actuación del operador. Por consiguiente, es fundamental que cada persona tenga conocimiento de las cuestiones de seguridad y se comprometa con ella. La entidad explotadora adoptará y aplicará los principios y procesos necesarios para lograr que haya una cultura de la seguridad eficaz [15].

4.18. La entidad explotadora se ocupará de los principales componentes de la cultura de la seguridad, según se presenta en la Fig. 1 [15].

4.19. La entidad explotadora notificará oportunamente al órgano regulador los incidentes de importancia para la seguridad.

GESTIÓN DE ACCIDENTES Y PREPARACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIA

4.20. La prevención de accidentes es la principal prioridad en cuanto a la seguridad para la entidad explotadora. Sin embargo, dado que no se puede garantizar que las medidas encaminadas a prevenir accidentes siempre serán totalmente eficaces, la entidad explotadora y el órgano regulador tienen que prepararse para hacer frente a esta eventualidad. En la ref. [3] se establecen los requisitos relacionados con la preparación y la respuesta para casos de emergencias.

⁵ “Las actitudes de las personas están muy influenciadas por su entorno de trabajo. La clave de una Cultura de la Seguridad eficaz en los individuos está en las prácticas que definen el ambiente de trabajo y fomentan actitudes favorables a la seguridad. Los gerentes tienen la responsabilidad de institucionalizar tales prácticas de acuerdo con la política y los objetivos de seguridad de su organización” (ref. [15], párr. 35).

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

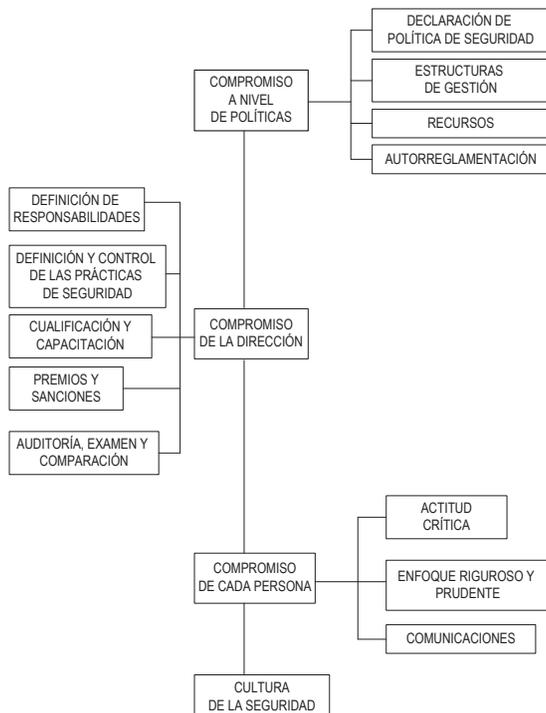


Fig. 1. Esquema de los componentes de la cultura de la seguridad (véase la ref. [15], fig. 1; texto explicativo en la ref. [14]).

4.21. Antes de la introducción de material peligroso, la entidad explotadora elaborará procedimientos de gestión de accidentes y procedimientos de emergencia en el emplazamiento, teniendo en cuenta los posibles riesgos de la instalación. Si procede y según el grado de riesgo, elaborará procedimientos para su aplicación fuera del emplazamiento en coordinación con las organizaciones pertinentes situadas fuera del emplazamiento y las autoridades competentes. Los procedimientos aplicados fuera del emplazamiento estarán en consonancia con las prácticas nacionales e internacionales.

4.22. En la medida necesaria, se llevarán a cabo ejercicios periódicos de simulación de emergencias dentro y fuera del emplazamiento a fin de garantizar la preparación de las organizaciones responsables.

4.23. En su caso, los procedimientos de emergencia se actualizarán sobre la base de lo aprendido en estos ejercicios.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

4.24. La entidad explotadora será responsable en todo momento de verificar la seguridad de la instalación. Establecerá mecanismos de análisis de la seguridad adecuados o tendrá acceso a ellos para asegurar que se generen y mantengan a lo largo de la vida de la instalación las justificaciones necesarias. Velará por que los sucesos importantes para la seguridad se examinen en profundidad y por que, cuando sea necesario para prevenir que se repitan los accidentes, se modifique el equipo, se revisen los procedimientos, se reevalúen las cualificaciones del personal y se imparta capacitación y esta se actualice.

4.25. Cuando se disponga de información sobre incidentes y sucesos ocurridos en otras instalaciones del mismo tipo, también se analizará y se tendrán en cuenta las enseñanzas que de ella se extraigan.

4.26. De conformidad con los requisitos reglamentarios nacionales, la entidad explotadora llevará a cabo exámenes periódicos de la seguridad para confirmar que sigue siendo válida la documentación para la obtención de la licencia, y que las modificaciones hechas en la instalación y los cambios introducidos en las disposiciones relativas a su explotación o utilización se han reflejado con exactitud en la mencionada documentación. Al realizar estos exámenes, la entidad explotadora tendrá especialmente en cuenta los efectos acumulativos de los cambios introducidos en los procedimientos, las modificaciones hechas en la instalación y la entidad explotadora, las innovaciones técnicas, la experiencia operacional y el envejecimiento.

PROTECCIÓN FÍSICA

4.27. Se adoptarán medidas apropiadas, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales, para evitar actos no autorizados, incluidos actos de sabotaje, que pudieran menoscabar la seguridad en la instalación del ciclo del combustible, y para responder a tales actos en caso de que ocurran.

4.28. En la ref. [16] figuran recomendaciones internacionales sobre la protección física de las instalaciones y materiales nucleares.

4.29. Las medidas de protección física de la instalación tendrán en cuenta los requisitos de seguridad y estarán en consonancia con el plan de emergencia de la instalación.

5. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

EVALUACIÓN INICIAL Y SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

5.1. El objetivo principal de seguridad en la selección del emplazamiento de una instalación será el examen de los riesgos externos y la protección del público y el medio ambiente contra las repercusiones de descargas autorizadas y emisiones accidentales de materiales radiactivos y químicamente peligrosos.

5.2. La base para la selección del emplazamiento de una instalación dependerá de varios factores, incluida la aceptación del público.

5.3. En particular, el diseño de la instalación y la finalidad a la que se vaya a destinar influirán en la selección del emplazamiento. Algunas instalaciones pueden requerir restricciones mínimas en cuanto a la selección del emplazamiento, debido a que de forma intrínseca entrañan un peligro potencial limitado para el público y se verían poco afectadas por sucesos iniciadores externos relacionados con el emplazamiento. Otras instalaciones pueden plantear un riesgo potencial mayor para el público o quizás ser más vulnerables a los sucesos externos.

5.4. La entidad explotadora llevará a cabo una evaluación del emplazamiento, en la medida en que proceda, con respecto a los posibles riesgos que presenta la instalación, en función de los requisitos establecidos en la ref. [17]. En esta evaluación del emplazamiento, en particular, se prestará atención a la idoneidad de un emplazamiento concreto para esa instalación, las características del emplazamiento que puedan afectar a los aspectos de seguridad de la instalación, y las formas en que estas características del emplazamiento influirán en los criterios de diseño y explotación de la instalación.

5.5. La evaluación del emplazamiento, en la que se tendrán debidamente en cuenta los posibles riesgos que plantea la instalación, constituirá la primera parte del proceso de elaboración de la documentación para la obtención de la licencia de una nueva instalación. Los requisitos que se indican a continuación se aplican a la evaluación del emplazamiento:

- a) Se realizará a una monitorización radiológica adecuada del emplazamiento antes de desarrollar cualquier tipo de actividad a fin de establecer los niveles de referencia de los parámetros radiológicos para evaluar las repercusiones futuras de la instalación en el emplazamiento. Se investigará y registrará la

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

radiactividad natural y artificial en el emplazamiento en el aire, el agua y el suelo y en la flora y la fauna.

- b) Se investigarán las características del medio ambiente de la zona que puedan verse afectadas por las repercusiones radiológicas y las repercusiones químicas conexas de la instalación en estados operacionales y en condiciones de accidente⁶. Se diseñará un sistema de monitorización apropiado para verificar los resultados obtenidos con el empleo de los modelos matemáticos de las repercusiones radiológicas y las repercusiones químicas conexas.
- c) Se investigarán los posibles lugares cercanos a la instalación en los que podrían descargarse materiales radiactivos y otros materiales peligrosos o pasar al medio ambiente. Se efectuarán investigaciones hidrológicas e hidrogeológicas para evaluar, en la medida necesaria, las características de dilución y dispersión de las masas de agua. Se describirán los modelos utilizados para evaluar el posible impacto de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en el público y el medio ambiente.
- d) Los modelos utilizados para evaluar la dispersión de los materiales radiactivos y otros materiales peligrosos emitidos al medio ambiente en los estados operacionales y en condiciones de accidente estarán en conformidad con los requisitos de la entidad explotadora y del órgano regulador.
- e) Se recopilará información que, junto con las descargas previstas de materiales radiactivos y otros materiales peligrosos de la instalación y con el comportamiento de los materiales radiactivos durante la transferencia, permita evaluar las dosis al público y la contaminación de los sistemas biológicos y las cadenas alimentarias.
- f) Se evaluarán las características del emplazamiento (p. ej., propiedades del suelo, geología, hidrogeología) que puedan afectar a los aspectos de seguridad de la instalación, en particular, la probabilidad y la posible gravedad de fenómenos naturales (p. ej., terremotos, tsunamis, inundaciones, vientos fuertes, temperaturas extremas, rayos) o sucesos externos imputables al ser humano como choques de aeronaves, impactos, incendios (p. ej., incendios forestales) y explosiones (p. ej., en una estación de gas cercana). Tales sucesos se tendrán en cuenta en la base de diseño de la instalación.
- g) Los datos geológicos, hidrogeológicos y meteorológicos relacionados con el emplazamiento de una nueva instalación se recopilarán e incorporarán en la documentación para la obtención de la licencia de la instalación. En

⁶ Condiciones de accidente: véase el anexo III, párr. III-12.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

función del emplazamiento seleccionado se eliminará o reducirá el riesgo debido a los sucesos anteriores.

- h) Se evaluará la posibilidad de que se produzcan choques accidentales de aeronaves, incluidos los impactos, los incendios y las explosiones en el emplazamiento, teniendo en cuenta las características previsibles del tráfico aéreo, la ubicación de los aeropuertos y el tipo de aeropuertos, así como las características de las aeronaves, incluidas las que tienen permisos especiales para sobrevolar la instalación o acercarse a ella, como las aeronaves y los helicópteros destinados a la lucha contra incendios.
- i) En el análisis de la idoneidad del emplazamiento se tomará en consideración el almacenamiento y transporte de materiales radiactivos, productos químicos de procesamiento y desechos radiactivos y químicos, así como la infraestructura del emplazamiento (p. ej., el suministro eléctrico y su fiabilidad).
- j) Se evaluarán los cambios previsibles de origen natural y los imputables al ser humano que puedan influir en la seguridad durante un período que abarque la vida proyectada de la instalación.
- k) Se estudiará la influencia de la decisión acerca de la selección del emplazamiento con respecto a la necesidad de medidas de mitigación, como por ejemplo, medidas de gestión de accidentes o medidas de emergencia (p. ej., el uso del servicio de extinción de incendios) que podrían requerirse en caso de que se produjese un accidente en la instalación, o con respecto al alcance de esas medidas.

5.6. La entidad explotadora recopilará información suficientemente detallada en apoyo del análisis de seguridad a fin de demostrar que la instalación puede explotarse de manera segura en el emplazamiento propuesto. En las instalaciones que entrañan un riesgo potencial muy limitado, el grado de detalle necesario podría ser mucho menor que el necesario para una instalación de riesgo potencial medio o alto.

5.7. Un emplazamiento solo se considerará adecuado si los resultados de la evaluación llevan a la conclusión de que las emisiones radiactivas en estados operacionales se encuentran dentro de los límites autorizados y que las consecuencias radiológicas para el público de las emisiones en condiciones de accidente, incluidas las condiciones que puedan desembocar en la adopción de medidas de mitigación, se encuentran dentro de límites aceptables y de conformidad con los requisitos nacionales. Las investigaciones y evaluaciones proporcionarán resultados adecuados para posibilitar que se celebre un debate y se extraigan conclusiones respecto de la idoneidad del emplazamiento para la instalación propuesta.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

5.8. Los resultados de la evaluación se documentarán y presentarán con suficiente detalle en la documentación para la obtención de la licencia.

EVALUACIÓN CONTINUA DEL EMPLAZAMIENTO

5.9. La entidad explotadora establecerá un programa de monitorización durante toda la vida de la instalación (incluida la etapa de clausura) para evaluar los cambios naturales e imputables al ser humano que se produzcan en la zona y su impacto en las características del emplazamiento y para compararlos con los pronósticos iniciales de esos posibles cambios.

5.10. Si en la evaluación continua del emplazamiento se encuentra nueva información con respecto a las características del emplazamiento, quizás haya que revisar y modificar las medidas de seguridad, como por ejemplo, los controles técnicos y las disposiciones de preparación para casos de emergencia.

6. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

ASPECTOS GENERALES

6.1. Las instalaciones del ciclo del combustible se diseñarán de modo que pueda alcanzarse el objetivo de seguridad fundamental citado en la sección 2 de la presente publicación.

6.2. Los requisitos de diseño establecidos en esta sección se aplicarán atendiendo a los posibles riesgos de la instalación. Estos requisitos se pondrán en práctica en todas las etapas del diseño, teniendo en cuenta la información derivada de los resultados del análisis de seguridad conexo (véase también la sección 4).

6.3. En el diseño y la justificación de la seguridad de la instalación, no solo se tomará en consideración la propia instalación, sino también la interrelación con otras instalaciones que puedan afectar a su seguridad.

BASE DE DISEÑO

6.4. Dentro de estos requisitos y en el marco general que se presenta en la sección 2, la entidad explotadora establecerá criterios explícitos respecto del nivel de seguridad que deberá alcanzar. La entidad explotadora fijará límites en relación con las consecuencias radiológicas y las consecuencias químicas conexas que pueden tener para el personal y el público las exposiciones directas a la radiación o a descargas autorizadas de radionucleidos en el medio ambiente. Estos límites se aplicarán a las consecuencias de los estados operacionales y a las posibles consecuencias de las condiciones de accidente en la instalación, y se fijarán a un nivel igual o inferior al de las normas internacionales y nacionales con el fin de garantizar el cumplimiento en todo el espectro de condiciones operacionales y en la producción. En el caso de nuevos diseños, se tendrán en cuenta objetivos inferiores a estos límites, ya que en general se logra más eficacia incorporando las disposiciones de seguridad mejoradas en la etapa de diseño.

6.5. Se definirán límites y criterios de aceptación. Por ejemplo, al fijar los límites relacionados con las condiciones de accidente, los riesgos de sucesos adversos podrían caracterizarse como riesgos tolerables o riesgos inaceptables, de manera que si aumentan las consecuencias para el público y el personal, también tenga que disminuir la aceptabilidad desde el punto de vista de la frecuencia o la probabilidad de producirse el suceso. Esos límites pueden representarse mediante un diagrama de aceptabilidad (fig. 2). Podrán adoptarse disposiciones adicionales de conformidad con el principio de la defensa en profundidad.

6.6. La siguiente jerarquía de medidas de diseño se utilizará en la medida de lo posible para la protección contra riesgos potenciales:

- 1) selección del proceso (para eliminar el riesgo);
- 2) elementos pasivos de diseño;
- 3) elementos activos de diseño;
- 4) controles administrativos.

6.7. La disponibilidad y fiabilidad de las medidas de diseño y los controles administrativos serán proporcionales a la importancia de los riesgos potenciales que habrá que afrontar.

6.8. La entidad explotadora determinará los sucesos iniciadores postulados que podrían originar una emisión de radiación y/o cantidades significativas de materiales radiactivos y sustancias químicas conexas. Se confirmará que el conjunto resultante de sucesos iniciadores postulados establecidos es exhaustivo,

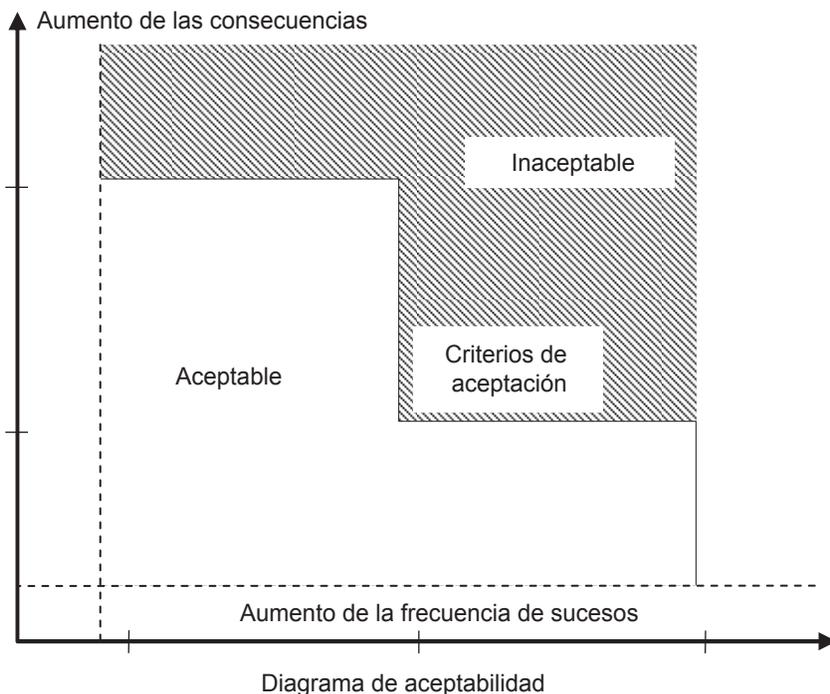


Fig. 2. Ejemplo de diagrama de aceptabilidad.

y dicho conjunto se definirá de forma tal que los sucesos abarquen fallos verosímiles de las ESC de la instalación y errores humanos que podrían ocurrir en cualquiera de las condiciones operacionales de la instalación. El conjunto de sucesos iniciadores postulados comprenderá sucesos iniciados tanto interna como externamente. En el anexo I figuran ejemplos de sucesos iniciadores postulados.

6.9. Se utilizará un enfoque basado en accidentes base de diseño (véase el anexo III), o una metodología equivalente, para determinar secuencias de accidente importantes. Para cada secuencia de accidente especificada, se definirán las funciones de seguridad, las ESC importantes para la seguridad correspondientes y los requisitos de seguridad de carácter administrativo empleados para aplicar el concepto de defensa en profundidad.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO

6.10. La responsabilidad de elaborar un diseño seguro de una instalación corresponderá a la entidad explotadora, que podrá recibir la ayuda de un diseñador. En ese caso, dicho diseñador demostrará que pueden cumplirse los requisitos de seguridad establecidos. El diseñador de la instalación y la entidad explotadora mantendrán un estrecho vínculo para que la instalación tenga un diseño seguro; no obstante, la entidad explotadora realizará un examen interno de la seguridad del diseño de la instalación con la mayor independencia posible respecto del diseñador, quien dispondrá lo necesario para la preparación, presentación y entrega ordenadas de los documentos del diseño a la entidad explotadora a fin de que se utilicen en la elaboración de la documentación necesaria para obtener la licencia. El diseño puede evolucionar al mismo tiempo que se prepara la documentación para obtener la licencia. (Véanse más detalles en el anexo III).

REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD

Criterios y normas

6.11. Los criterios de diseño para todos los parámetros pertinentes se especificarán con respecto a cada estado operacional de la instalación y a cada accidente base de diseño o equivalente. Los criterios de diseño para las ESC importantes para la seguridad pueden adoptar la forma de reglas de diseño técnico. Estas reglas incluyen los requisitos establecidos en los códigos y las normas pertinentes, y el órgano regulador puede establecerlas y exigir las explícitamente estipulando el uso de las prácticas estándar de ingeniería aplicables, ya establecidas en el Estado o utilizadas internacionalmente. Las reglas de diseño preverán márgenes de seguridad⁷ superiores a los previstos para las operaciones, con el fin de proporcionar garantías razonables de que no se producirán consecuencias importantes aun cuando se sobrepasasen los límites operacionales dentro del margen de seguridad.

