

# Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

## Justificación de la seguridad y evaluación de la seguridad en relación con la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos

Guía de Seguridad General

Nº GSG-3



**IAEA**

Organismo Internacional de Energía Atómica

# NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

## NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

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

[www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad](http://www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad)

En este sitio se encuentran los textos en inglés de las normas de seguridad publicadas y de los proyectos de normas. También figuran los textos de las normas de seguridad publicados en árabe, chino, español, francés y ruso, el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA* y un informe de situación sobre las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA en la dirección: Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria.

Se invita a los usuarios de las normas de seguridad del OIEA a informar al Organismo sobre su experiencia en la utilización de las normas (por ejemplo, si se han utilizado como base de los reglamentos nacionales, para realizar exámenes de la seguridad o para impartir cursos de capacitación), con el fin de asegurar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. Se puede hacer llegar la información a través del sitio del OIEA o por correo postal a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico a la dirección: [Official.Mail@iaea.org](mailto: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.

JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y  
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN RELACIÓN  
CON LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL  
DE DESECHOS RADIACTIVOS

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

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

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

COLECCIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD  
DEL OIEA N° GSG-3

JUSTIFICACIÓN DE  
LA SEGURIDAD Y  
EVALUACIÓN DE  
LA SEGURIDAD EN RELACIÓN  
CON LA GESTIÓN PREVIA  
A LA DISPOSICIÓN FINAL  
DE DESECHOS RADIACTIVOS

GUÍA DE SEGURIDAD GENERAL

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
VIENA, 2024

## 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](mailto:sales.publications@iaea.org)  
<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

© OIEA, 2024  
Impreso por el OIEA en Austria  
Marzo de 2024  
STI/PUB/1576

JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y EVALUACIÓN  
DE LA SEGURIDAD EN RELACIÓN CON LA  
GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN  
FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS

OIEA, VIENA, 2024

STI/PUB/1576

ISBN 978-92-0-315123-8 (papel)

ISBN 978-92-0-314923-5 (PDF)

ISSN 1020-5837

## PRÓLOGO

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

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

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

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

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

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

## **NOTA DE LA SECRETARÍA**

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

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

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

# **NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA**

## **ANTECEDENTES**

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

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

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

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

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

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

## LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

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

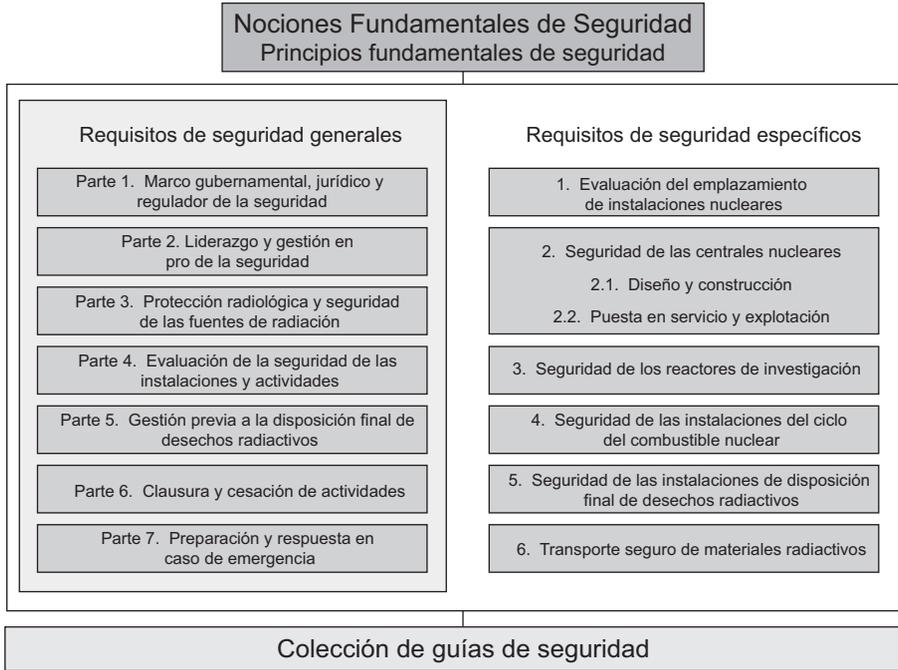
Las normas de seguridad del OIEA reflejan un consenso internacional con respecto a lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Las normas se publican en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*,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

### **Nociones Fundamentales de Seguridad**

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

---

<sup>1</sup> Véanse también las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.