Códigos y normas

6.12. La entidad explotadora especificará los códigos y normas aplicables a las ESC importantes para la seguridad y justificará su uso. En particular, si se

⁷ El margen de seguridad es la diferencia entre el límite de seguridad y el límite operacional.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

utilizan diferentes códigos y normas para distintos aspectos del mismo elemento o sistema, se demostrará la coherencia entre ellos. A continuación, figuran algunas de las áreas que suelen abarcar los códigos y normas:

- a) diseño mecánico, incluido el diseño de componentes de retención de la presión;
- b) diseño estructural;
- c) selección de materiales;
- d) diseño termohidráulico;
- e) diseño eléctrico;
- f) diseño de sistemas de instrumentación y control;
- g) diseño y control de programas informáticos;
- h) inspección, ensayos y mantenimiento en relación con el diseño;
- i) criticidad;
- j) blindaje y protección radiológica;
- k) protección contra incendios;
- l) protección contra riesgos químicos;
- m) diseño sísmico;
- n) otros diseños para la protección contra fenómenos naturales.

Disponibilidad y fiabilidad

6.13. La entidad explotadora velará por que se alcancen los niveles necesarios de disponibilidad y fiabilidad de las ESC importantes para la seguridad según se establecen en la documentación para obtención de la licencia. Los principios de diseño enunciados en el anexo II se aplicarán según proceda para lograr la disponibilidad y fiabilidad necesarias de las ESC importantes para la seguridad en los estados operacionales y en condiciones de accidente.

6.14. En el caso de las ESC importantes para la seguridad para las que no existan códigos o normas establecidos apropiados, podrá aplicarse un enfoque derivado de los códigos o normas existentes para equipos similares. A falta de esos códigos o normas, podrán aplicarse enseñanzas deducidas de la experiencia; ensayos, también en plantas piloto; análisis y recomendaciones de comités de expertos o una combinación de ellos. Ese tipo de aplicaciones tendrá que justificarse.

Ergonomía y factores humanos

6.15. En todo el proceso de diseño se tendrán en cuenta los factores humanos y la interrelación persona-máquina. Los factores humanos son un aspecto importante de la seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible, ya que el estado del

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

proceso cambia con frecuencia y los operadores tienen un acceso relativamente mayor a las operaciones que se desarrollan en el proceso. Se aplicarán principios ergonómicos en el diseño de las salas y los tableros de control. En lo que respecta a los parámetros que son importantes para la seguridad, los operadores podrán ver claramente la información en pantalla y serán alertados por señales sonoras.

6.16. En el diseño se reducirán al mínimo las exigencias impuestas a los operadores en las operaciones normales y en los incidentes operacionales previstos y las condiciones de accidente; por ejemplo, mediante la automatización de las medidas apropiadas para promover el buen funcionamiento de la explotación. También se tendrá en cuenta la necesidad de dispositivos de control apropiados (p. ej., enclavamientos, llaves, contraseñas) en previsión de errores humanos.

Selección de materiales y envejecimiento

6.17. En la etapa de diseño, se adoptarán márgenes de seguridad adecuados para tener en cuenta las propiedades previstas de los materiales al final de su vida útil. Esto es particularmente importante para las instalaciones del ciclo del combustible debido al alcance y las características de las condiciones químicas y radiológicas que se experimentan en los estados operacionales y en condiciones de accidente. Cuando no se disponga de detalles sobre las características de los materiales, la entidad explotadora aplicará un programa adecuado de vigilancia de materiales. Los resultados derivados de este programa se utilizarán para examinar la idoneidad del diseño a intervalos apropiados, lo que puede exigir que se tomen disposiciones en el diseño para la vigilancia de materiales cuyas propiedades mecánicas puedan cambiar en el servicio debido a factores como la fatiga (p. ej., producida por cargas mecánicas o térmicas cíclicas), la tensocorrosión, la erosión, la corrosión química o la inducción de cambios por la irradiación.

Disposiciones para el mantenimiento, la inspección y el ensayo

6.18. Las ESC importantes para la seguridad se diseñarán de modo que faciliten el mantenimiento, la inspección y el ensayo de su capacidad funcional durante la vida de la instalación.

6.19. En el diseño la configuración de las ESC importantes para la seguridad se adoptarán disposiciones para reducir al mínimo las exposiciones derivadas de las actividades de mantenimiento, inspección y ensayo. El término “mantenimiento” comprende las medidas tanto preventivas como correctoras.

Empleo de sistemas informatizados como ESC importantes para la seguridad

6.20. Si un sistema informatizado es importante para la seguridad o forma parte de un sistema que lo sea, se establecerán normas y prácticas apropiadas para el desarrollo y ensayo de equipo y programas informáticos, que se aplicarán durante toda la vida del sistema, en especial en la etapa de desarrollo del programa informático. Todo el proceso de desarrollo estará sujeto a un sistema de gestión apropiado. El grado de fiabilidad necesario será proporcional a la importancia del sistema para la seguridad [18].

Diseño para condiciones de accidente

6.21. Las ESC importantes para la seguridad se diseñarán de manera que soporten los efectos de cargas y condiciones ambientales extremas (p. ej., extremos de temperatura, humedad, presión, niveles de radiación) que se dan en los estados operacionales y en condiciones de accidente base de diseño pertinentes (o en condiciones equivalentes).

6.22. Si se hace necesario someter una instalación o parte de ella a una parada de emergencia, se tendrán en cuenta las interdependencias entre los diferentes procesos. En los casos en que no sea práctico detener el proceso de inmediato (p. ej., en una instalación de enriquecimiento por difusión gaseosa), en el diseño se preverán los medios necesarios para alcanzar un estado operacional seguro y estable.

6.23. En el diseño y en los mecanismos de control de los procesos se incorporarán disposiciones para llevar las operaciones a un estado seguro y estable.

6.24. Cuando se requiera una acción rápida y fiable en respuesta a sucesos iniciadores postulados, en el diseño de la instalación se incluirán los medios para accionar automáticamente los sistemas de seguridad necesarios.⁸ En algunos casos, en condiciones de accidente, quizás sea necesario que el operador adopte otras medidas para lograr el estado seguro y estable a largo plazo de la instalación.

6.25. La acción manual del operador será suficientemente fiable para hacer que el proceso alcance un estado seguro siempre que:

⁸ Un sistema de seguridad es todo sistema importante para la seguridad, concebido para garantizar la parada de una instalación en condiciones de seguridad o limitar las consecuencias de incidentes operacionales previstos y de accidentes base de diseño.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- a) el operador disponga de suficiente tiempo para adoptar medidas de seguridad;
- b) la información disponible se haya procesado y presentado de forma adecuada;
- c) el diagnóstico sea sencillo y la acción necesaria se especifique claramente;
- d) no se impongan exigencias excesivas al operador.

Si no puede cumplirse alguna de estas condiciones, los sistemas de seguridad se constituirán de modo que garanticen que la instalación logre un estado seguro.

6.26. Se establecerán medios para monitorizar todos los procesos y equipos esenciales durante un accidente y tras él. Si es necesario, se establecerán medios de monitorización y parada a distancia.

6.27. Se aplicará específicamente el principio de independencia (véase el anexo II) con respecto a la separación para fines de control operacional entre ESC importantes para la seguridad y también entre esas ESC, según proceda.

6.28. Las ESC importantes para la seguridad serán capaces de realizar sus funciones de seguridad incluso en caso de pérdida de los sistemas de apoyo, p. ej., sistemas de suministro eléctrico, sistemas de aire comprimido o sistemas para el suministro de fluidos de refrigeración o calefacción; o, de no ser así, se diseñarán de forma que alcancen una configuración segura en caso de fallo.

6.29. La pérdida o el exceso de reactivos y gases diluyentes de los procesos se tomará en consideración durante la evaluación de la seguridad.

Diseño para la planificación de medidas de emergencia

6.30. Se tomarán en cuenta elementos de diseño específicos para la planificación de medidas de emergencia en función de los posibles riesgos que entrañe la instalación. Tales elementos pueden ser, entre otros, vías de escape sencillas con iluminación de emergencia fiable, medios de comunicación fiables e instrumentación específica para la monitorización de los niveles de radiación y de productos químicos peligrosos. Según cuáles sean los riesgos potenciales de la instalación, también se considerará la posibilidad de establecer un centro de control de emergencias *in situ* separado de la zona de operaciones para mantener la cadena de mando y la comunicación.

Diseño para la gestión de desechos radiactivos

6.31. En la medida en que sea factible en la etapa de diseño, la entidad explotadora adoptará medidas para evitar u optimizar la generación de desechos radiactivos con objeto de reducir al mínimo el impacto ambiental en general. Se estudiarán las vías para la gestión previa a la disposición final y para la disposición final de desechos con el mismo objetivo de reducir al mínimo el impacto ambiental global.

6.32. En la ref. [2] se establecen los requisitos relativos a la generación, el procesamiento y el almacenamiento de desechos radiactivos.

Diseño para la gestión de descargas radiactivas aéreas y líquidas

6.33. Se establecerán disposiciones de diseño para asegurar que las descargas radiactivas aéreas y líquidas al medio ambiente estén en conformidad con los límites autorizados y para reducir las dosis al público y los efectos en el medio ambiente al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

6.34. Se establecerán disposiciones de diseño para la vigilancia de las descargas radiactivas aéreas y líquidas al medio ambiente.

Diseño para la clausura

6.35. En el diseño de una instalación del ciclo del combustible se tomará en consideración lo necesario para facilitar su clausura definitiva, de modo que la exposición del personal y el público derivada de la clausura se mantenga en el grado más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y se garantice la protección adecuada del medio ambiente, así como para reducir al mínimo la cantidad de desechos radiactivos generados.

6.36. Al tiempo que garantizará la explotación segura de la instalación, el diseñador, en la medida de lo posible:

- a) reducirá al mínimo el número y tamaño de las zonas contaminadas a los efectos de facilitar la limpieza en la etapa de clausura;
- b) escogerá materiales que puedan almacenarse en la instalación, que sean resistentes a todos los productos químicos que se utilicen y que tengan suficiente resistencia al desgaste, para facilitar su descontaminación al final de la vida de esos materiales;

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- c) diseñará la instalación de manera que se eviten acumulaciones indeseadas de materiales químicos o radiactivos;
- d) diseñará la instalación de modo que se pueda descontaminar a distancia cuando sea necesario;
- e) considerará la posibilidad de someter a tratamiento, almacenamiento provisional, transporte y disposición final los desechos que se generen durante la etapa de clausura;
- f) prestará atención en particular a la necesidad de que la documentación sobre el diseño y los registros estén disponibles durante toda la vida de la instalación.

DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS RADIOLÓGICOS

Control de la contaminación y protección contra la exposición interna

6.37. Se prestará atención a la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente contra las emisiones de materiales peligrosos tanto en los estados operacionales como en condiciones de accidente.

6.38. Los principales elementos del diseño para el control de la contaminación son el confinamiento y la detección de fugas. El confinamiento se logra mediante el uso de barreras físicas (contención estática) y/o la contención dinámica (p. ej., la ventilación). La naturaleza y el número de las barreras y su comportamiento, así como el de los sistemas de purificación del aire, serán proporcionales al grado de los riesgos potenciales, y se prestará especial atención a la dispersión potencial de emisores alfa.

6.39. Las zonas se clasificarán de acuerdo con los niveles previsibles de contaminación superficial y contaminación atmosférica, y el equipo se instalará con arreglo a esta clasificación (véase la ref. [12]). Se instalarán medios de monitorización y sistemas de alarma apropiados para detectar la contaminación atmosférica. En el diseño se tendrá en cuenta la necesidad de disposiciones apropiadas para operaciones específicas en zonas contaminadas.

Protección contra la exposición externa

6.40. La protección contra la exposición a la radiación se logrará mediante disposiciones técnicas como el blindaje adecuado y el uso de equipo de manipulación a distancia.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

6.41. El diseñador clasificará las zonas tomando en consideración la magnitud de las exposiciones normales previstas, la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, y la naturaleza y el alcance de los procedimientos de protección y seguridad requeridos. Se limitará el acceso a zonas en las que los niveles de radiación puedan causar la exposición de los trabajadores a altas dosis y el nivel de control aplicado será proporcional a los riesgos (véase la ref. [12]).

6.42. Se monitorizarán los niveles de radiación para poder detectar condiciones anormales y evacuar a los trabajadores. Se determinarán y marcarán debidamente las zonas de exposición potencial para los trabajadores.

Criticidad

6.43. Los accidentes de criticidad pueden dar lugar a la exposición del personal que se encuentre en las cercanías a altas dosis de radiación y una contaminación generalizada. En la medida en que sea posible, los riesgos de criticidad se controlarán mediante el diseño.

6.44. El hecho de alcanzar la criticidad depende de:

- a) las propiedades del material fisible;
- b) la masa de material fisible presente y su distribución entre los componentes del sistema en que se encuentra presente;
- c) la masa, las propiedades y la distribución de todos los demás materiales asociados con el material fisible o que lo rodeen.

6.45. Para prevenir la criticidad mediante el diseño, el enfoque preferido será el principio de doble contingencia (véase el anexo II).

6.46. Los factores más importantes para prevenir la criticidad son la masa, la configuración geométrica, la moderación, la reflexión, la interacción, la absorción de neutrones y la concentración. Estos factores se estudiarán tanto por separado como en conjunto para lograr un diseño correcto.

6.47. Se realizarán evaluaciones y cálculos de criticidad sobre la base de hipótesis conservadoras.

6.48. Se prestará especial atención a las interfaces de sistemas para las cuales se haya modificado el método de control de la criticidad.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

6.49. Entre los métodos destinados a garantizar la seguridad en relación con la criticidad en cualquier proceso se incluirá bien uno de los que se indican a continuación, bien una combinación de ellos, teniendo presente que esta lista no es exhaustiva:

- a) control técnico pasivo asociado al diseño del equipo;
- b) control técnico activo asociado al uso de instrumentación de control de procesos;
- c) medios químicos, como la prevención de condiciones que permitan la precipitación;
- d) dependencia de la evolución natural o verosímil de los sucesos, como un proceso cuya naturaleza sea mantener la densidad del material fisible por debajo del mínimo teórico necesario para que se produzca un suceso de criticidad;
- e) controles administrativos para asegurar el cumplimiento de los procedimientos operacionales.

6.50. Los Estados han adoptado diversos enfoques respecto de las medidas de mitigación de accidentes de criticidad y las evaluaciones de sus consecuencias. Se evaluará la idoneidad de las medidas que figuran a continuación:

- a) la instalación de un sistema de detección y alarma de criticidad para dar inicio a una evacuación inmediata;
- b) la determinación y marcación de vías de evacuación apropiadas y de zonas de reagrupación;
- c) el suministro de equipo de emergencia apropiado y la adopción de procedimientos de emergencia.

6.51. En la ref. [19] se ofrece más orientación acerca del control de la criticidad.

Calor de la desintegración radiactiva

6.52. La generación de calor por desintegración radiactiva, si no se controla adecuadamente, puede causar la emisión de material radiactivo. La generación de calor se tendrá debidamente en cuenta en el diseño de la instalación.

Radiolisis

6.53. La radiolisis, si no se controla adecuadamente, puede dar lugar a la emisión de hidrógeno, con riesgo de explosiones. La radiolisis se tendrá en cuenta, según corresponda, en el diseño de la instalación.

RIESGOS NO RADIOLÓGICOS

6.54. Las sustancias químicas, tóxicas, inflamables o explosivas pueden afectar a la seguridad nuclear. Para prevenir que esto ocurra, en el diseño se tomará en consideración lo siguiente:

- a) los requisitos y orientaciones relativos al diseño contenidos en las normas y orientaciones internacionales y nacionales sobre seguridad química;
- b) la compatibilidad química de los materiales que probablemente entren en contacto;
- c) el almacenamiento seguro de materiales peligrosos presentes en los procesos;
- d) la configuración inicial de los procesos y/o los cambios verosímiles que ésta pueda experimentar y que puedan provocar la emisión de componentes químicos o materiales tóxicos (p. ej., hidrógeno, solventes), incendios o explosiones;
- e) la capacidad de detección y alarma en relación con las emisiones de productos químicos o tóxicos;
- f) la reducción al mínimo de los inventarios;
- g) el equipo de protección del personal contra las exposiciones a compuestos químicos o materiales tóxicos.

6.55. La entidad explotadora adoptará disposiciones en el diseño para la seguridad contra incendios en función de un análisis de la seguridad contra incendios y la aplicación del concepto de la defensa en profundidad (es decir, para la prevención, la detección, el control y la mitigación).

7. CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

7.1. Antes de iniciar la construcción de una instalación del ciclo del combustible, la entidad explotadora habrá satisfecho los requisitos reglamentarios relativos a la seguridad del diseño de la instalación.

7.2. En el caso de instalaciones grandes o complejas, el órgano regulador podrá conceder la autorización por fases. En cada fase podrá haber un punto de espera, y es posible que se requiera un acuerdo regulador para pasar a la fase siguiente. La medida en que intervenga el órgano regulador durante la construcción estará en proporción con los riesgos potenciales de la instalación.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

7.3. Antes de que comience la construcción, la entidad explotadora tomará las disposiciones pertinentes con el contratista o los contratistas seleccionados en cuanto a la responsabilidad de garantizar la seguridad durante la construcción y de determinar y controlar cualquier repercusión negativa de los trabajos de edificación en las operaciones de la instalación, y viceversa. Se tendrá en cuenta el impacto de la construcción de la instalación en la población local y el medio ambiente, así como en cualesquiera plantas o servicios que haya en funcionamiento en las inmediaciones. En particular, se evaluarán los riesgos asociados a la vibración, los desplazamientos de cargas pesadas y la generación de polvo.

7.4. En la etapa de construcción, la entidad explotadora aplicará un sistema de gestión, según se describe en la sección 4, a fin de velar por el debido cumplimiento de los requisitos y el propósito del diseño en dicha etapa, ya que la comprobación de ciertas ESC importantes para la seguridad puede resultar más difícil una vez concluidas la construcción y la instalación de éstas.

7.5 Se mantendrán registros con arreglo al sistema de gestión para demostrar que la instalación y su equipo han sido construidos conforme a las especificaciones del diseño.

7.6. La entidad explotadora establecerá un procedimiento formal para que los cambios en el diseño, como los introducidos en la instalación durante la construcción, se registren con exactitud y se evalúen sus repercusiones.

7.7. Se suministrarán a la entidad explotadora planos conforme a obra de la instalación. Una vez construida ésta, la entidad explotadora examinará los planos conforme a obra para confirmar que, según quepa evaluar, se ha respetado el propósito del diseño y las funciones de seguridad especificadas podrán llevarse a cabo. En su caso, la entidad explotadora solicitará el acuerdo del órgano regulador para proceder a la etapa de puesta en servicio.

8. PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

PROGRAMA DE PUESTA EN SERVICIO

8.1. Antes de iniciar la puesta en servicio se elaborará un programa adecuado para este fin, que incluirá ensayos de la instalación para demostrar que cumple los objetivos de diseño y los criterios de rendimiento. En el programa de puesta en

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

servicio, acordado según lo estipulado con el órgano regulador, se contemplarán la organización y las responsabilidades para la puesta en servicio, las etapas en que ésta se llevará a cabo, el ensayo adecuado de las ESC en función de su importancia para la seguridad, el calendario de ensayos, los procedimientos e informes relativos a la puesta en servicio, los métodos de examen y verificación, el tratamiento de las desviaciones y deficiencias y los requisitos en cuanto a la documentación.

8.2. Los requisitos consignados en la presente sección se aplicarán igualmente al reinicio de procesos establecidos luego de un período prolongado de parada.

ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

8.3. La entidad explotadora establecerá la participación que tendrá junto con los diseñadores y los fabricantes en la preparación del programa de puesta en servicio destinado a familiarizar al futuro personal de operaciones con las características particulares de la instalación y el funcionamiento de sus procesos, y garantizar la transferencia adecuada de conocimientos y de las enseñanzas derivadas de la experiencia al personal de la instalación.

8.4. El período de puesta en servicio se utilizará para capacitar a los operadores en todos los aspectos del funcionamiento y mantenimiento de la instalación. Un factor fundamental de este proceso de capacitación será la verificación de la documentación referente a las operaciones, incluidos los procedimientos operativos, de mantenimiento, de emergencia y administrativos, y los límites y condiciones operacionales.

8.5. El traspaso del personal de la puesta en servicio al personal de explotación se supervisará cuidadosamente para que no se pierdan conocimientos ni experiencia. La puesta en servicio también es una oportunidad para que la entidad explotadora se familiarice con la instalación y para que el personal directivo desarrolle una cultura de seguridad que comprenda comportamientos y actitudes positivos.

8.6. En todas las etapas de la clausura la entidad explotadora velará por que se sepa claramente quién es la persona o entidad encargada de la seguridad. Cuando se transfiera la responsabilidad de la seguridad, se especificarán con toda claridad las disposiciones para esa transferencia.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

8.7. La entidad explotadora establecerá un comité de seguridad (véase el párr. 9.15) para que examine el programa de puesta en servicio y los resultados de los ensayos realizados durante su ejecución y le preste asesoramiento técnico.

8.8. El órgano regulador y la entidad explotadora mantendrán un estrecho contacto durante todo el proceso de puesta en servicio. En particular, la entidad explotadora se asegurará de que los resultados de los ensayos directamente relacionados con la seguridad y sus análisis se pongan a disposición del órgano regulador para su examen y aprobación, según proceda.

ENSAYOS Y ETAPAS DE LA PUESTA EN SERVICIO

8.9. El programa de puesta en servicio se dividirá en etapas. Estas etapas incluirán, según sea necesario, ensayos de equipo por separado, ensayos integrados de la instalación y ensayos de sistemas relacionados con el procesamiento en frío (es decir, sin material radiactivo) y el procesamiento en caliente (es decir, con material radiactivo).

8.10. Los ensayos de puesta en servicio se organizarán en grupos funcionales y siguiendo una secuencia lógica y, en la medida en que sea factible, abarcarán todos los aspectos operativos planificados.

8.11. La entidad explotadora especificará un procedimiento formal para modificar el diseño de modo que todas las modificaciones que se realicen en la instalación queden registradas con exactitud y se evalúen sus posibles impactos.

8.12. En la etapa de puesta en servicio, la entidad explotadora especificará el momento en que la evaluación de seguridad de las modificaciones pasará del proceso de evaluación de la etapa de diseño al proceso de evaluación de la etapa de explotación.

PROCEDIMIENTOS E INFORMES RELACIONADOS CON LA PUESTA EN SERVICIO

8.13. El programa de puesta en servicio incluirá disposiciones y procedimientos para realizar auditorías, exámenes y verificaciones que confirmen la ejecución de los ensayos conforme a lo previsto y la plena consecución de los objetivos del programa. También se adoptarán disposiciones para remediar cualquier desviación o deficiencia descubierta en los ensayos de puesta en servicio.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

8.14. Para que el ensayo de las instalaciones y de sus equipos y sistemas resulte eficaz sin la introducción de la amenaza química o radiológica total en la instalación quizás sea preciso establecer ayudas temporales en los sistemas de programas o equipos informáticos para la puesta en servicio. La entidad explotadora velará por que se mantengan registros oficiales de este tipo de ayudas. Estos registros se utilizarán para asegurar que todas las ayudas se eliminen al final de los ensayos, antes de poner en funcionamiento la instalación o el sistema.

8.15. Las actividades de puesta en servicio se llevarán a cabo de conformidad con procedimientos escritos en que se especificarán la finalidad de los ensayos, los resultados previstos y los criterios para alcanzar el éxito, las disposiciones de seguridad requeridas durante los ensayos, las precauciones necesarias y los requisitos previos, así como las instrucciones para realizar los ensayos.

8.16. De ser necesario, en los procedimientos se incluirán momentos para la notificación y para dar participación al comité de seguridad (véase el párr. 9.15), a organismos externos, a los fabricantes y al órgano regulador.

8.17. Se elaborarán informes relacionados con el alcance, la secuencia, los resultados previstos y los criterios para el éxito de estos ensayos, de conformidad con el sistema de gestión y con el debido grado de detalle. El informe sobre los ensayos incluirá: una descripción del programa de ensayos y los resultados obtenidos; un resumen de los datos acopiados y sus análisis; una evaluación de los resultados con una comparación con los criterios de aceptación y una declaración sobre el éxito de los ensayos; la especificación de desviaciones y deficiencias; y las medidas correctoras adoptadas, así como las justificaciones de esas medidas.

8.18. Todos los resultados de los ensayos de puesta en servicio que obtenga un miembro de la entidad explotadora o un fabricante se pondrán a disposición de la entidad explotadora y el órgano regulador y se conservarán durante la vida de la instalación.

9. EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

ANTECEDENTES

9.1. En la sección 4 se establecen requisitos que se aplican desde la etapa de diseño hasta la etapa de clausura. Estos requisitos también son aplicables a la explotación, en particular los relativos a las cuestiones de organización y de cultura de la seguridad.

9.2. La sección 9 se refiere a las cuestiones de organización y de cultura de la seguridad y en ella se estipulan requisitos específicos para la explotación.

REQUISITOS GENERALES DURANTE LA EXPLOTACIÓN

Estructura y responsabilidades de la entidad explotadora

9.3. La entidad explotadora tendrá la responsabilidad general de la seguridad de la instalación durante la explotación. Establecerá una estructura de gestión apropiada para la instalación y proveerá la infraestructura necesaria para que las operaciones se efectúen en condiciones de seguridad.

9.4. La entidad explotadora velará por que queden debidamente consignadas las funciones pertinentes relacionadas con la explotación y utilización seguras de la instalación, como el mantenimiento, la protección radiológica, la seguridad con respecto a la criticidad, la aplicación del sistema de gestión y otras actividades de apoyo que correspondan, y tendrá en cuenta la seguridad industrial y química.

9.5. La entidad explotadora se encargará de todos los aspectos de seguridad de cualquier modificación en el diseño de la instalación o de cualquier cambio en el control, en las disposiciones adoptadas, en la utilización o en la gestión de la instalación. No se delegará esta responsabilidad.

Disposiciones en relación con las interfaces

9.6. La entidad explotadora velará por que se tomen en consideración las interdependencias asociadas a la seguridad entre las instalaciones situadas en el mismo emplazamiento. Se especificarán claramente las responsabilidades en cuanto a los límites físicos y se establecerán vías de comunicación eficaces.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

9.7. Según sea necesario, y de conformidad con los reglamentos nacionales y normas internacionales, se establecerán una organización especializada y reglas concretas para el transporte en el emplazamiento.

Cualificación y capacitación del personal

9.8. Se especificarán las cualificaciones mínimas que debe poseer el personal, que serán proporcionales a las responsabilidades y facultades funcionales asignadas. La capacitación del personal de la instalación estará en concordancia con sus responsabilidades funcionales asignadas, sus facultades y sus actividades vinculadas a la seguridad. Se organizará, dotará de personal y gestionará un programa de capacitación para el personal de las instalaciones destinado a facilitar la planificación, la dirección, la evaluación y el control a fin de cumplir los objetivos de la capacitación. La capacitación se impartirá de manera graduada en función de un marco de competencias.

9.9. La capacitación incluirá el readiestramiento del personal ya capacitado y cualificado. El programa de capacitación comprenderá los siguientes aspectos: análisis y determinación de esferas funcionales para las que se requiera capacitación; requisitos de capacitación relacionados con el puesto; desarrollo de la base de la capacitación, incluidos sus objetivos; evaluación del aprendizaje; capacitación en el trabajo, y evaluación sistemática de la eficacia de la capacitación.

9.10. La capacitación abarcará los estados operacionales de la instalación, entre ellos, los procedimientos de emergencia (véanse los párrs. 9.62 a 9.67 de esta publicación) y se velará por que los operadores tengan suficiente conocimiento de la instalación y sus elementos de seguridad. Se hará hincapié en la importancia primordial de la seguridad en todos los aspectos vinculados a la explotación de la instalación.

9.11. Dado que el tiempo de respuesta es fundamental en el caso de un incendio o una explosión, el grupo de operaciones recibirá capacitación adecuada y periódica en extinción de incendios y se llevarán a cabo simulacros y ejercicios de manera habitual.

9.12. Con respecto a la capacitación, se prestará especial atención a los riesgos radiológicos que puedan requerir una intervención manual. Se pondrán en conocimiento de los trabajadores los riesgos asociados a las actividades que realizan.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

9.13. Las modificaciones de la instalación quedarán recogidas oportunamente en el programa de capacitación.

Dotación mínima de personal

9.14. La entidad explotadora definirá una plantilla mínima de personal para las diversas esferas técnicas y funcionales necesarias para garantizar la seguridad de la instalación en los estados operacionales, incluidos los períodos entre campañas, y en condiciones de accidente, para las personas y organizaciones que participan en la aplicación del plan de emergencia.

Comité de seguridad

9.15. La entidad explotadora establecerá uno o más comités de seguridad interna con el fin de asesorar al personal directivo de la entidad explotadora acerca de las cuestiones de seguridad vinculadas a la puesta en servicio, la explotación y la modificación de la instalación. Estos comités tendrán entre sus miembros a especialistas con la amplitud de conocimientos y experiencia requeridas para prestar asesoramiento apropiado. En la medida necesaria, los miembros actuarán con independencia de la dirección de operaciones que plantee el asunto de seguridad.

Retroinformación sobre la experiencia operacional

9.16. Se adoptarán disposiciones para que la información técnica de que se disponga sobre anomalías, incidentes y accidentes que hayan ocurrido en la instalación o en instalaciones similares se analice para que se aprovechen las enseñanzas extraídas de la experiencia y se adopten medidas preventivas en caso necesario.

Gestión de la documentación

9.17. La entidad explotadora mantendrá un conjunto de documentos de seguridad completo y actualizado, incluida la documentación y los procedimientos relacionados con la obtención de la licencia, y se asegurará de que el personal lo utilice. Los duplicados de los documentos esenciales se almacenarán por separado y se conservarán según proceda.

9.18. La entidad explotadora dispondrá lo necesario para elaborar y controlar registros e informes que tengan importancia para la seguridad en las etapas de explotación y clausura, entre ellos los siguientes:

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- a) la colección completa de revisiones de la documentación para la obtención de la licencia;
- b) exámenes periódicos de la seguridad;
- c) documentos asociados a la puesta en servicio;
- d) procedimientos e instrucciones de explotación;
- e) historial y datos relativos a las modificaciones;
- f) datos operacionales de la instalación;
- g) datos derivados del mantenimiento, ensayo, supervisión e inspección;
- h) informes sobre sucesos e incidentes;
- i) datos sobre protección radiológica, incluidos datos de monitorización personal;
- j) datos sobre cantidades y movimientos de materiales nucleares y otros materiales radiactivos;
- k) registros de las descargas de efluentes;
- l) registros del almacenamiento y transporte de desechos radiactivos;
- m) resultados de la monitorización ambiental;
- n) registros de las principales actividades de trabajo realizadas en cada uno de los lugares de la instalación.

Control de los cambios de organización

9.19. La entidad explotadora establecerá disposiciones para garantizar que los cambios de la estructura orgánica se tomen en consideración desde el punto de vista de sus posibles repercusiones en la seguridad y en las acciones necesarias para mitigar las consecuencias, según proceda.

Comunicación con el órgano regulador

9.20. De conformidad con los requisitos y prácticas nacionales, la entidad explotadora elaborará y aplicará procedimientos para informar al órgano regulador de las propuestas de modificaciones que tengan importancia fundamental para la seguridad, así como en caso de incidentes operacionales previstos o en condiciones de accidente (véase el párr. 9.16).

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA EXPLOTACIÓN

Instrucciones de explotación

9.21. Se prepararán los límites y condiciones operacionales antes de que la instalación comience a funcionar.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

9.22. La entidad explotadora elaborará las instrucciones de explotación en cooperación con el diseñador y el fabricante, de ser necesario. Se formularán instrucciones de explotación relacionadas con la seguridad antes del comienzo de las operaciones. En ellas se describirán claramente los métodos de explotación, incluidas todas las comprobaciones, los ensayos, las calibraciones y las inspecciones que se precisen para garantizar el cumplimiento de los límites y condiciones operacionales (véanse los párrs. 2.9 a 2.15).

9.23. Se informará a los operadores de la especial importancia que revisten para la seguridad las instrucciones y los procedimientos necesarios para garantizar el cumplimiento de los límites y condiciones operacionales, así como los requisitos para su estricto cumplimiento.

9.24. Las instrucciones y los procedimientos de explotación se examinarán y actualizarán periódicamente y se pondrán a disposición de los usuarios cuando sea necesario.

9.25. Se adoptarán disposiciones para identificar las desviaciones significativas de las instrucciones de explotación y, cuando proceda, para investigar la causa y aplicar medidas apropiadas con miras a impedir que se repitan. Entre esas disposiciones se incluirá el envío de una notificación al órgano regulador en caso de que las desviaciones den por resultado el incumplimiento de un límite o condición operacional.

9.26. En las instrucciones de explotación se dispondrá lo necesario para que la instalación se lleve a un estado operacional seguro después de un incidente operacional previsto, lo que podría requerir la parada de la instalación.

9.27. Cuando se proyecte una actividad no prevista en las instrucciones vigentes, se formularán instrucciones apropiadas, que serán examinadas y se someterán a la aprobación que corresponda antes de iniciar la actividad. Se impartirá capacitación adicional al personal de operaciones de que se trate con respecto a las instrucciones.

MANTENIMIENTO,CALIBRACIÓN,ENSAYOPERIÓDICOEINSPECCIÓN

9.28. Se llevarán a cabo el mantenimiento, la calibración, el ensayo periódico y la inspección para asegurar que las ESC importantes para la seguridad puedan funcionar con arreglo a lo previsto en el diseño y en los requisitos de seguridad. En este contexto, el término “mantenimiento” abarca las medidas tanto preventivas

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

como correctoras. También se efectuarán el mantenimiento, la calibración y el ensayo periódico del equipo necesario para aplicar el plan de emergencia en el emplazamiento.

9.29. Todas las actividades de mantenimiento, calibración, ensayo periódico o inspección se realizarán de conformidad con un programa basado en procedimientos escritos aprobados. Antes de que comience a funcionar la instalación, la entidad explotadora elaborará los programas de mantenimiento, calibración, ensayo periódico e inspección de las ESC importantes para la seguridad y obtendrá su aprobación. En estos procedimientos se especificarán las desviaciones del estado operacional normal de la instalación y se adoptarán disposiciones para la restauración de la configuración normal después que finalice la actividad. Para el mantenimiento, la calibración, el ensayo periódico y la inspección se utilizará un sistema de permisos de trabajo con arreglo al sistema de gestión. Sólo se permitirá la reanudación del funcionamiento normal después de que la persona encargada de coordinar el trabajo de mantenimiento haya aprobado los resultados de la evaluación del mantenimiento.

9.30. La frecuencia de las actividades de mantenimiento, calibración, ensayo periódico e inspección de las ESC importantes para la seguridad se ajustará a lo establecido en la documentación para la obtención de la licencia de la instalación.

9.31. Se identificarán y controlarán para asegurar su uso correcto el equipo y los elementos utilizados para el mantenimiento, la calibración, el ensayo periódico y la inspección.

9.32. Los resultados del mantenimiento, el ensayo y la inspección serán registrados y evaluados.

9.33. Los programas de mantenimiento, calibración, ensayo periódico e inspección serán examinados a intervalos regulares para incorporar las enseñanzas extraídas de la experiencia.

9.34. Se prestará especial atención a operaciones secundarias como la descontaminación, el lavado y la preparación para el mantenimiento o ensayo, ya que cuando se realizan estas operaciones se producen muchos incidentes en las instalaciones.

CONTROL DE LAS MODIFICACIONES

9.35. La entidad explotadora establecerá un proceso mediante el cual sus propuestas de cambios en el diseño, el equipo, las características de los materiales de alimentación, el control o la gestión se sometan a un grado de evaluación y escrutinio apropiado habida cuenta la importancia que el cambio tenga para la seguridad, de modo que las consecuencias directas y más amplias de la modificación puedan ser evaluadas adecuadamente (por el comité de seguridad; véase el párr. 9.15). El proceso incluirá un examen de las posibles consecuencias con objeto de asegurar que una modificación o un cambio previsto en una instalación no afecte negativamente a la operabilidad o seguridad de instalaciones asociadas o adyacentes.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DURANTE LA EXPLOTACIÓN

9.36. Las medidas de protección contra la exposición a las radiaciones del personal de explotación, incluidos contratistas y miembros del público, estarán en consonancia con los requisitos del órgano regulador y con los expuestos en la ref. [12].

9.37. En todos los estados operacionales las medidas de protección radiológica se aplicarán de modo que:

- a) garanticen que las exposiciones se mantengan por debajo de los límites reglamentarios;
- b) optimicen la protección radiológica.

Programa de protección radiológica

9.38. La entidad explotadora establecerá y aplicará un programa de protección radiológica destinado a asegurar que todas las actividades que puedan dar lugar a exposición a la radiación se planifiquen, supervisen, ejecuten y monitoricen. Todos los documentos y actividades asociados con la protección radiológica se ajustarán al sistema de gestión integrada de la organización (véase la sección 4).

9.39. En el programa de protección radiológica se especificarán las responsabilidades y disposiciones para:

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- a) la monitorización de los niveles de radiación y contaminación dentro y fuera del emplazamiento y el envío de avisos a los operadores en caso de anomalías;
- b) el control de la exposición a las radiaciones, debida a las operaciones de la instalación, de las personas presentes en el emplazamiento;
- c) el control de la exposición a las radiaciones fuera del emplazamiento;
- d) la preparación, según los riesgos que plantee la instalación, para la gestión de emergencias en el emplazamiento;
- e) el control del transporte de materiales radiactivos dentro y fuera del emplazamiento.

9.40. Todo el personal de explotación será individualmente responsable de poner en práctica las medidas de control de las exposiciones en el curso de su labor, con arreglo a lo especificado en el programa de protección radiológica.

9.41. La entidad explotadora administrará la instalación de manera que se optimice la protección contra las exposiciones externas e internas del personal. Durante la explotación, las exposiciones externas e internas se gestionarán de acuerdo con el principio de optimización de la protección, con un equilibrio adecuado de las reglas y prácticas sobre:

- a) administración interna y descontaminación del equipo y las zonas;
- b) mantenimiento y modificaciones;
- c) explotación.

9.42. En posibles condiciones de accidente, las consecuencias radiológicas se mantendrán en un nivel bajo mediante elementos técnicos de seguridad y procedimientos y medidas de gestión de accidentes estipulados en el plan de emergencia.

9.43. Los resultados de la monitorización del programa de protección radiológica se compararán con los límites y condiciones operacionales y se adoptarán medidas correctoras cuando sea necesario. Además, se determinarán anualmente metas con respecto a las dosis anuales. Los resultados se compararán con estas metas y se investigarán las divergencias.

Personal de protección radiológica

9.44. En el programa de protección radiológica se preverá el establecimiento en la entidad explotadora de un grupo de protección radiológica con el nombramiento de oficiales de protección radiológica cualificados, técnicamente competentes en

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

asuntos de protección radiológica y bien informados de los aspectos radiológicos del diseño, la explotación y los riesgos de la instalación.

9.45. El personal de protección radiológica prestará asesoramiento al personal de explotación y tendrá acceso a los niveles de gestión de la entidad explotadora con facultades para establecer y poner en vigor procedimientos operacionales.

Control de la exposición ocupacional

9.46. Para los fines de la protección radiológica, se medirán, registrarán y evaluarán las dosis absorbidas por todas las personas que puedan estar ocupacionalmente expuestas a niveles de radiación significativos, según lo establecido por el órgano regulador y lo expuesto en la ref. [12]. Estos registros se pondrán a disposición de las personas expuestas y del órgano regulador u otro órgano designado por éste. Se adoptarán disposiciones para conservar estos registros durante el período que exija la legislación nacional.

Control de la contaminación

9.47. La propagación de la contaminación radiactiva se controlará y reducirá al mínimo en la medida en que sea posible. Se limitará el acceso a zonas en que los niveles de contaminación puedan causar la exposición de los trabajadores a altas dosis y el nivel de control aplicado estará en proporción al riesgo (véase la ref. [12]).

9.48. En particular, cuando haya probabilidad de exposición, se dotará a la fuerza de trabajo de equipo de protección personal para su protección contra riesgos probables.

CONTROL DE LA CRITICIDAD DURANTE LA EXPLOTACIÓN

9.49. Todas las operaciones con materiales fisibles se realizarán de modo que se impida un accidente de criticidad.

9.50. Todas las operaciones para las que sea pertinente la seguridad nuclear con respecto a la criticidad estarán regidas por procedimientos escritos. En ellos se especificarán todos los parámetros que está previsto que controlen y los criterios que se habrán de cumplir.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

9.51. Las desviaciones de procedimientos y los cambios imprevistos en las condiciones de los procesos que afecten a la seguridad nuclear con respecto a la criticidad se notificarán al personal directivo y se investigarán con prontitud. El órgano regulador también será informado. Se adoptarán medidas para impedir que se repitan.

Personal encargado de cuestiones de criticidad

9.52. Cuando proceda, la entidad explotadora nombrará a funcionarios cualificados especializados en criticidad nuclear que tengan conocimientos de física de la criticidad nuclear y de las normas de seguridad, los códigos y las prácticas óptimas conexas, y que estén familiarizados con las operaciones de la instalación. En la medida necesaria, esta función se realizará con independencia de la gestión de las operaciones.

9.53. El personal encargado de cuestiones de criticidad nuclear prestará asistencia para la capacitación del personal, brindará asesoramiento técnico y conocimientos especializados para la formulación de procedimientos operacionales, y comprobará y validará todas las operaciones que puedan exigir el control de la criticidad (véanse las refs. [20, 21]).

GESTIÓN DE DESECHOS Y EFLUENTES RADIATIVOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN

9.54. La instalación se explotará de manera que, en la medida de lo posible, se controle y reduzca al mínimo la generación de desechos radiactivos de todo tipo para asegurar que las emisiones radiactivas al medio ambiente tengan el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, facilitar la manipulación y disposición final de los desechos, y facilitar la clausura de la instalación.

9.55. La gestión de desechos sólidos, líquidos y gaseosos dentro de la instalación, y, llegado el momento, su retirada de ella, estarán en consonancia con los requisitos establecidos en la ref. [2].

9.56. En términos más generales, todas las actividades relativas a los efluentes y desechos radiactivos y químicos peligrosos (incluidos los procedentes de las actividades de descontaminación) se llevarán a cabo con arreglo a una política integrada de gestión de desechos, y al sistema de gestión y los requisitos reglamentarios.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

9.57. Las descargas de efluentes radiactivos y químicos peligrosos serán monitorizadas, y los detalles se registrarán para verificar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios aplicables. Los detalles se notificarán periódicamente al órgano regulador, de conformidad con sus requisitos.

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y QUÍMICA DURANTE LA EXPLOTACIÓN

9.58. Según la naturaleza de la instalación, el grado de riesgo para el público o el personal que plantean los riesgos químicos e industriales para el público o el personal puede ser mayor o menor que el que entrañan los materiales radiactivos. La entidad explotadora, según proceda, tendrá acceso a los conocimientos técnicos necesarios en materia de seguridad y establecerá disposiciones para reducir al mínimo los riesgos químicos e industriales para el público, el personal y el medio ambiente.

9.59. La entidad explotadora dispondrá lo necesario para garantizar la seguridad contra incendios sobre la base de un análisis de seguridad contra incendios, que será examinado periódicamente y actualizado según sea necesario. Esas disposiciones comprenderán lo siguiente: control de combustibles (limitación) y fuentes de ignición (separación) de conformidad con la documentación para la obtención de la licencia; evaluación de las posibles repercusiones de las modificaciones en el análisis de la seguridad contra incendios o los sistemas de protección contra incendios; mantenimiento, ensayo e inspección de medidas de protección contra incendios; establecimiento de una capacidad manual de extinción de incendios, y capacitación del personal de la instalación.

9.60. En particular:

- a) se utilizarán procedimientos escritos y se aplicará la monitorización para cerciorarse de que la concentración en el aire de gases inflamables (p. ej., hidrógeno) sea inferior al correspondiente límite inferior de combustibilidad en el aire, con un margen adecuado;
- b) el grupo de operaciones recibirá capacitación adecuada y periódica;
- c) se efectuarán simulacros a intervalos regulares.

9.61. Junto con las preocupaciones de seguridad contra incendios de carácter convencional asociadas a una instalación industrial, se evaluarán las cuestiones de seguridad contra incendios relacionadas con los materiales nucleares (p. ej., con referencia al uranio metálico).

PREPARACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIA

9.62. La entidad explotadora, teniendo en cuenta los riesgos potenciales de la instalación, elaborará un plan de emergencia en coordinación con otros órganos que desempeñen funciones en una emergencia, incluidas las autoridades públicas; establecerá la estructura orgánica necesaria, y asignará responsabilidades para la gestión de la respuesta a la emergencia. En la ref. [3] se establecen los requisitos relacionados con la preparación y la respuesta para casos de emergencia.

9.63. El plan de emergencia de la entidad explotadora comprenderá lo siguiente:

- a) la designación de personas que se encargarán de dirigir las actividades en el emplazamiento y de asegurar el enlace con las organizaciones situadas fuera del emplazamiento;
- b) los requisitos para la capacitación del personal;
- c) un listado de posibles accidentes y, si procede, descripciones de los accidentes y sus consecuencias previsibles;
- d) las condiciones que deben darse y los criterios que se aplicarán para declarar una emergencia, una lista de los cargos y/o funciones de las personas autorizadas a declararla, y una descripción de medios adecuados para dar aviso al personal de respuesta y las autoridades públicas;
- e) disposiciones para la evaluación de las condiciones radiológicas dentro y fuera del emplazamiento (del agua, la vegetación y el suelo, y mediante la toma de muestras de aire);
- f) disposiciones para reducir al mínimo la exposición de las personas a las radiaciones y asegurar el tratamiento médico de las víctimas;
- g) la evaluación del estado de la instalación y las medidas que se deberán adoptar en el emplazamiento para limitar la magnitud de las emisiones radiactivas y la propagación de la contaminación;
- h) la cadena de mando y de comunicación, incluida una descripción de instalaciones y procedimientos conexos;
- i) un inventario del equipo de emergencia que se mantendrá listo para su uso en lugares especificados;
- j) las medidas que deberán adoptar las personas y organizaciones que participen en la ejecución del plan de emergencia;
- k) disposiciones para declarar terminada una emergencia.

9.64. En el plan de emergencia, según sea necesario, se incluirán disposiciones para dar respuesta a emergencias que entrañen una combinación de riesgos no radiológicos y radiológicos, como un incendio junto con niveles de radiación o contaminación significativos, o gases tóxicos y/o asfixiantes junto con

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

radiación o contaminación, y se tendrán en cuenta las condiciones específicas del emplazamiento.

9.65. En el plan de emergencia se especificará el medio para informar a todas las personas que se encuentren en el emplazamiento sobre las medidas que se deberán adoptar en caso de emergencia.

9.66. El plan de emergencia estará sujeto a aprobación por el órgano regulador, según proceda, y se someterá a ensayo en un ejercicio antes de que el material radiactivo se introduzca en la instalación. Después de ello se realizarán ejercicios del plan de emergencia a intervalos adecuados, algunos de ellos en presencia del órgano regulador. Algunos de estos ejercicios se realizarán de manera integrada con las organizaciones de respuesta locales, regionales y nacionales, según corresponda, y en ellos participará el mayor número posible de organizaciones interesadas. Los planes estarán sujetos a examen y actualización a la luz de la experiencia adquirida.

9.67. Los instrumentos, herramientas, equipos, documentos y sistemas de comunicación que hayan de utilizarse en las respuestas a emergencias se conservarán en buenas condiciones de funcionamiento, y se mantendrán disponibles de forma que sea improbable que se vean afectados o queden imposibilitados para su uso por producirse accidentes postulados.

VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

Examen periódico de la seguridad

9.68. La entidad explotadora realizará una reevaluación sistemática de la seguridad de la instalación a intervalos regulares, y de conformidad con los requisitos reglamentarios nacionales, para analizar los efectos acumulativos y consecuencias del envejecimiento, las modificaciones, los adelantos técnicos, la experiencia operacional (véase el párr. 4.26) y los cambios en las características del emplazamiento (véanse los párrs. 5.9 y 5.10).

9.69. La entidad explotadora presentará al órgano regulador los resultados de los exámenes periódicos de la seguridad, que se consignarán en las actualizaciones de la documentación para la obtención de la licencia de la instalación.

Auditoría y examen

9.70. Un elemento fundamental de la gestión y verificación de la seguridad es la capacidad de una organización para establecer un proceso continuo de examen y mejora eficaces. Para establecer este proceso, la entidad explotadora examinará periódicamente el comportamiento de la instalación desde el punto de vista operacional y de la seguridad con el fin de identificar, investigar y corregir tendencias negativas que puedan repercutir en la seguridad. Ese proceso también abarcará la cultura de la seguridad y la mejora de actitudes y el entorno operacional para la explotación en condiciones de seguridad.

9.71. En apoyo de este proceso, la entidad explotadora aplicará un programa de autoevaluación, comprendidas auditorías e inspecciones, con el posible uso de indicadores de comportamiento apropiados.

9.72. En la ref. [22] se incluyen orientaciones sobre la auditoría y el examen para las centrales nucleares.

10. CLAUSURA DE LA INSTALACIÓN

ASPECTOS GENERALES

10.1. La entidad explotadora adoptará disposiciones para la clausura de la instalación en el futuro (incluidas disposiciones de financiación), que se someterán a la aprobación del órgano regulador con suficiente antelación a la parada de la instalación. En la ref. [23] se establecen los requisitos para la clausura de una instalación.

PLAN DE CLAUSURA

10.2. **“El titular de la licencia preparará un plan de clausura y lo mantendrá actualizado durante toda la vida útil de la instalación, en conformidad con los requisitos del órgano regulador, a fin de demostrar que se puede llevar a cabo la clausura en condiciones de seguridad para alcanzar el estado final definido”** (ref. [23], requisito 10). Aunque algunas instalaciones existentes quizás no hayan sido diseñadas o explotadas teniendo presente la clausura, la entidad explotadora realizará todas las actividades operacionales, entre ellas el

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

mantenimiento, la modificación y los experimentos, de modo que faciliten la clausura cuando llegue el momento.

10.3. En el plan de clausura se tendrá en cuenta el almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final de los desechos generados durante la etapa de clausura.

10.4. Para facilitar la ejecución del plan de clausura y la finalización de esta, la entidad explotadora:

- a) conservará los recursos, pericia y conocimientos necesarios relativos al diseño y la explotación para la clausura, y mantendrá registros y documentos relacionados con los procesos de diseño, construcción, explotación y clausura, de modo que esa información pueda transferirse a cualquier entidad explotadora sucesora o de apoyo;
- b) durante el período que especifique el órgano regulador después de finalizar la clausura, velará por el mantenimiento de los registros y documentos, incluida información clave, como los resultados del reconocimiento radiológico final;
- c) comunicará al órgano regulador periódicamente toda información relacionada con la seguridad que estipulen las condiciones de la licencia.

10.5. El plan de clausura será examinado regularmente y se actualizará según se requiera para tener en cuenta, en particular, los cambios en la instalación o de los requisitos reglamentarios, los adelantos tecnológicos y, por último, las necesidades de la operación de clausura. Si ocurre un suceso anormal, se requerirá un nuevo plan de clausura o la modificación del existente.

OPERACIÓN DE CLAUSURA

10.6. Cuando se haya decidido someter una instalación a régimen de parada, la entidad legalmente responsable de su clausura presentará al órgano regulador una solicitud de autorización para clausurar la instalación, junto con el plan de clausura final [2, 23].

10.7. Si la intención es someter la instalación a régimen de parada y aplazar la clausura, se demostrará en el plan de clausura final que esa opción es segura y que en la elaboración de dicho plan se tienen en cuenta posibles incidentes durante este período de parada. Se demostrará que no se impondrán cargas indebidas a las generaciones futuras. Se formulará un programa de mantenimiento y vigilancia

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

adecuado, que se someterá a la aprobación del órgano regulador, con el fin de garantizar la seguridad durante el período de aplazamiento.

10.8. Si la parada de una instalación es repentina, como, por ejemplo, en caso de accidente, ésta se llevará a una situación de seguridad antes de que comience la clausura, de conformidad con el plan de clausura aprobado.

10.9. Las actividades de clausura pueden generar volúmenes importantes de desechos en periodos breves, y los desechos pueden variar considerablemente en cuanto a tipo y actividad e incluso incluir grandes objetos. La entidad explotadora velará por que se disponga de medios apropiados para gestionar los desechos en condiciones de seguridad. Se escogerán técnicas de desmantelamiento y descontaminación que reduzcan al mínimo la generación de desechos y la contaminación en el aire.

10.10. Las actividades de clausura como la descontaminación, el corte y la manipulación de equipo de gran tamaño y el desmantelamiento progresivo o la eliminación de algunos sistemas de seguridad existentes pueden dar lugar a nuevos riesgos. Las repercusiones en la seguridad de estas actividades se evaluarán y gestionarán de modo que esos riesgos queden mitigados.

10.11. La entidad explotadora asegurará la protección de los trabajadores y la población contra la exposición, no sólo en la clausura, sino también como resultado de la ocupación posterior o el uso del emplazamiento clausurado. La entidad explotadora aplicará requisitos nacionales de protección radiológica, establecidos con arreglo a la ref. [12].

10.12. El personal que lleve a cabo la clausura de la instalación recibirá capacitación adecuada y tendrá la debida competencia para esa labor. La entidad explotadora velará por que el personal entienda bien y aplique las normas pertinentes en materia de medio ambiente, salud y seguridad.

FINALIZACIÓN DE LA CLAUSURA

10.13. Antes de que un emplazamiento sea declarado apto para su uso irrestricto, se realizará un estudio con el fin de demostrar que se han cumplido las condiciones de punto final establecidas por el órgano regulador. (Véase la ref. [23], requisito 15).

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

10.14. Si un emplazamiento no puede ser declarado apto para su uso irrestricto, se mantendrá un control apropiado para garantizar la protección de la salud humana y el medio ambiente. (Véase la ref. [23], párr. 9.3).

10.15. Se elaborará un informe de clausura final, incluido todo estudio de confirmación final que se precise, que se conservará con otros registros, según proceda.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

Apéndice I

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE DE URANIO

Los requisitos que se indican a continuación son específicos para las instalaciones de fabricación de combustible de uranio donde los conjuntos combustibles (p. ej., de PWR, BWR, HWR, CANDU y AGR) se fabrican a partir de UF_6 con uranio poco enriquecido cuya concentración de ^{235}U no es superior al 6 %, derivado de uranio natural, muy enriquecido o reprocesado. No son aplicables a las instalaciones que manipulan combustibles de uranio natural o de uranio metálico. En la ref. [24] figuran orientaciones para dar cumplimiento a los requisitos para instalaciones de fabricación de combustible de uranio.

DISEÑO

FUNCIONES DE SEGURIDAD

I.1. La instalación se diseñará para impedir un accidente de criticidad y la emisión accidental de materiales peligrosos. El diseño mantendrá las exposiciones a la radiación debidas a operaciones normales en el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

DISEÑO TÉCNICO

I.2. Al igual que en el caso de los materiales radiactivos, la contención de riesgos químicos incluirá el control de cualquier ruta hacia el lugar de trabajo o el medio ambiente.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

I.3. La seguridad con respecto a la criticidad se garantizará con medidas preventivas.

I.4. Se dará preferencia al logro de la seguridad con respecto a la criticidad mediante el diseño, en la medida de lo posible, más que con medidas administrativas.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

I.5. La seguridad con respecto a la criticidad se conseguirá manteniendo uno o más de los siguientes parámetros del sistema dentro de límites subcríticos en las operaciones normales, en el caso de incidentes operacionales previstos (p. ej., el llenado excesivo de una vasija) y en el de condiciones de accidente base de diseño o condiciones equivalentes (p. ej., debido a un incendio, inundación o pérdida de refrigerante):

- a) masa y enriquecimiento del material fisible presente en un proceso;
- b) configuración geométrica (limitación de las dimensiones o forma) del equipo de procesamiento;
- c) concentración de material fisible en soluciones;
- d) grado de moderación;
- e) control de reflectores;
- f) presencia de absorbentes de neutrones apropiados.

I.6. La seguridad del diseño de una instalación de fabricación de combustible de uranio se demostrará mediante un análisis de criticidad específico en que se consideren los siguientes factores importantes, tanto por separado como en combinación:

- a) Enriquecimiento: en todas las evaluaciones se utilizará el enriquecimiento autorizado máximo en cualquier parte de la instalación, a menos que se demuestre la imposibilidad de alcanzar este nivel de enriquecimiento de conformidad con el principio de la doble contingencia.
- b) Masa: se evaluará la seguridad con respecto a la criticidad con márgenes importantes.
- c) Configuración geométrica: el análisis incluirá la distribución de la instalación y las dimensiones de las tuberías, las vasijas y otras unidades de procesamiento.
- d) Concentración y densidad: se adoptará un enfoque conservador.
- e) Moderación: el análisis tendrá en cuenta un rango de grados de moderación para determinar las condiciones más reactivas que podrían producirse.
- f) Reflexión: se formulará una hipótesis conservadora con respecto a la reflexión.
- g) Interacción de los neutrones: se tomará en consideración la interacción de los neutrones entre todas las unidades de la instalación que puedan intervenir.
- h) Absorbentes de neutrones: cuando se tengan en cuenta en el análisis de seguridad, y si hay riesgo de degradación, la presencia e integridad de los absorbentes de neutrones podrán verificarse durante los ensayos periódicos.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

En los cálculos de la criticidad se considerarán las incertidumbres en los parámetros de los absorbentes (p. ej., masa y densidad).

I.7. De conformidad con los reglamentos nacionales, la seguridad con respecto a la criticidad en instalaciones de fabricación de combustible de uranio se demostrará en las zonas en que la masa del material fisible rebasa un nivel umbral. De ese análisis se derivarán las ESC importantes para la seguridad y los límites y condiciones operacionales asociados a la seguridad con respecto a la criticidad.

CONFINAMIENTO CONTRA LA EXPOSICIÓN INTERNA Y LOS RIESGOS QUÍMICOS

Protección radiológica ocupacional

I.8. En relación con el uso de cajas de guantes (p. ej., para el confinamiento de uranio reprocesado), las especificaciones del diseño estarán en proporción a los riesgos específicos de la instalación de fabricación de combustible de uranio.

Protección ambiental

I.9. Se tomarán en consideración la eficiencia de los filtros y su resistencia a los productos químicos (p. ej., HF), las altas temperaturas de los gases de combustión y las condiciones de incendio.

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

Protección contra incendios y explosiones internos

I.10. Se instalará un sistema de detección y/o supresión que esté en proporción a los riesgos de incendios y explosiones internos y que cumpla los requisitos nacionales.

I.11. La instalación de dispositivos automáticos con pulverización se evaluará con detenimiento para las zonas en que pueda haber uranio, teniendo en cuenta el riesgo de criticidad.

I.12. En zonas con atmósfera potencialmente explosiva, se protegerá la red y el equipo eléctricos de conformidad con los reglamentos de seguridad industrial.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Sistemas de instrumentación y control relacionados con la seguridad para condiciones de accidente

Control de la criticidad

I.13. En todas las zonas en que se encuentre presente una cantidad importante de material fisible se instalarán detectores de radiación (detectores de rayos gamma y/o de neutrones), con alarmas sonoras y, en caso necesario, visibles, para iniciar la evacuación inmediata de la zona afectada, a menos que pueda demostrarse que hay escasa probabilidad de que ocurra un accidente de criticidad.

Monitorización de emisiones químicas

I.14. Se instalarán detectores en zonas con un peligro químico significativo (p. ej., debido a UF₆, HF) y con ocupación limitada, a menos que pueda demostrarse que hay escasa probabilidad de que ocurra una emisión de productos químicos.

EXPLOTACIÓN

CUALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

I.15. En las instalaciones de fabricación de combustible de uranio se prestará atención específicamente a la cualificación y capacitación del personal para hacer frente a riesgos radiológicos (principalmente criticidad y contaminación) y riesgos convencionales concretos como los riesgos químicos y el peligro de incendios.

I.16. Una respuesta inapropiada a un incendio o explosión en la instalación podría agravar las consecuencias del suceso (p. ej., riesgos radiológicos, incluso de criticidad, riesgos químicos). La entidad explotadora organizará actividades de capacitación específica y simulacros para el personal, así como para los miembros de servicios externos de protección contra incendios y salvamento.

EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

I.17. Si la instalación está destinada a producir paralelamente pastillas de combustible de distinto enriquecimiento, las operaciones se organizarán de

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

modo que excluyan la mezcla de polvos, pastillas y barras de distinto grado de enriquecimiento.

I.18. Para reducir al mínimo el número de sucesos, se prestará mucha atención a su prevención en incidentes operacionales previstos, operaciones no ordinarias y operaciones secundarias como descontaminación, lavado y preparación para mantenimiento o ensayo.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

I.19. En la transferencia de polvo o soluciones de uranio en una instalación de fabricación de combustible de uranio, se impedirán los “lotes dobles” (es decir, la transferencia de dos lotes de material fisible en vez de un lote durante un proceso de fabricación de combustible) mediante el diseño y con medidas de control administrativo.

I.20. Si hay que retirar uranio de vasijas o tuberías, sólo se utilizarán contenedores aprobados.

MANIPULACIÓN DE UF_6 SÓLIDO EN EL EMPLAZAMIENTO

I.21. Se tendrán en cuenta las repercusiones de un incendio en un cilindro de UF_6 sólido (p. ej., un incendio relacionado con un transportador de cilindros de UF_6).

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

I.22. Se seguirá con mucha atención el confinamiento de polvos de uranio y el control de la contaminación en el lugar de trabajo.

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIA

I.23. Se establecerán disposiciones de emergencia para accidentes de criticidad, la emisión de materiales radiactivos y materiales químicos peligrosos, principalmente F_2 , UF_6 , HF y NH_3 , y la propagación de incendios y explosiones.

I.24. En un incendio se utilizará un medio de extinción que no cree por sí mismo un peligro de criticidad.

Apéndice II

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE DE MEZCLA DE ÓXIDOS

Los requisitos que figuran a continuación son específicos para las instalaciones de fabricación de combustible de MOX que manipulan, procesan y almacenan: a) óxido de plutonio para usos militares y para usos civiles; b) óxido de uranio empobrecido, natural o reprocesado; y/o c) MOX fabricado a partir de lo anterior utilizable como material de alimentación para fabricar barras y conjuntos de combustible de MOX para la exportación y utilización posteriores en LWR y FBR. Los procesos inherentes son secos, y estos requisitos no se aplican al procesamiento previo, o pulido, de polvos de óxido. En la ref. [25] se formulan orientaciones sobre el cumplimiento de los requisitos asociados a las instalaciones de fabricación de combustible de MOX.

DISEÑO

FUNCIONES DE SEGURIDAD

II.1. La instalación se diseñará para prevenir un accidente de criticidad y la liberación accidental de materiales peligrosos. En el diseño las exposiciones a la radiación derivadas de las operaciones normales se mantendrán en el grado más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

DISEÑO TÉCNICO

II.2. En el diseño, la exposición ocupacional a la radiación incluirá únicamente la exposición externa y no se considerarán dosis internas mensurables en los trabajadores en operaciones normales. Para evitar dosis internas en operaciones normales, el objetivo del diseño será contener el material radiactivo, reducir al mínimo su propagación a zonas de trabajo y detectar niveles muy bajos de contaminación en el aire.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

II.3. La seguridad con respecto a la criticidad se garantizará con medidas preventivas.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

II.4. Se dará preferencia al logro de la seguridad con respecto a la criticidad mediante el diseño, en la medida posible, más que con medidas administrativas.

II.5. La seguridad con respecto a la criticidad podrá lograrse manteniendo uno o más de los parámetros del sistema mencionados a continuación dentro de límites subcríticos en operaciones normales, para incidentes operacionales previstos y para condiciones de accidente base de diseño (o equivalentes):

- a) PuO_2 (entrada):
 - i) masa y configuración geométrica conforme a la especificación de seguridad relacionada con la composición isotópica y la moderación de PuO_2 ;
 - ii) presencia de absorbentes de neutrones apropiados.
- b) UO_2 (entrada): masa y configuración geométrica conforme a la especificación de seguridad relacionada con la composición isotópica y la moderación de UO_2 .
- c) Polvo de MOX: el polvo de MOX se forma en el proceso de fabricación del combustible, y el riesgo de criticidad asociado se evaluará conforme a la especificación isotópica y el contenido de PuO_2 en cada una de las etapas del proceso. Se considerarán la masa, la configuración geométrica y la moderación.

II.6. En lo que respecta a los laboratorios y, de ser necesario, a los desechos sólidos de plutonio, la masa y la configuración geométrica seguras (para almacenamiento) del plutonio se evaluarán con la composición isotópica determinada en el párr. II.5 a) o el párr. II.5 c).

II.7. La seguridad del diseño de una instalación de fabricación de combustible de MOX quedará demostrada mediante un análisis específico de criticidad en el que se tengan en cuenta los factores importantes que figuran a continuación, tanto por separado como en combinación:

- a) Composición isotópica del plutonio, contenido de PuO_2 y enriquecimiento de uranio (si $^{235}\text{U} > 1\%$): las composiciones máximas autorizadas en cualquier parte del proceso se utilizarán en todas las evaluaciones a menos que se demuestre la imposibilidad de alcanzar esta composición o contenido de Pu (y enriquecimiento de uranio en caso necesario) de conformidad con el principio de doble contingencia.
- b) Masa: se evaluará la seguridad respecto de la criticidad con márgenes significativos.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- c) Configuración geométrica: se analizará la configuración de la instalación (lugares de almacenamiento), y las dimensiones de las tuberías, vasijas y otras unidades de procesos.
- d) Densidad y forma de los materiales: se adoptará un enfoque conservador.
- e) Concentración y densidad (en laboratorios analíticos y unidades de efluentes líquidos): se adoptará un enfoque conservador.
- f) Moderación: en el análisis se tendrá en cuenta un margen de grados de moderación para determinar las condiciones más reactivas que pudieran ocurrir.
- g) Reflexión: en el análisis de la criticidad se formulará una hipótesis conservadora en lo que respecta a la reflexión.
- h) Interacción de neutrones: se tomará en consideración la interacción de neutrones entre todas las unidades de la instalación que puedan contener materiales fisibles.
- i) Absorbentes de neutrones: cuando se tienen en cuenta en el análisis de seguridad, y si hay riesgo de degradación, la presencia e integridad de los absorbentes de neutrones será verificable durante los ensayos periódicos. En los cálculos de criticidad se considerarán las incertidumbres en los parámetros de los absorbentes (p. ej., masa y densidad).

II.8. De conformidad con los reglamentos nacionales, se demostrará la seguridad con respecto a la criticidad para las instalaciones de fabricación de combustible de MOX en zonas donde la masa del material fisible rebase una cifra de umbral. De ese análisis se derivarán las ESC importantes para la seguridad y los límites y condiciones operacionales asociados a la seguridad con respecto a la criticidad.

CONFINAMIENTO DE MATERIALES NUCLEARES

II.9. La contención será el método primordial para el confinamiento contra la propagación de la contaminación con polvo. La contención se conseguirá con dos sistemas de contención complementarios: el estático y el dinámico:

- a) El sistema de contención estático constará al menos de dos barreras estáticas entre el material radiactivo y el medio ambiente.
- b) El sistema de contención dinámico se utilizará para crear flujo de aire hacia el equipo con mayores niveles de contaminación.

II.10. La instalación de fabricación de combustible de MOX se diseñará concretamente para asegurar que, en operaciones normales, el material radiactivo quede confinado dentro de la primera barrera estática. La segunda barrera estática

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

se concebirá con elementos para el control de la contaminación en el aire con objeto de reducir al mínimo las exposiciones a la radiación de trabajadores en estados operacionales y limitar la contaminación dentro de la instalación en la medida de lo posible.

II.11. En el diseño de una instalación de fabricación de combustible de MOX se tendrán en cuenta los criterios de rendimiento en lo que atañe a los sistemas de ventilación y contención, con inclusión de la diferencia de presión entre zonas, los tipos de filtro que se emplearán, la presión diferencial a través de los filtros y la velocidad de flujo apropiada para estados operacionales.

II.12. Se tomarán en consideración la eficiencia de los filtros y su resistencia a los productos químicos, las altas temperaturas de los gases de combustión y las condiciones de incendio.

Protección ocupacional

II.13. Las instalaciones de fabricación de combustible de MOX se diseñarán con un sistema de ventilación de tamaño apropiado en zonas de la instalación donde se haya reconocido un potencial importante para la concentración de materiales peligrosos en el aire.

Protección ambiental

II.14. Si hay probabilidades de que ocurra una fuga en la conexión de los filtros o en su contorno, en el diseño se tendrá en cuenta la realización de ensayos (de conformidad con las normas aceptadas, como las de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)) para determinar el tipo de eficiencia de eliminación con respecto a los filtros de la última etapa y asegurar que ésta se corresponda con la eficiencia de eliminación utilizada en el diseño.

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

Protección contra incendios y explosiones internos

II.15. Se instalará un sistema de detección y/o supresión que esté en proporción al riesgo de incendio y cumpla los requisitos nacionales.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

II.16. Se instalarán dispositivos de extinción, de operación automática o manual, con el uso de un material de extinción adecuado en zonas en que sea posible un incendio y en que las consecuencias de un incendio pudieran provocar la amplia dispersión de la contaminación fuera de la primera barrera estática. La instalación de dispositivos automáticos con aspersion con agua se evaluará detenidamente para las zonas en que puedan estar presentes uranio, plutonio y/o polvo de MOX, habida cuenta del riesgo de criticidad.

II.17. En las zonas con atmósferas potencialmente explosivas, se protegerá la red y el equipo eléctricos de conformidad con los reglamentos de seguridad industrial.

Fugas y derrames

II.18. En las zonas de procesos en que se utilice una modalidad de moderación para el control de la criticidad, a menos que se tenga en cuenta la presencia de líquidos o la posible fuga de líquidos en evaluaciones de la criticidad, quedarán excluidos los tubos de líquido o se utilizará un mínimo de dos barreras físicas en condiciones normales y en otras condiciones de la instalación, o el volumen de líquido se limitará y controlará mediante el diseño (p. ej., aceite para la prensa de pastillas).

II.19. Se podrán utilizar líquidos en los laboratorios. Su uso se limitará y controlará si es necesario mediante sistemas de detección de derrames.

II.20. Los derrames de material radiactivo (polvo) de las vasijas de procesos quedarán contenidos en cajas de guantes, aunque tales derrames pueden aún producir riesgos de criticidad. La posibilidad de estos sucesos se considerará en el análisis de seguridad.

Pérdida de evacuación del calor de desintegración

II.21. Los sistemas de refrigeración se evaluarán de conformidad con las funciones de seguridad de la instalación de fabricación de combustible de MOX.

Caídas de carga

II.22. Los sistemas de manipulación se concebirán para reducir la frecuencia de caídas de carga. Las consecuencias de estas posibles caídas se reducirán al mínimo.

Fallos mecánicos

II.23. Las medidas para la seguridad industrial del equipo de diseño no nuclear instalado en cajas de guantes (p. ej., guardas mecánicas) se adaptarán al medio nuclear.

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Sistemas de instrumentación y control asociados a la seguridad en operaciones normales

Control de la criticidad

II.24. En las operaciones normales se medirán y controlarán varios parámetros para prevenir un estado de criticidad. Estos parámetros serán de alta integridad y se calibrarán en relación con normas conocidas. Los cambios en los códigos y datos de computadoras se controlarán aplicando un alto nivel de exigencia mediante el sistema de gestión.

Control de las cajas de guantes

II.25. Las cajas de guantes se dotarán de sistemas de instrumentación y control para dar cumplimiento a los requisitos respecto de las presiones negativas.

Monitorización de dosis internas

II.26. Se instalará equipo para tomar continuamente muestras del aire en la zona de respiración de los trabajadores para la evaluación retrospectiva de las dosis debidas a exposición interna. Los equipos portátiles e instalados serán capaces de detectar la contaminación superficial en las personas, el equipo, los productos y otros objetos para verificar el confinamiento efectivo del material radiactivo.

Control de efluentes gaseosos

II.27. Se efectuarán mediciones en tiempo real para confirmar que los sistemas de filtración funcionan eficazmente. Se medirán constantemente las descargas.

Sistemas de instrumentación y control asociados a la seguridad para condiciones de accidente

Control de la criticidad

II.28. Los detectores de radiación (detectores gamma y/o de neutrones), con alarmas sonoras y, en caso necesario, visibles para iniciar la evacuación inmediata de la zona afectada, cubrirán todas las zonas en que haya una cantidad importante de material fisible, a menos que pueda demostrarse que es muy improbable que ocurra un accidente de criticidad.

GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

Generación de desechos

II.29. Se tomarán en consideración todas las situaciones en que puedan generarse desechos a fin de asegurar que se tomen en cuenta las posibles repercusiones de los desechos en la seguridad de la instalación, que su generación se reduzca al mínimo y que se disponga de un medio para su manipulación, recolección y disposición final.

Eliminación de desechos

II.30. Los desechos se ensacarán primeramente en la caja de guantes y luego se retirarán de ella a través de una abertura a la que se sujetan los sacos para insertar los desechos, que se retiran después de ser precintados para mantener el confinamiento. La abertura tendrá un tamaño que se ajuste al volumen de desechos previsto, que pueden contener equipo que haya sido reemplazado. Los filtros de las cajas de guantes y el sistema de ventilación tendrán elementos técnicos. En todos los casos, las disposiciones asegurarán el confinamiento, el control de la criticidad (de ser necesario) y el control de las dosis de los operadores.

Recolección de desechos

II.31. Se establecerán elementos de diseño para la recolección y el transporte de desechos en contenedores con el fin de lograr un nivel adicional de confinamiento. Se tendrá en cuenta el control de la criticidad, si es necesario, y la exposición del operador a las radiaciones cuando se hayan recogido varios sacos de desechos.

Almacenamiento provisional de desechos

II.32. Se diseñarán lugares de almacenamiento para garantizar el control de la criticidad en caso necesario, el control del confinamiento y el control de la exposición de los operadores a la radiación.

GESTIÓN DE EMISIONES AÉREAS Y LÍQUIDAS

II.33. Las descargas se medirán constantemente.

OTROS ASPECTOS DEL DISEÑO ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE DE MOX

Lugares de almacenamiento intermedio de MOX y PuO₂

II.34. En el diseño de los lugares de almacenamiento intermedio de MOX y PuO₂ para las instalaciones de fabricación de combustible de MOX, se tomarán en consideración los siguientes aspectos:

- a) criticidad;
- b) incendio;
- c) confinamiento;
- d) evacuación del calor (si procede);
- e) exposición de los operadores debida al ingreso en el lugar de almacenamiento y a la manipulación del material;
- f) acceso para dar respuesta a incidentes operacionales previstos como la caída de bandejas de pastillas;
- g) mantenimiento del equipo de manipulación, izaje y transferencia instalado en el lugar de almacenamiento.

Política de mantenimiento

II.35. La política de mantenimiento se determinará antes de que se establezca el diseño.

CONSTRUCCIÓN

II.36. La construcción de instalaciones de fabricación de combustible de MOX suele durar varios años, puesto que son instalaciones complejas y los trabajadores de la construcción, incluidos ingenieros y arquitectos, pueden cambiar de trabajo y ser sustituidos. Durante el período de construcción se mantendrá el conocimiento y la experiencia relacionados con la construcción.

PUESTA EN SERVICIO

II.37. El plutonio o la puesta en servicio del “procesamiento en caliente” exigen cambios fundamentales en las disposiciones relativas al personal y el equipo, la contención, la criticidad y el control de la radiación:

- En lo que concierne a la fuerza de trabajo, la cultura de la seguridad se perfeccionará con el fin de garantizar la operación con plutonio en condiciones de seguridad.
- La dirección velará por que tanto la instalación como la fuerza de trabajo estén plenamente listas para el cambio antes de que éste tenga lugar.

EXPLOTACIÓN

CUALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

II.38. Se prestará especial atención a la capacitación de los trabajadores en operaciones de las cajas de guantes, incluidas las medidas que deben tomarse si se produce contaminación.

II.39. Con respecto a las instalaciones de fabricación de combustible de MOX, se prestará atención concretamente a la cualificación y capacitación del personal en relación con los riesgos radiológicos (p. ej., criticidad, exposición externa, contaminación) y los riesgos convencionales específicos (p. ej. peligro de incendio), la seguridad física y los simulacros de emergencia.

II.40. Una respuesta inapropiada a un incendio o explosión en la instalación podría agravar las consecuencias del suceso (p. ej., riesgos radiológicos que incluyen la criticidad, riesgos químicos). La entidad explotadora organizará la capacitación específica de bomberos y personal de salvamento externos.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

II.41. Si hay que retirar polvos de PuO_2 o de MOX del equipo, sólo se utilizarán contenedores aprobados.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

II.42. Se prestará suma atención al confinamiento de polvos de PuO_2 y de MOX y al control de la contaminación en el lugar de trabajo.

II.43. El equipo de medición de dosis se adaptará para que mida correctamente las dosis de radiación gamma y neutrónica.

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIA

II.44. Se establecerán disposiciones de emergencia para accidentes de criticidad, la emisión de material radiactivo y la propagación de incendios y explosiones.

II.45. En caso de un incendio, se utilizará un medio de extinción que no cree por sí mismo un riesgo de criticidad.

CLAUSURA

II.46. Se garantizará la seguridad con respecto a la criticidad para el almacenamiento provisional de desechos contaminados con plutonio generados por el desmantelamiento de cajas de guantes y su contenido.

Apéndice III

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA INSTALACIONES DE CONVERSIÓN E INSTALACIONES DE ENRIQUECIMIENTO DE URANIO

Los siguientes requisitos son específicos para las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento que manipulan, procesan y almacenan uranio empobrecido, natural y poco enriquecido cuya concentración de ^{235}U no es superior al 6 %, que pudiera obtenerse del uranio natural, muy enriquecido, empobrecido o reprocesado. En la ref. [26] figuran orientaciones sobre el cumplimiento de los requisitos para las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento de uranio.

DISEÑO

FUNCIONES DE SEGURIDAD

III.1. La instalación se diseñará para prevenir un accidente de criticidad y la liberación accidental de materiales peligrosos. En el diseño se mantendrán las exposiciones a la radiación debidas a las operaciones normales en el grado más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

DISEÑO TÉCNICO

III.2. Con respecto al diseño técnico:

- a) En lo referente a la prevención de la criticidad, se diseñarán vasijas para el límite de enriquecimiento máximo autorizado.
- b) Al igual que en el caso del material radiactivo, la protección contra los riesgos químicos en las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento incluirá el control de cualquier ruta de ingreso de productos químicos en el lugar de trabajo y en el medio ambiente.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

III.3. La seguridad con respecto a la criticidad se garantizará con medidas preventivas.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

III.4. Se otorgará preferencia al logro de la seguridad con respecto a la criticidad mediante el diseño, en la medida posible, más que con medidas administrativas.

III.5. La seguridad con respecto a la criticidad para las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento se conseguirá manteniendo uno o más de los parámetros del sistema que se indican a continuación dentro de límites subcríticos en operaciones normales, para incidentes operacionales previstos y para accidentes base de diseño (o equivalentes):

- a) masa y enriquecimiento de material fisible presente en un proceso;
- b) configuración geométrica e interacción (limitaciones en relación con las dimensiones, la forma o el espaciamento) del equipo de procesamiento;
- c) concentración de material fisible en soluciones;
- d) grado de moderación;
- e) presencia de absorbentes de neutrones apropiados.

III.6. La seguridad del diseño para las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento se demostrará mediante un análisis de criticidad específico en que se consideren los siguientes factores importantes tanto por separado como en combinación:

- a) Enriquecimiento: el enriquecimiento máximo autorizado en cualquier parte de la instalación capaz de procesar material fisible se utilizará en todas las evaluaciones, a menos que, de conformidad con el principio de doble contingencia, para una parte determinada de la instalación pueda demostrarse que podrá utilizarse un enriquecimiento inferior para la evaluación.
- b) Masa: la seguridad con respecto a la criticidad se evaluará con márgenes importantes.
- c) Configuración geométrica: en el análisis se incluirá la configuración de la instalación y las dimensiones de los tubos, vasijas y otras unidades de procesos. Se tomará en consideración el potencial de cambio en las dimensiones durante el funcionamiento.
- d) Concentración: se adoptará un enfoque conservador. En el análisis se analizará una variedad de concentraciones de uranio para las soluciones con el fin de determinar las condiciones más reactivas que podrían ocurrir. A menos que pueda garantizarse la homogeneidad de la solución, se considerará la concentración de uranio del peor de los casos en las partes de procesamiento y almacenamiento de la instalación.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- e) Moderación: en el análisis se tendrá en cuenta una escala de grados de moderación para determinar las condiciones más reactivas que pudieran ocurrir.
- f) Reflexión: en el análisis de criticidad se formulará una hipótesis conservadora con respecto a la reflexión.
- g) Interacción de neutrones: se tendrá en cuenta la interacción de neutrones entre todas las unidades de la instalación que puedan intervenir, incluida cualquier unidad móvil que pueda acercarse al complejo.
- h) Absorbentes de neutrones: cuando se tengan en cuenta en el análisis de seguridad, y si hay riesgo de degradación, la presencia y la integridad de los absorbentes de neutrones serán verificables durante los ensayos periódicos. En los cálculos de criticidad se considerarán las incertidumbres en los parámetros de los absorbentes.

III.7. De conformidad con los reglamentos nacionales, se demostrará la seguridad con respecto a la criticidad para las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento en zonas donde la masa del material fisible rebase una cifra de umbral. De ese análisis se derivarán las ESC importantes para la seguridad y los límites y condiciones operacionales asociados a la seguridad con respecto a la criticidad.

CONFINAMIENTO DE MATERIALES RADIATIVOS

Protección ocupacional

III.8. El cuidado que se ponga para reducir al mínimo la contaminación estará en consonancia con el enriquecimiento y la proporción del uranio que constituya uranio reprocesado. Cuanto más alto sea el enriquecimiento (y por tanto el efecto del ^{234}U) y mayor sea la proporción del uranio que constituya uranio reprocesado (y por tanto los efectos del ^{234}U y de las trazas de elementos transuránicos y productos de fisión), mayor será el cuidado que se pondrá para reducir al mínimo la contaminación.

Protección ambiental

III.9. Se tomarán en consideración la eficiencia de los filtros y su resistencia a los productos químicos (p. ej., HF y NH_3), las altas temperaturas de los gases de combustión y las condiciones de incendio.

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

Protección contra incendios y explosiones internos

III.10. Se instalará un sistema de detección y/o supresión, de conformidad con los riesgos y los requisitos nacionales.

III.11. La instalación de dispositivos automáticos de extinción de incendios con aspersores de agua se evaluará detenidamente en relación con las zonas en que puede estar presente UF_6 , habida cuenta del riesgo potencial de generación de HF y sucesos de criticidad en relación con el material enriquecido.

III.12. En las zonas con atmósferas potencialmente explosivas, se protegerá la red y el equipo eléctricos de conformidad con los reglamentos de seguridad industrial.

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Sistemas de instrumentación y control asociados a la seguridad en operaciones normales

III.13. Antes de calentarse un cilindro de UF_6 , se medirá el peso de UF_6 y se confirmará que esté por debajo del límite de llenado (p. ej., utilizando una segunda báscula independiente).

III.14. Si el sistema tiene la capacidad para alcanzar una temperatura en que pueda darse una ruptura hidráulica, la temperatura durante el calentamiento se limitará mediante dos sistemas independientes.

III.15. En las instalaciones de enriquecimiento por difusión, se emplearán detectores de concentración de contaminantes en línea (p. ej., detectores que utilicen freones y analizadores infrarrojos de aceites) para evitar reacciones químicas incontroladas entre el UF_6 y posibles impurezas.

Sistemas de instrumentación y control asociados a la seguridad para condiciones de accidente

Control de criticidad

III.16. Los detectores de radiación (detectores gamma y/o de neutrones), con alarmas sonoras y, en caso necesario, visibles para iniciar la evacuación inmediata de la zona afectada, cubrirán todas las zonas en que haya una cantidad importante de material fisible, a menos que pueda demostrarse que es muy improbable que ocurra un accidente de criticidad.

Monitorización de emisiones químicas

III.17. Se instalarán detectores en zonas con un riesgo químico significativo (p. ej., debido a UF_6 , HF o CIF_3) y con ocupación limitada, a menos que pueda demostrarse que hay escasa probabilidad de que ocurra una emisión de productos químicos.

EXPLOTACIÓN

CUALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

III.18. En las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento se prestará atención específicamente a la cualificación y capacitación del personal para hacer frente a riesgos radiológicos (principalmente criticidad y contaminación) y riesgos convencionales concretos, como los de productos químicos e incendios.

III.19. Los operadores recibirán capacitación en la manipulación y procesamiento en condiciones de seguridad de grandes cantidades de UF_6 y otros productos químicos peligrosos, cuyo nivel de detalle estará en proporción con los riesgos asociados a la operación. Para las emisiones de UF_6 y de otros productos químicos que produzcan nubes visibles, se impartirá capacitación periódica a todo el personal del emplazamiento para que siga el procedimiento de “observar, evacuar o buscar refugio, y notificar”.

III.20. Se impartirá capacitación sobre lo siguiente:

- a) Prevención y mitigación de incendios y explosiones que puedan producir emisiones radiactivas;

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- b) Aplicación de controles de criticidad asociados a operaciones en las que haya uranio enriquecido.

III.21. Una respuesta inapropiada a un incendio o explosión en la instalación podría agravar las consecuencias del suceso (p. ej., riesgos radiológicos, incluso de criticidad, riesgos químicos). La entidad explotadora organizará actividades de capacitación específica para el personal de servicios externos de protección contra incendios y salvamento.

MANTENIMIENTO, ENSAYOS PERIÓDICOS E INSPECCIÓN

III.22. El deterioro a largo plazo de los cilindros de UF_6 y los daños por corrosión de las clavijas y válvulas debido a influencias tanto internas como externas se reconocen como posibles fuentes de problemas de fugas. Se establecerá un programa de inspección en instalaciones de almacenamiento a largo plazo para monitorizar y registrar el nivel de corrosión (particularmente en las clavijas y válvulas y a lo largo de las soldaduras de falda).

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

III.23. En los casos en que pudiera haber altas concentraciones de HF en la corriente de productos de una instalación de enriquecimiento, se mantendrá la presión por debajo de la presión del vapor de HF a esa temperatura para evitar la condensación de HF durante la cristalización (desublimación) de UF_6 en un cilindro o vasija intermedia.

III.24. Si hay que retirar uranio de las vasijas o tuberías, sólo se utilizarán contenedores aprobados.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

III.25. Se proporcionará ventilación y/o protección respiratoria adecuadas para proteger a los trabajadores y controlar la propagación de la contaminación cuando se abran equipos y contenedores que alberguen material radiactivo como cilindros de UF_6 .

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

III.26. Se instituirán requisitos adecuados en cuanto a tiempo, distancia y blindaje para trabajadores, tales como manipuladores de cilindros de UF_6 que pudieran quedar expuestos a campos de radiación directa importantes.

RIESGO DE SOBRELLENADO DE CILINDROS

III.27. Se establecerán límites de llenado de cilindros para garantizar que el calentamiento de un cilindro sobrellenado no provoque la ruptura del cilindro.

RIESGO DE SOBRECALENTAMIENTO DE LOS CILINDROS

III.28. Cuando existe la posibilidad de calentamiento de un cilindro a una temperatura por encima de la del punto triple de UF_6 , se verificará que el peso del cilindro esté por debajo de su límite de llenado mediante una báscula, que se señalará como importante para la seguridad.

III.29. Si el sistema tiene la capacidad para alcanzar una temperatura en que pueda ocurrir ruptura hidráulica, la temperatura durante el calentamiento se limitará mediante dos sistemas independientes. En caso de sobrellenado del cilindro, el UF_6 en exceso se transferirá sólo por sublimación.

MANIPULACIÓN EN EL EMPLAZAMIENTO DE UF_6 SÓLIDO

III.30 Se tomarán en consideración las repercusiones de un incendio en un cilindro de UF_6 sólido (p. ej., incendio en que intervenga un transportador de cilindros de UF_6).

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS

III.31. Se preparará un plan de emergencia, que se centrará en los siguientes aspectos para la respuesta inmediata:

- a) La toxicidad química del UF_6 y sus productos de reacción (HF y UO_2F_2), que predomina sobre la radiotoxicidad del uranio;
- b) La rápida progresión, sin período de gracia, de la mayoría de los escenarios que culminarían con consecuencias toxicológicas.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

III.32. En el caso de un incendio o una emisión de UF_6 , las medidas adoptadas o el medio utilizado para responder a la emergencia no crearán un suceso de criticidad o agravarán el riesgo químico.

CLAUSURA

III.33. El uranio procedente de la limpieza postoperacional se recuperará en la mayor medida posible.

III.34. En la clausura activa de las instalaciones de conversión y las instalaciones de enriquecimiento, antes de la limpieza en húmedo, la pérdida del control de criticidad se impedirá mediante el proceso siguiente, que puede ser iterativo:

- 1) Efectuar una comprobación visual para determinar si hay uranio retenido;
- 2) Proceder a la limpieza en seco en caso de retención de uranio;
- 3) Medir la retención de masa de ^{235}U si no es posible la inspección visual (se realizará el desmantelamiento y la limpieza en seco con posterioridad si se mide una cantidad significativa de ^{235}U).

III.35. Se aplicarán procedimientos especiales para que el control de criticidad se mantenga en el equipo de desmantelamiento cuya criticidad se controle por la configuración geométrica.

Apéndice IV

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE REPROCESAMIENTO

Los siguientes requisitos se aplican específicamente a las instalaciones de reprocesamiento que utilizan procesos de extracción líquido-líquido (p. ej., los procesos de recuperación del plutonio y el uranio por extracción (PUREX)) a escala industrial. La participación de las instalaciones de reprocesamiento en el tratamiento del combustible gastado procedente de las centrales nucleares y los reactores de investigación consiste en la recuperación del material fisible (uranio y plutonio) para fabricar combustible sin irradiar, p. ej. combustible de MOX para reactores de agua ligera o combustible para reactores reproductores rápidos. Los procesos que se abarcan en el presente documento son: el cizallamiento, desenvainado y disolución del combustible gastado; todos los ciclos químicos de separación y purificación (comprendida la eliminación de disolventes de las soluciones acuosas, el tratamiento y reacondicionamiento de disolventes, y la recuperación de ácidos); la concentración de productos de fisión y de nitrato de plutonio y de uranio; la conversión en óxidos del nitrato de plutonio y el nitrato de uranio; y el almacenamiento de esos productos y el almacenamiento provisional de los desechos del proceso (p. ej., el almacenamiento en vasijas de soluciones de los productos de fisión).

Las instalaciones de reprocesamiento contienen todos los materiales radiactivos y en ellas se plantean todos los riesgos conexos que se pueden dar en el ciclo del combustible nuclear.

El presente apéndice no trata de procesos como los que se realizan en instalaciones de descarga de cofres, las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado y las de acondicionamiento de desechos, p. ej., las instalaciones de vitrificación de desechos de actividad alta o de inmovilización de lodo radiactivo. En la ref. [2] se presentan requisitos de seguridad para instalaciones de acondicionamiento de desechos.

SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

IV.1. En la selección del emplazamiento de nuevas instalaciones de reprocesamiento en emplazamientos complejos y extensos, en los que puede haber diversas instalaciones, se tendrán en cuenta las posibilidades de interacción con las instalaciones existentes, independientemente de la fase en que estas se

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

encuentren (es decir, en construcción, puesta en servicio, explotación, régimen de parada o clausura). En la ref. [17] se establecen los requisitos relativos a la evaluación del emplazamiento de instalaciones nucleares.

DISEÑO

FUNCIONES DE SEGURIDAD

IV.2. La instalación se diseñará de forma que se impida un accidente de criticidad y la emisión accidental de materiales peligrosos. En el diseño se mantendrán las exposiciones a la radiación debidas a las operaciones normales y en condiciones de accidente en el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

DISEÑO TÉCNICO

IV.3. En el diseño se tendrá en cuenta la retroinformación obtenida de la experiencia operativa en instalaciones similares y la experiencia operativa pertinente en otras instalaciones industriales.

Refrigeración

IV.4. Los sistemas de refrigeración, comprendidos los elementos de apoyo, tendrán la capacidad, disponibilidad y fiabilidad suficientes para eliminar el calor producido por el decaimiento radiactivo o, en su caso, el calor producido por las reacciones químicas.

IV.5. Los sistemas de refrigeración, comprendidos los elementos de apoyo, para eliminar el calor producido por las reacciones químicas tendrán la capacidad, disponibilidad y fiabilidad suficientes para impedir un aumento incontrolado de la temperatura, p. ej., debido a un incendio durante la disolución de combustible gastado metálico en ácido nítrico.

IV.6. Los sistemas de refrigeración se diseñarán de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de fuga de refrigerante hacia zonas en las que pudiera causar un riesgo de criticidad.

Muestreo y análisis

IV.7. Se facilitarán medios apropiados para medir los parámetros de importancia para la seguridad de la instalación de reprocesamiento:

- en condiciones de funcionamiento normal, para asegurar que todos los procesos se realicen dentro de los límites y condiciones operacionales y para monitorizar su impacto ambiental;
- para detectar y gestionar las condiciones de accidente, como la criticidad.

IV.8. Se adoptarán las disposiciones necesarias para monitorizar los efluentes radiactivos y los efluentes posiblemente contaminados, antes de su descarga de la instalación en el medio ambiente y durante ese proceso.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

IV.9. La seguridad con respecto a la criticidad se garantizará con medidas preventivas.

IV.10. Se dará preferencia al logro de la seguridad con respecto a la criticidad mediante el diseño técnico, siempre que sea posible, más que con medidas administrativas.

IV.11. Como parte de la evaluación general de la seguridad de la instalación, se evaluará la seguridad con respecto a la criticidad antes de iniciar cualquier actividad en la que se utilice material fisible. Se tendrán en cuenta en la evaluación la amplia gama de formas posibles del material fisible y las condiciones de los procesos conexos. Se elaborarán criterios de seguridad y márgenes de seguridad para asegurar la subcriticidad sobre la base del factor de multiplicación de neutrones, k_{eff} , y/o sobre la base de parámetros de control, como la configuración geométrica, la masa, la concentración, la densidad, el enriquecimiento o la moderación.

IV.12. Se definirá una composición de referencia del material fisible (medio fisible de referencia). La evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad realizada con una referencia de este tipo será una hipótesis limitativa de la composición efectiva del material fisible que se esté manipulando o procesando, p. ej., en función de su masa, volumen y composición isotópica. Se asegurará, mediante la evaluación, que los procesos se realicen dentro de los límites y condiciones operacionales.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

IV.13. Se definirá un diagrama de flujo de referencia en el que se especificarán las composiciones y las tasas de flujo del material de alimentación activo y el material de alimentación reactivo. Se evaluarán los defectos relacionados con flujos o composiciones de reactivos incorrectos que pudieran tener repercusiones en la seguridad con respecto a la criticidad.

IV.14. Se prestará particular atención a los puntos de contacto del sistema⁹ en los que se produzca un cambio del estado del material fisible¹⁰ o del modo de control de la criticidad. También se prestará particular atención a la transferencia de material fisible de equipos con una configuración geométrica segura a equipos cuya configuración geométrica no cumpla los criterios de seguridad.

IV.15. Si el diseño de la instalación de reprocesamiento tiene en cuenta el crédito de quemado, su uso se justificará adecuadamente en la evaluación de seguridad con respecto a la criticidad.

IV.16. En la evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad se tendrán en cuenta las posibilidades de encauzamiento erróneo, acumulación, rebosamiento o derrame del material fisible (p. ej., una transferencia errónea debido a un error humano) o de remanente de material fisible (p. ej., de los evaporadores). Se prestará atención a las posibilidades de fugas con emisión de vapor que den lugar a un aumento de las concentraciones, en particular si existe la posibilidad de que la fuga de material fisible caiga sobre una superficie caliente.

IV.17. En la evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad, se tratará la elección de medios de extinción de incendios (p. ej., agua o polvo), y la seguridad en su uso.

IV.18. En la evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad, se tendrán en cuenta los efectos de la corrosión, la erosión y la vibración en sistemas expuestos a las oscilaciones, p. ej., fugas y cambios en la configuración geométrica. Si el control de la criticidad de líquidos fisibles se realiza mediante la configuración geométrica, la pérdida de la contención se preverá mediante el uso de bandejas de goteo a prueba del riesgo de criticidad o de sistemas de detección del nivel de líquido, por ejemplo.

⁹ Pueden darse puntos de contacto del sistema durante la transferencia de material fisible, p. ej., entre distintos procesos, vasijas para procesos, subinstalaciones o salas.

¹⁰ El estado del material fisible incluye, por ejemplo, su forma física y su forma y concentración química.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

IV.19. En la evaluación de la seguridad con respecto a criticidad, se tendrá en cuenta la posibilidad de inundaciones internas y externas y otros riesgos internos y externos que puedan comprometer las medidas de prevención de la criticidad.

IV.20. En la evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad, se tratará la posibilidad de utilizar venenos neutrónicos, como gadolinio o boro, durante el funcionamiento normal (p. ej., para aumentar la masa segura de material fisible en un disolvente), durante las desviaciones del funcionamiento normal (p. ej., disoluciones de venenos neutrónicos solubles por debajo de un límite de concentración especificado) y en condiciones de accidente.

CONFINAMIENTO DE MATERIALES RADIATIVOS

IV.21. La contención será el método primordial para el confinamiento contra la propagación de la contaminación. El confinamiento se obtendrá mediante dos sistemas de contención complementarios: uno estático (p. ej., una barrera física) y uno dinámico (p. ej., ventilación). Los sistemas de contención se diseñarán de modo que:

- se impida la dispersión inaceptable de contaminación transportada por el aire dentro de la instalación;
- se mantengan los niveles de contaminación transportada por el aire dentro de la instalación por debajo de los límites autorizados y en un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.

IV.22. La contención estática contará como mínimo con una barrera estática entre los materiales radiactivos y las zonas operativas (trabajadores) y como mínimo una barrera estática adicional entre las zonas operativas y el medio ambiente.

IV.23. La contención dinámica se diseñará de modo que se cree una diferencia de presión a fin de inducir un flujo de aire hacia las zonas que estén más contaminadas. La contención estática se diseñará de forma que su eficacia se mantenga, en la medida de lo posible, en caso de pérdida del confinamiento dinámico.

IV.24. En el diseño se tendrán en cuenta los criterios de rendimiento del sistema de ventilación, incluida la diferencia de presión entre zonas, los tipos de filtro que se deben utilizar, la diferencia de presión entre los filtros y la velocidad del flujo apropiada para los distintos estados operacionales.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

IV.25. Se tomarán en consideración la eficiencia de los filtros, comprendida una instalación incorrecta que pudiera dar lugar a la pérdida de la eficiencia, y factores que podrían dañar los filtros (p. ej., su resistencia a un grado de humedad alto, productos químicos, temperaturas elevadas y presión alta de los gases de combustión, y a condiciones de incendio), así como la acumulación de materiales. El diseño del sistema de ventilación, incluidos los filtros, facilitará la realización de ensayos.

Protección ocupacional

IV.26. En condiciones de funcionamiento normal, se reducirá al mínimo mediante el diseño la exposición interna, que será tan baja como sea razonablemente posible.

IV.27. Se tomarán en consideración las posibilidades de exposición a la radiación debido a una fuga o al encauzamiento erróneo de material radiactivo.

IV.28. En el diseño y la disposición del equipo de la planta se incluirán disposiciones para reducir al mínimo la exposición debida a las actividades de mantenimiento, inspección y ensayo, en la medida en que sea posible. Se prestará atención especial al diseño del equipo instalado en celdas calientes, p. ej., las unidades de actividad alta.

IV.29. En el diseño de la instalación se prestará atención a un mayor aumento del blindaje diseñado para hacer frente a la exposición externa, en la medida de lo posible, a fin de reducir las consecuencias de un accidente de criticidad.

IV.30. En el diseño y la disposición del blindaje se tendrá en cuenta su potencial de degradación.

Protección del público y del medio ambiente

IV.31. Se establecerán sistemas en la instalación de reprocesamiento para el tratamiento de los efluentes radiactivos líquidos y gaseosos con el objetivo de mantener las cantidades de esos efluentes por debajo de los límites autorizados para las descargas y en niveles tan bajos como sea razonablemente posible.

IV.32. En el diseño de la instalación de reprocesamiento se velará por que los efluentes radiactivos aéreos y líquidos procedentes de esa instalación sean recogidos, sometidos a tratamiento adecuado (p. ej., filtrados) y se confirme que

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

sus valores se encuentran dentro de los límites autorizados antes de su descarga, por medios adecuados, al medio ambiente.

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

Sucesos iniciadores internos

Incendios y explosiones

IV.33. Se tendrá en cuenta el riesgo de incendios, explosiones y presión interna excesiva debido a los siguientes aspectos, y se aplicarán medidas de seguridad apropiadas:

- uso de gases explosivos, líquidos inflamables y sustancias químicas como el hidrógeno y el peróxido de hidrógeno, el ácido nítrico, el fosfato de tributilo y sus diluyentes, y el nitrato de hidracina;
- generación de hidrógeno por radiolisis en soluciones acuosas u orgánicas y sólidos;
- formación de productos explosivos o inflamables por reacciones químicas, p. ej. las sustancias orgánicas nitradas (aceites rojos);
- materiales pirofóricos, p. ej., pequeñas partículas de zircaloy.

IV.34. En las zonas con atmósferas potencialmente explosivas, se protegerán adecuadamente la red y el equipo eléctricos.

IV.35. Se instalará un sistema de detección y/o supresión de alarmas proporcional al riesgo de incendio y explosión.

IV.36. A fin de evitar la propagación de un incendio por los conductos de ventilación y de mantener la integridad de los cortafuegos, los sistemas de ventilación estarán equipados con válvulas cortafuegos en lugares adecuados.

Fallo de equipos

IV.37. En el diseño de una instalación de reprocesamiento se evaluarán adecuadamente el rendimiento y las posibilidades de fallo del equipo de la planta para su uso en un entorno radiológico y nuclear. Las medidas para la seguridad industrial del equipo de diseño no nuclear instalado en cajas de guantes o celdas calientes (p. ej., guardas mecánicas, fusibles, precintos, aislamiento) se adaptarán al entorno, si es necesario.

Fugas

IV.38. Se aplicarán disposiciones para evitar y detectar fugas, y recoger el producto de fugas, debidas a la corrosión, erosión y vibración de los sistemas expuestos a oscilaciones. Se prestará atención a los equipos que contengan soluciones ácidas, especialmente cuando esas soluciones estén a altas temperaturas.

Inundaciones

IV.39. Las instalaciones de reprocesamiento se diseñarán de forma que se impida la fuga de líquido contaminado al medio ambiente en caso de inundación interna.

Pérdida de sistemas de apoyo

IV.40. En el diseño de una instalación de reprocesamiento se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca una pérdida prolongada de los sistemas de apoyo y elementos de apoyo, como la refrigeración y el suministro de energía, que precisan los sistemas de seguridad, y se evaluarán las repercusiones de esa pérdida en la seguridad.

IV.41. El diseño del suministro de energía eléctrica a una instalación de reprocesamiento garantizará la disponibilidad, sostenibilidad¹¹ y fiabilidad adecuadas de ese suministro. En caso de pérdida del suministro normal de electricidad, incluso por un período importante, p. ej. de varios días, se facilitará un suministro de energía eléctrica de emergencia a los elementos pertinentes importantes para la seguridad, que dependerá del estado operacional de la instalación de reprocesamiento (p. ej., funcionamiento normal, régimen de parada, mantenimiento o limpieza de la instalación). Se planificará el restablecimiento del suministro de energía eléctrica y se llevarán a cabo ejercicios para asegurar su utilización adecuada y oportuna tras una pérdida del suministro normal de electricidad.

¹¹ En este contexto, por sostenibilidad se entiende la capacidad de desempeñar la función requerida durante un período prolongado, de modo que se pueda alcanzar un estado seguro o poner en práctica disposiciones alternativas.

Caidas de carga

IV.42. En el diseño de una instalación de reprocesamiento se evaluará la posibilidad de las caídas de carga y sus repercusiones en la seguridad.

Proyectiles

IV.43. En el diseño de una instalación de reprocesamiento se tendrá en cuenta la posibilidad de la generación de proyectiles mediante los componentes rotatorios y se evaluarán sus repercusiones en la seguridad.

Sucesos iniciadores externos

Terremotos

IV.44. En cuanto a los riesgos sísmicos, se seleccionará un movimiento del suelo que sea adecuadamente conservador para garantizar:

- la estabilidad de los edificios y canales de transferencia entre edificios, y para asegurar la barrera última de confinamiento en caso de que se produzca un terremoto, teniendo en cuenta las consecuencias para los trabajadores, el público y el medio ambiente;
- la disponibilidad de las ESC pertinentes durante y tras el terremoto.

IV.45. Se adoptarán disposiciones (p. ej., en materia de instrumentación, sistemas de apoyo y procedimientos) para monitorizar después del terremoto el estado y las funciones de seguridad de la instalación de reprocesamiento.

Condiciones meteorológicas extremas

IV.46. Se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas extremas en el diseño de los elementos importantes para la seguridad (comprendida su ubicación), en particular de los sistemas de refrigeración para la eliminación del calor de desintegración en el lugar de almacenamiento de los desechos de actividad alta.

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Instrumentación

IV.47. Se facilitarán medios adecuados para medir los parámetros de los procesos de importancia para la seguridad de la instalación de reprocesamiento:

- en condiciones de funcionamiento normal, con miras a asegurar que todos los procesos se realicen dentro de los límites y condiciones operacionales y a señalar desviaciones importantes en los procesos;
- para detectar y gestionar condiciones de accidente, como cuando se alcanza la criticidad o se dan efectos adversos debidos a peligros externos como un terremoto o una inundación (p. ej., incendios, emisión de materiales peligrosos, pérdida de los sistemas de apoyo).

IV.48. Cuando se utilicen, los sistemas de control automatizados se diseñarán de forma que sean muy fiables, de acuerdo con la función que desempeñan en la seguridad de la instalación.

DESECHOS RADIATIVOS Y GESTIÓN DE EFLUENTES

IV.49. El diseño de la instalación de reprocesamiento permitirá la gestión segura de los desechos y efluentes radiactivos derivados de los estados operacionales, el mantenimiento y la limpieza periódica de la instalación. Se prestará la debida atención a las diversas naturalezas, composiciones y niveles de actividad de los desechos generados en la instalación.

IV.50. En el diseño de las instalaciones de reprocesamiento se procurará, en la medida de lo posible, que a todos los desechos que se prevé que se produzcan durante el ciclo de vida de la instalación se les asignen vías de disposición final. Cuando esas vías no existan en la fase de diseño de la instalación de reprocesamiento, se dispondrá lo necesario para facilitar opciones futuras que se hayan contemplado.

PUESTA EN SERVICIO

PROGRAMA DE PUESTA EN SERVICIO¹²

IV.51. Se prestará especial atención a asegurar que no se realicen ensayos de puesta en servicio que puedan colocar la central en un estado que no haya sido analizado o que no sea seguro. Se verificará en toda la medida que sea posible cada función de seguridad antes de pasar a una fase en la que esa función resulte necesaria.

IV.52. En el programa de puesta en servicio se abordará la capacidad para ensayar y mantener las ESC de la instalación de reprocesamiento una vez iniciada la explotación, especialmente en lo que atañe a las células calientes y el equipo para operaciones a distancia.

FASES DE LA PUESTA EN SERVICIO

Puesta en servicio no activo

IV.53. La puesta en servicio no activo (o “procesamiento en frío”) comprende todas las actividades de puesta en servicio y de inspección con o sin utilizar soluciones no activas antes de la introducción del material radiactivo.

IV.54. Como mínimo, se realizarán las siguientes actividades¹³:

- confirmación del comportamiento de los sistemas de blindaje y confinamiento, comprendida la confirmación de la calidad de las soldaduras de la contención estática;
- confirmación, de ser posible, del funcionamiento de las medidas de control de la criticidad;
- demostración de la disponibilidad de sistemas de detección de la criticidad y de alarma de criticidad;
- demostración del comportamiento de los sistemas de parada de emergencia;
- demostración de la disponibilidad de suministro de electricidad de emergencia;

¹² El gran tamaño de las instalaciones comerciales de reprocesamiento obliga a menudo a efectuar en fases el paso de la construcción a la puesta en servicio.

¹³ Hay Estados en los que se realizan algunas de las actividades en la fase de construcción, de conformidad con los requisitos nacionales.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- demostración de la disponibilidad de cualesquiera otros sistemas de apoyo, p. ej., de suministro de aire comprimido y de refrigeración.

Puesta en servicio activa

IV.55. Al final de la puesta en servicio activa (o “procesamiento en caliente”), se cumplirán todos los requisitos de seguridad aplicables a las operaciones activas. Cualquier excepción estará motivada en la justificación de la seguridad de la puesta en servicio.

IV.56. Durante la puesta en servicio, se confirmarán los límites operacionales y los valores normales de los parámetros importantes para la seguridad, así como los valores de las variaciones aceptables debidas a los estados transitorios y otras pequeñas perturbaciones de la instalación.

Informes sobre la puesta en servicio

IV.57. Los informes sobre la puesta en servicio indicarán las actualizaciones necesarias de la justificación de la seguridad y los cambios efectuados en las medidas de seguridad o las prácticas de trabajo durante la puesta en servicio.

EXPLOTACIÓN

IV.58. Se prepararán y evaluarán los criterios de aceptación de combustible gastado y un programa de alimentación¹⁴ para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia de explotación y en la evaluación de la seguridad en todos los procesos de reprocesamiento y que no se causen efectos inaceptables en los productos de la instalación de reprocesamiento en los desechos generados o en las descargas.

SISTEMA DE GESTIÓN

IV.59. Habida cuenta de la complejidad del diseño de la instalación de reprocesamiento y de los posibles riesgos que encierra, la entidad explotadora establecerá y mantendrá la calidad de las interfaces y los canales de comunicación

¹⁴ El programa de alimentación es la secuencia programada de alimentación con combustible de la parte de la cabecera de la instalación de reprocesamiento, incluido el disolvente.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

entre los diferentes grupos de personal de la instalación de reprocesamiento y entre esta y otras instalaciones del emplazamiento y de fuera de él.

Recepción de materiales radiactivos

IV.60. Se elaborarán procedimientos para garantizar que los materiales radiactivos que se reciben en la instalación sean caracterizados correctamente y aceptables antes de almacenarlos o de utilizarlos en ella.

EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

IV.61. El programa de alimentación se apoyará en los datos apropiados sobre el combustible, antes de comenzar la disolución de este, para confirmar que las características del combustible cumplen los requisitos de seguridad del programa de alimentación.

IV.62. En cada campaña de reprocesamiento, se determinarán los valores de los parámetros de control fundándose en las características efectivas del combustible y de la solución de combustible que se habrán de reprocesar en el programa de alimentación propiamente dicho de esa campaña y conforme exija la evaluación de la seguridad.

Documentación operativa

IV.63. Las instrucciones y los procedimientos de explotación comprenderán la(s) medida(s) que habrá que adoptar en caso de que se sobrepasen los límites y condiciones operacionales, para garantizar que se adopten medidas correctoras que impidan que se sobrepase un límite de seguridad.

IV.64. Se prestará especial atención a las disposiciones relativas a la transmisión eficiente y exacta de información y registros entre los equipos que hagan turnos (relevos de los equipos) y entre ellos y el turno de día.

Disposiciones específicas

IV.65. La entidad explotadora adoptará medidas para reducir al mínimo los riesgos que comporte el mantenimiento durante las paradas (períodos entre campañas).

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

IV.66. Se capacitará al personal pertinente en los principios generales del control de la criticidad, comprendidos los requisitos del plan de respuesta a emergencias.

IV.67. Se destinará a la instalación de reprocesamiento a un número suficiente de empleados cualificados en criticidad, conocedores de los aspectos de criticidad del diseño, la explotación y los riesgos de la instalación, para que den apoyo a la seguridad con respecto a la criticidad.

IV.68. El personal encargado del control de la criticidad que, en la medida en que sea necesario, será independiente de la dirección de operaciones, definirá y presentará a examen los procedimientos de la transferencia o el movimiento del material fisible durante los estados operacionales (comprendido su mantenimiento).

IV.69. El material fisible, especialmente los desechos y residuos cuyo contenido fisible no se haya monitorizado, no se recogerá ni colocará en contenedores que no hayan sido diseñados y aprobados específicamente para ese fin.

IV.70. Antes de cambiar la ubicación del equipo de procesamiento o sus conexiones de procesamiento, o de los reflectores de neutrones, habrá que actualizar la evaluación de la criticidad para determinar si es aceptable ese cambio.

IV.71. Se adoptarán disposiciones específicas para disminuir el riesgo de acumulación de fase orgánica en los tanques que reciben soluciones acuosas que contienen material fisible y detectar esas acumulaciones cuando se produzcan.

IV.72. Todas las transferencias de materiales fisibles, comprendidos desechos y residuos, se realizarán de conformidad con los requisitos sobre seguridad con respecto a la criticidad de la zona/instalación remitente y de la zona/instalación receptora y deberán ser certificados por la zona/instalación remitente y aceptados por la zona/instalación receptora antes del envío.

IV.73. Se reducirá al mínimo la posibilidad de que se añada a las soluciones fisibles de forma involuntaria agua, ácidos débiles o productos químicos neutralizadores (que se emplean con frecuencia para descontaminar), que pueden causar la precipitación o un cambio en las condiciones del diagrama de flujo (p. ej., que se malogre el proceso de extracción) con un riesgo de criticidad. Se

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

aislarán esas líneas de alimentación de líquidos o se las someterán a controles administrativos apropiados.

IV.74. En función del riesgo a que den lugar las acumulaciones de materiales fisibles, comprendidos los desechos y residuos, se concebirá y aplicará un programa de vigilancia para garantizar la detección de las acumulaciones no controladas de materiales fisibles e impedir que vuelvan a producirse.

IV.75. Se instaurarán y mantendrán disposiciones adecuadas para responder a un accidente de criticidad. Esas disposiciones comprenderán la elaboración de un plan de emergencia, la determinación de las responsabilidades y el suministro de equipo y procedimientos de explotación en caso de emergencia.

IV.76. Se evaluarán los reactivos¹⁵ químicos no fisibles que son importantes para la química de los procesos. Si la adición de un reactivo químico con una composición o en una cantidad errónea pudiese plantear un riesgo de criticidad, habrá que controlarla.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

IV.77. Se dispondrá de equipo apropiado, fijo o móvil, en la instalación de reprocesamiento para asegurar una monitorización radiológica adecuada en los estados operacionales y, en la medida de lo posible, en condiciones de accidente.

Control de las exposiciones externas e internas

IV.78. Durante la explotación (comprendidas las operaciones de mantenimiento) se controlará la prevención de las exposiciones internas y externas por medios físicos y administrativos para limitar la necesidad de utilizar equipo de protección del personal en la medida de lo posible.

¹⁵ En este contexto, el término “reactivos” puede referirse a ácidos, disolventes, agua y cualesquiera otros productos químicos que puedan añadirse al proceso.

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS, LA SEGURIDAD QUÍMICA Y LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

IV.79. Se tendrá presente, inclusive durante las operaciones de mantenimiento, la posibilidad de que estalle un incendio o se produzca una explosión y el control de las fuentes de ignición y los materiales potencialmente combustibles, comprendidas las sustancias químicas peligrosas y tóxicas que se utilicen en los procesos.

GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

IV.80. El tratamiento previo, el tratamiento y el almacenamiento de los desechos se organizarán de conformidad con criterios establecidos de antemano y con el sistema nacional de clasificación de desechos, y en esas actividades se tendrán en cuenta la capacidad de almacenamiento del emplazamiento y las opciones de disposición final (véase la ref. [2]).

IV.81. Los desechos de actividad alta se almacenarán en instalaciones que posean una función de eliminación del calor adecuadamente fiable, además de un confinamiento y un blindaje adecuados.

IV.82. Cuando se tome la decisión de almacenar desechos radiactivos hasta que se cuente con vías de disposición final, se conservará toda la información disponible sobre la caracterización de los desechos en archivos seguros y recuperables (esto se aplica a todos los registros relativos al diseño y de carácter técnico y operativo).

CLAUSURA

IV.83. Al aplicar medidas de clausura, comprendido el desmantelamiento de equipo que se utilizó para procesar materiales fisibles (p. ej., vasijas y cajas de guantes), se aplicarán procedimientos que garanticen que se mantenga el control de la criticidad.

IV.84. Se garantizará la seguridad con respecto a la criticidad del almacenamiento temporal de los desechos provenientes de la clausura que estén contaminados con material fisible.

Apéndice V

REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSTALACIONES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE

Los requisitos que figuran a continuación son específicos de las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible¹⁶ existentes en laboratorios y de las instalaciones que funcionan a escala experimental y de demostración que reciben, manipulan, procesan, examinan y almacenan una gran variedad de materiales radiactivos con características físicas muy diferentes (p. ej., uranio, torio, plutonio), otros actínidos (p. ej., americio, neptunio, curio), isótopos separados (fisibles y no fisibles), productos de fisión, materiales activados y combustible irradiado. Además, en esas instalaciones se utilizan otros muchos materiales, por ejemplo, grafito, boro, gadolinio, hafnio, circonio, aluminio, agua pesada y diversas aleaciones metálicas.

Las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible se pueden utilizar para investigar diversas técnicas de fabricación de combustible, y técnicas y procesos de reprocesamiento y de manipulación de desechos, así como para investigar las propiedades materiales del combustible antes y después de su irradiación en el reactor y para desarrollar equipo cuya utilización se contemple a escala industrial más adelante.

Las cuestiones de seguridad que figuran a continuación son específicas de las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible:

- la manipulación de pequeñas cantidades de materiales radiactivos;
- la diversidad de los experimentos que se llevan a cabo y la correspondiente evaluación de la seguridad, que podría abarcar diferentes experimentos;
- la manipulación de radionucleidos inusuales, como los actínidos ‘exóticos’, con los riesgos consiguientes;
- factores de organización y humanos, puesto que las operaciones son principalmente manuales y exigen la cooperación entre el personal de explotación de la instalación y el personal encargado de las actividades de investigación y desarrollo.

¹⁶ Las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible se caracterizan generalmente porque sus operaciones y procesos necesitan un gran margen de flexibilidad, pero normalmente tienen escasos inventarios de materiales fisibles y pueden realizar operaciones de manipulación directamente o a distancia.

DISEÑO

FUNCIONES DE SEGURIDAD

V.1. La instalación se diseñará de forma que se impida un accidente de criticidad y la emisión accidental de materiales peligrosos. En el diseño se mantendrán las exposiciones a la radiación debidas a las operaciones normales y en condiciones de accidente en el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

DISEÑO TÉCNICO

V.2 En la medida de lo posible, el diseño impedirá las concentraciones peligrosas de gases y de otros materiales explosivos o inflamables.

V.3 En el diseño se tendrá en cuenta la posible necesidad de restauración o de recuperación de materiales radiactivos a raíz de un accidente.

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

V.4. La seguridad con respecto a la criticidad se garantizará con medidas preventivas.

V.5. Se dará preferencia al logro de la seguridad con respecto a la criticidad mediante el diseño técnico, siempre que sea posible, más que con medidas administrativas.

V.6. En la evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad, se tratará la elección de medios de extinción de incendios (p. ej., agua, gas inerte o polvo) y la seguridad en su uso.

CONFINAMIENTO DE MATERIALES RADIATIVOS

V.7. La contención será el método primordial de confinamiento contra la propagación de la contaminación. El confinamiento se obtendrá mediante dos sistemas de contención complementarios: uno estático (p. ej., barreras físicas) y uno dinámico (p. ej., ventilación). Habida cuenta de la amplia gama de posibles riesgos radiológicos existentes en las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible, se seguirá un enfoque graduado al diseñar

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

los sistemas de contención con respecto a la naturaleza y la cantidad de barreras y su comportamiento, en función de la gravedad potencial de las consecuencias radiológicas del fallo de un sistema de contención.

PROTECCIÓN CONTRA LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN

V.8. Las actividades que se realizan en las instalaciones de investigación y desarrollo del ciclo del combustible se basan por lo general en datos analíticos de muestras. Los dispositivos de muestreo, los métodos de transferencia de muestras, el almacenamiento de las muestras y los laboratorios analíticos se diseñarán de modo tal que mantengan las exposiciones lo más bajas que se pueda razonablemente alcanzar.

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

Sucesos iniciadores internos

Incendio y explosión

V.9. Se instalará un sistema de detección y/o supresión proporcional al riesgo de incendio.

V.10. En las zonas con una atmósfera potencialmente explosiva, se protegerán adecuadamente la red y el equipo eléctricos.

EXPLOTACIÓN

SISTEMA DE GESTIÓN

Recepción de materiales radiactivos

V.11. La entidad explotadora elaborará procedimientos para garantizar que los materiales radiactivos que se reciban en la instalación sean caracterizados correctamente y aceptables antes de almacenarlos o de utilizarlos en ella.

Cualificación y capacitación del personal

V.12. Los operadores y los investigadores estarán cualificados y capacitados para manipular materiales radiactivos y efectuar ensayos y experimentos.

V.13. La entidad explotadora organizará actividades de capacitación específica y simulacros para el personal y para los miembros de servicios externos de protección contra incendios y salvamento. La entidad explotadora y los operadores reconocerán que una respuesta inapropiada a un incendio o explosión en la instalación podría agravar las consecuencias del suceso (p. ej., riesgos radiológicos, incluso de criticidad, y riesgos químicos).

PREVENCIÓN DE LA CRITICIDAD

V.14. Como en las actividades de investigación y desarrollo relativas a materiales fisibles, comprendida la labor de mantenimiento, se puede topar con riesgos de criticidad, se realizará una evaluación de la seguridad con respecto a la criticidad. Si hay que retirar material fisible del equipo, solo se utilizarán contenedores aprobados.

V.15. Todos los desechos y residuos provenientes de experimentos, procesos experimentales o toma de muestras, descontaminación o actividades de mantenimiento en que se hayan manipulado materiales fisibles se recogerán en contenedores con una configuración geométrica favorable y se registrarán y almacenarán en zonas de seguridad con respecto a la criticidad reservadas a ese fin.

V.16. Se tendrá presente la mezcla involuntaria de sustancias químicas que pudiere aumentar el riesgo de criticidad, (p. ej., la dilución de ácido que provoque la precipitación de materiales fisibles).

PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS

V.17. Se preparará un plan de emergencia, que se centrará en los siguientes aspectos con vistas a la respuesta inmediata:

- incendios y explosiones;
- accidentes de criticidad;

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- emisión de materiales peligrosos, tanto materiales radiactivos como productos químicos;
- pérdida de servicios, p. ej., suministro de electricidad y refrigerantes.

V.18. En caso de incendio o de emisión de materiales peligrosos (p. ej., UF_6), las medidas adoptadas o el medio utilizado para responder a la emergencia no crearán un riesgo de criticidad ni agravarán el riesgo químico.

CLAUSURA

V.19. Se aplicarán procedimientos especiales para que se mantenga el control de criticidad al desmantelar el equipo cuya criticidad controla la configuración geométrica.

V.20. Se garantizará la seguridad con respecto a la criticidad para el almacenamiento provisional de desechos contaminados con materiales fisibles, incluido el plutonio que se genera en la clausura, comprendido el desmantelamiento de cajas de guantes y su contenido.

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, *Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 5, OIEA, Viena (2010).
- [3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-R-2, OIEA, Viena (2004).
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, Edición de 2012, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSR-6, OIEA, Viena (2012).
- [5] GRUPO INTERNACIONAL ASESOR EN SEGURIDAD NUCLEAR, *La defensa en profundidad en seguridad nuclear; INSAG-10*, OIEA, Viena (1997).
- [6] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, *Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants 75-INSAG-3 Rev. 1, INSAG-12*, IAEA, Vienna (1999).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 1, OIEA, Viena (2010).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Organización y plantilla de personal del órgano regulador para instalaciones nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-1.1, OIEA, Viena (2006).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Review and Assessment of Nuclear Facilities by the Regulatory Body, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-1.2*, IAEA, Vienna (2002).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Inspección reglamentaria de las instalaciones nucleares y función coercitiva reglamentaria, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-1.3, OIEA, Viena (2008).

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Documentación empleada en la regulación de las instalaciones nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-1.4, OIEA, Viena (2008).
- [12] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 3 (Interim), OIEA, Viena (2011).
- [13] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Sistema de gestión de instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-R-3, OIEA, Viena (2011).
- [14] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Aplicación del sistema de gestión de instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-G-3.1, OIEA, Viena (2016).
- [15] GRUPO INTERNACIONAL ASESOR EN SEGURIDAD NUCLEAR, *Cultura de la Seguridad, 75-INSAG-4*, OIEA, Viena (1991).
- [16] 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).
- [17] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación del emplazamiento de instalaciones nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° NS-R-3, OIEA, Viena (2010).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.1*, IAEA, Vienna (2000).
- [19] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, *Nuclear Energy — Fissile Materials — Principles of Criticality Safety in Storing, Handling and Processing, ISO 1709:1995*, ISO, Geneva (1995).
- [20] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, *Nuclear Fuel Technology — Administrative Criteria Related to Nuclear Criticality Safety, ISO 14943:2004*, ISO, Geneva (2004).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Criticality Safety in the Handling of Fissile Material, IAEA Safety Standards Series No. SSG-27*, IAEA, Vienna (2014).
- [22] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, *Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, INSAG-13*, IAEA, Vienna (1999).
- [23] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clausura de instalaciones, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 6, OIEA, Viena (2017).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-6*, IAEA, Vienna (2010).
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-7*, IAEA, Vienna (2010).

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-5, IAEA, Vienna (2010).

Anexo I

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS SELECCIONADOS

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS EXTERNOS

Fenómenos naturales

Los fenómenos naturales serían, entre otros:

- a) Condiciones climáticas extremas: precipitación, incluidos lluvia, granizo, nieve, hielo; cristales de hielo; viento, incluidos tornados, huracanes, ciclones, tormentas de polvo, o tormentas de arena; rayos; temperaturas altas o bajas extremas; humedad extrema;
- b) Inundaciones;
- c) Terremotos y erupciones de volcanes;
- d) Incendios naturales;
- e) Efectos de flora y fauna terrestres y acuáticas (que originen bloqueos de conductos de entrada y salida y daños a estructuras).

Fenómenos provocados por los seres humanos

Los fenómenos provocados por los seres humanos serían, entre otros:

- a) Incendios, explosiones o emisiones de sustancias corrosivas o peligrosas (de instalaciones industriales o militares circundantes o infraestructuras de transporte);
- b) Choques de aeronaves;
- c) Impactos de misiles (debidos a fallos estructurales y/o mecánicos en instalaciones circundantes);
- d) Inundaciones (p. ej., avería de una presa, bloqueo de un río).
- e) Pérdida de suministro eléctrico;
- f) Luchas civiles (que provoquen averías de infraestructuras, huelgas y bloqueos).

SUCESOS INICIADORES POSTULADOS INTERNOS

Los sucesos internos serían, entre otros:

- a) Pérdida de energía y fluidos (p. ej., pérdida de suministro eléctrico, aire y aire comprimido, vacío, agua supercalentada y vapor, refrigerante, reactivos químicos y ventilación);
- b) Fallos en el uso de electricidad o productos químicos;
- c) Fallo mecánico, con inclusión de caídas de carga, ruptura (de vasijas o tuberías de retención de la presión), fugas (debidas a la corrosión), obturación;
- d) Fallos y errores humanos en los sistemas de instrumentación y control;
- e) Incendios y explosiones internos (debidos a la generación de gas y a riesgos relacionados con los procesos);
- f) Inundaciones (p. ej., rebosamiento de vasijas).

Anexo II

PRINCIPIOS DE DISPONIBILIDAD Y FIABILIDAD UTILIZADOS EN LA SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE

REDUNDANCIA

II.1. El principio de redundancia deberá aplicarse como principio de diseño para mejorar la fiabilidad de los sistemas importantes para la seguridad. En el diseño se deberá velar por que ningún fallo de las ESC importantes para la seguridad haga que éstas pierdan su capacidad para realizar sus funciones de seguridad previstas. Los conjuntos múltiples de equipo que no puedan someterse a ensayo por separado no podrán considerarse redundantes.

II.2. El grado de redundancia adoptado también tendrá que reflejar la posibilidad de fallos no detectados capaces de reducir la fiabilidad.

INDEPENDENCIA

II.3. Habrá que aplicar, según proceda, el principio de independencia (como el aislamiento funcional, o como la separación física mediante la distancia, barreras o la configuración del equipo o componentes de los procesos) para mejorar la fiabilidad de los sistemas, en particular con respecto a los fallos de causa común.

DIVERSIDAD

II.4. El principio de diversidad puede aumentar la fiabilidad y reducir la posibilidad de fallos de causa común. Tendrá que adoptarse para sistemas importantes para la seguridad siempre que sea apropiado y posible.

DOBLE CONTINGENCIA

II.5. En los diseños de procesos deberán incorporarse suficientes factores de seguridad con el fin de exigir al menos dos modificaciones improbables, independientes y simultáneas en las condiciones de los procesos antes de que sea posible un accidente de criticidad [II.1].

DISEÑO A PRUEBA DE FALLOS

II.6. Cuando sea posible, habrá que aplicar el principio de diseño a prueba de fallos a los componentes importantes para la seguridad, es decir, si un sistema o componente fallara, la instalación del ciclo del combustible pasará a un estado operacional seguro sin necesidad de iniciar medidas de protección o mitigación.

POSIBILIDAD DE COMPROBACIÓN

II.7. Todas las ESC importantes para la seguridad deberán diseñarse y organizarse de modo que sus funciones de seguridad puedan inspeccionarse y comprobarse adecuadamente. Las ESC importantes para la seguridad podrán someterse a mantenimiento, según proceda, antes de la puesta en servicio y, posteriormente, a intervalos apropiados y regulares con arreglo a su importancia para la seguridad. Si no es posible lograr que un componente pueda someterse a ensayo debidamente, en el análisis de seguridad se deberá tener en cuenta la posibilidad de fallos no detectados de ese equipo.

REFERENCIA DEL ANEXO II

[II.1.] AMERICAN NUCLEAR SOCIETY, ANSI/ANS-8.1-1998: Nuclear Criticality Safety in Operations with Fissionable Materials Outside Reactors, ANS (1998).

Anexo III

SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE

En el presente anexo se presenta a grandes rasgos el enfoque relacionado con la seguridad en el diseño de una instalación del ciclo del combustible.

ETAPA 1: DATOS DE ENTRADA

III.1. Los datos de entrada comprenden:

- a) La especificación de datos para la base de diseño de la instalación en función del producto que se utilizará, los procesos que se llevarán a cabo, la capacidad de producción, etc.;
- b) Los objetivos de seguridad de la instalación;
- c) La definición de las funciones de seguridad que deberá desempeñar la instalación.

III.2. En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, una función de seguridad es aquella cuya pérdida puede producir consecuencias radiológicas o químicas para la fuerza de trabajo, el público o el medio ambiente:

- a) El confinamiento contra la dispersión de material radiactivo y riesgos químicos y las funciones secundarias de seguridad conexas: integridad estructural; refrigeración (evacuación del calor de desintegración) y prevención de la radiolisis.
- b) La protección contra la irradiación externa.
- c) La prevención de la criticidad.

ETAPA 2: INDIVIDUALIZACIÓN DE RIESGOS

III.3. Individualización de todos los riesgos internos y externos (riesgos radiológicos y químicos):

- a) Riesgos externos, en base a una lista establecida.
- b) Riesgos radiológicos y químicos internos (específicos de la instalación o en base a una lista establecida, p. ej., párr. III.4). Los riesgos químicos sólo se tienen en cuenta cuando pueden producir consecuencias radiológicas.

III.4. Riesgos internos no nucleares

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

A continuación se enumeran los principales riesgos internos no nucleares:

- a) Pérdida de energía y fluidos (p. ej., pérdida de suministro eléctrico, aire y aire comprimido, vacío, agua supercalentada y vapor, refrigerante, reactivos químicos y ventilación);
- b) Fallos en el uso de electricidad o productos químicos;
- c) Fallo mecánico, con inclusión de caídas de carga, ruptura (de vasijas o tuberías de retención de la presión), fugas (debidas a la corrosión), obturación;
- d) Fallos y errores humanos en los sistemas de instrumentación y control;
- e) Incendios y explosiones internos (debidos a la generación de gas y peligros relacionados con los procesos);
- f) Inundaciones (p. ej., rebosamiento de la vasija).

ETAPA 3: EVALUACIÓN DE RIESGOS

Etapa 3.A. Elaboración de escenarios de sucesos e individualización de los sucesos iniciadores postulados

III.5. En esta etapa, los riesgos especificados durante la etapa de individualización de peligros se vinculan a los sucesos iniciadores postulados al elaborarse los escenarios de sucesos. Estos escenarios de sucesos pueden agruparse por tipo de suceso y de riesgo (p. ej., pérdida de confinamiento, criticidad, peligro de incendio).

III.6. Suceso iniciador postulado es el suceso definido en el diseño como capaz de propiciar incidentes operacionales previstos o condiciones de accidente. Los sucesos iniciadores postulados pueden provocar una emisión de cantidades importantes de radiación y/o material radiactivo y materiales químicos conexos según los riesgos.

Etapa 3.B. Evaluación de las consecuencias de los escenarios de sucesos

III.7. En cada escenario o grupo de escenarios de sucesos se estiman las consecuencias para los trabajadores, la población y el medio ambiente.

Etapa 3.C. Definición de estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad y sus requisitos de seguridad

III.8. Para los escenarios que posiblemente provoquen consecuencias inaceptables se definen las ESC importantes para la seguridad que cumplen las funciones de seguridad necesarias.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

III.9. En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, una barrera específica para prevenir sucesos iniciadores y mitigar las consecuencias de accidentes se designa como una ESC importante para la seguridad.

III.10. En el contexto de las instalaciones del ciclo del combustible, un accidente base de diseño es un accidente en relación con el cual se diseña una instalación conforme a criterios de diseño establecidos de modo que las consecuencias se mantengan dentro de límites definidos. Estos accidentes son sucesos con respecto a los cuales se adoptan medidas de diseño al diseñarse la instalación. Las medidas de diseño tienen la finalidad de prevenir un accidente o mitigar sus consecuencias si éste ocurre. Los accidentes pueden agruparse en un solo caso representativo delimitante si se relacionan con el mismo riesgo individualizado y, por tanto, tienen un conjunto común de ESC importantes para la seguridad. Para los accidentes de criticidad, se aplican medidas preventivas específicas (p. ej., el principio de doble contingencia). Las medidas de mitigación relacionadas con las consecuencias de un accidente de criticidad y la evaluación de esas consecuencias se regulan mediante la legislación nacional. Por consiguiente, las medidas de mitigación de los accidentes de criticidad y las evaluaciones de sus consecuencias no son forzosamente parte del enfoque del accidente base de diseño.

III.11. Además de los accidentes base de diseño, se especifican también los incidentes operacionales previstos y se evalúan sus posibles consecuencias. La seguridad del diseño se logra velando por que sean aceptables las posibles consecuencias de todos los accidentes base de diseño e incidentes operacionales previstos.

III.12. Estados de la instalación

Estados operacionales		Condiciones de accidente	
Funcionamiento normal ¹	Incidentes operacionales previstos ²	Accidentes base de diseño	Accidentes que exceden del de base de diseño

¹ Funcionamiento normal es aquel que se desarrolla dentro de límites y condiciones operacionales especificados.

² Incidente operacional previsto es todo proceso operacional que se desvía del funcionamiento normal que se espera que tenga lugar al menos una vez durante la vida útil operacional de una instalación pero que, en vista de las disposiciones de diseño apropiadas que se han adoptado, no causa ningún daño importante a los elementos importantes para la seguridad ni origina condiciones de accidente.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

III.13. Se determina el plan de preparación y respuesta; en él se definen las medidas de mitigación que tendrán que adoptarse para garantizar que las consecuencias fuera del emplazamiento previstas sean aceptables.

III.14. Para llevar a cabo el análisis de seguridad se postulan accidentes base de diseño utilizando hipótesis homogéneas.

Etapa 3.D. Evaluación de las consecuencias mitigadas y su probabilidad

III.15. Si las consecuencias de un suceso después que se hayan adoptado medidas de mitigación y/o si la probabilidad de que ocurra el suceso todavía hacen inaceptable el suceso (véase la fig. 2 de la parte principal de esta publicación), la evaluación (etapa 3.B) se repite y las ESC importantes para la seguridad (etapa 3.C) se modifican hasta que sean aceptables los resultados.

ETAPA 4: ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES Y CONDICIONES OPERACIONALES

III.16. En esta etapa se definen los límites y condiciones operacionales.

III.17. Los límites y condiciones operacionales constituyen un conjunto de reglas que establecen los límites de los parámetros y la capacidad funcional y niveles de rendimiento del equipo y el personal aprobados por el órgano regulador para la explotación segura de una instalación autorizada.

ETAPA 5: JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

III.18. En esta etapa se prepara la documentación para obtener la licencia de la instalación (véase el párr. 2.9).

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN

Addison, P.	Dirección de Sanidad y Seguridad (Reino Unido)
Bodenez, P.	Dirección General de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica (Francia)
Carr, B.	Sellafield Ltd. (Reino Unido)
Coyle, A.	British Nuclear Fuels (Reino Unido)
Ellis, D.	Sellafield Ltd. (Reino Unido)
Faraz, Y.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Fraize, G.	Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear (Francia)
Jones, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Marc, A.	Consultor (Francia)
Nepeypivo, M.	Centro Científico y Tecnológico para Seguridad Nuclear y Radiológica (Federación de Rusia)
Nicolet, J.-P.	Consultor (Suiza)
Nocture, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ranguelova, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Shokr, A. M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Suto, T.	Instituto Japonés de Desarrollo del Ciclo Nuclear (Japón)
Uchiyama, G.	Organismo de Energía Atómica del Japón (Japón)
Ueda, Y.	Organización de Seguridad de la Energía Nuclear del Japón (Japón)

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

Weber, M.

Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)

Weber, W.

Sociedad para la Seguridad de Instalaciones y Reactores (Alemania)



PEDIDOS DE PUBLICACIONES

En los siguientes países, 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.

ALEMANIA

Goethe Buchhandlung Teubig GmbH

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Dusseldorf, ALEMANIA

Teléfono: +49 (0) 211 49 874 015 • Fax: +49 (0) 211 49 874 28

Correo electrónico: kundenbetreuung.goethe@schweitzer-online.de • Sitio web: www.goethebuch.de

CANADÁ

Renouf Publishing Co. Ltd

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADÁ

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

Correo electrónico: order@renoufbooks.com • Sitio web: www.renoufbooks.com

Bernan / Rowman & Littlefield

15200 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

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Bernan / Rowman & Littlefield

15200 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

Renouf Publishing Co. Ltd

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669-2205, EE.UU.

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

Correo electrónico: orders@renoufbooks.com • Sitio web: www.renoufbooks.com

FEDERACIÓN DE RUSIA

Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety

107140, Moscú, Malaya Krasnoselskaya st. 2/8, bld. 5, FEDERACIÓN DE RUSIA

Teléfono: +7 499 264 00 03 • Fax: +7 499 264 28 59

Correo electrónico: secnrs@secnrs.ru • Sitio web: www.secnrs.ru

FRANCIA

Form-Edit

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

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

Correo electrónico: formedit@formedit.fr • Sitio web: www.form-edit.com

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

INDIA

Allied Publishers

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

Teléfono: +91 22 4212 6930/31/69 • Fax: +91 22 2261 7928

Correo electrónico: alliedpl@vsnl.com • Sitio web: www.alliedpublishers.com

Bookwell

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Teléfono: +91 11 2760 1283/4536

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

ITALIA

Libreria Scientifica "AEIOU"

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milán, ITALIA

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

Correo electrónico: info@libreriaaeiou.eu • Sitio web: www.libreriaaeiou.eu

JAPÓN

Maruzen-Yushodo Co., Ltd

10-10 Yotsuyasakamachi, Shinjuku-ku, Tokio 160-0002, JAPÓN

Teléfono: +81 3 4335 9312 • Fax: +81 3 4335 9364

Correo electrónico: bookimport@maruzen.co.jp • Sitio web: www.maruzen.co.jp

REPÚBLICA CHECA

Suweco CZ, s.r.o.

Sestupná 153/11, 162 00 Praga 6, REPÚBLICA CHECA

Teléfono: +420 242 459 205 • Fax: +420 284 821 646

Correo electrónico: nakup@suweco.cz • Sitio web: www.suweco.cz

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 Viena, Austria

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

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

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

La publicación SSR-4 sustituye a la presente publicación.

Seguridad mediante las normas internacionales

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

Yukiya Amano
Director General

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA

ISBN 978-92-0-307717-0

ISSN 1020-5837