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

### Requisitos de Seguridad

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

### Guías de Seguridad

Las guías de seguridad ofrecen recomendaciones y orientación sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad, lo que indica un consenso internacional en el sentido de que es necesario adoptar las medidas recomendadas (u otras medidas

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

## APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

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

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

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

cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad del OIEA a esas instalaciones.

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

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

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

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

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

## 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

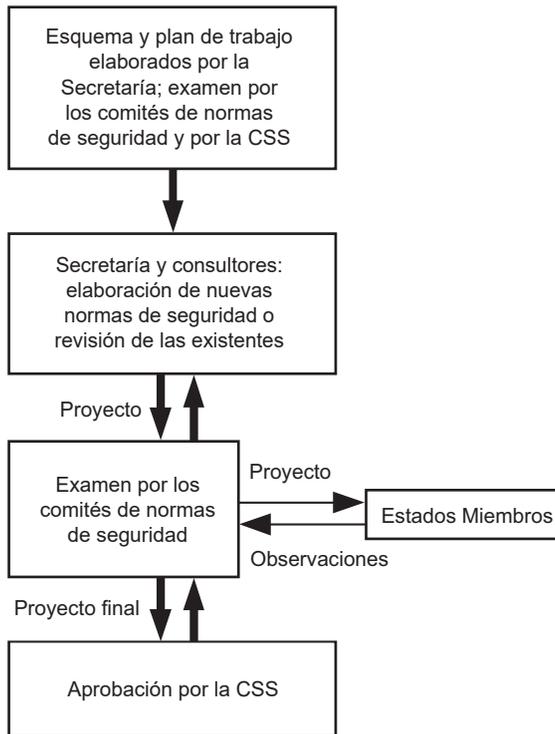


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

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 y con la seguridad física nuclear se interpretarán como se definen en el *Glosario de seguridad nuclear tecnológica y física del OIEA* (véase la dirección <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). En el caso de las guías de seguridad, el texto en inglés es la versión autorizada.

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

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

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



# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
	Antecedentes (1.1–1.3) .....	1
	Objetivo (1.4–1.5) .....	2
	Alcance (1.6–1.18) .....	3
	Estructura (1.19) .....	5
2.	DEMOSTRACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS (2.1 a 2.4).....	6
3.	PRINCIPIOS Y REQUISITOS DE SEGURIDAD (3.1).....	7
	Principios de seguridad (3.2–3.3) .....	7
	Requisitos para la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.4) .....	8
	Responsabilidades respecto del desarrollo de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.5–3.7) .....	8
	Contenido de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.8–3.10) .....	9
	Mantenimiento de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.11–3.14) .....	10
	Documentación de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.15–3.16) .....	12
	Empleo de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad (3.17) .....	13
4.	LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS (4.1–4.5).....	13
	Papel y desarrollo de la justificación de la seguridad (4.6–4.18) ....	16
	Componentes de la justificación de la seguridad (4.19–4.93).....	21
	Procesos que interactúan (4.94–4.105) .....	41
5.	EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD.....	45
	Introducción (5.1–5.3).....	45
	Enfoque general (5.4–5.5).....	45

Contexto de evaluación (5.6–5.21) . . . . .	46
Descripción de la instalación o la actividad y de los desechos (5.22) . . . . .	50
Elaboración y justificación de escenarios (5.23–5.63) . . . . .	50
Formulación y aplicación de modelos de evaluación (5.64–5.67) . . .	60
Realización de cálculos y análisis de los resultados (5.68–5.84) . . . .	62
Análisis de los resultados de la evaluación (5.85–5.91) . . . . .	66
 6. CUESTIONES ESPECÍFICAS (6.1) . . . . .	 68
Evolución de la justificación de la seguridad (6.2–6.31)) . . . . .	68
Enfoque graduado (6.32–6.40) . . . . .	75
Defensa en profundidad (6.41–6.44) . . . . .	77
Fiabilidad (6.45–6.46) . . . . .	78
Vida útil prevista de la instalación (6.47–6.49) . . . . .	79
Almacenamiento a largo plazo (6.50–6.68) . . . . .	79
 7. DOCUMENTACIÓN Y EMPLEO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD (7.1) . . . . .	 85
Documentación de la justificación de la seguridad (7.2–7.19) . . . . .	85
Empleo de la justificación de la seguridad (7.20–7.27) . . . . .	93
 8. PROCESO DE EXAMEN REGLAMENTARIO (8.1) . . . . .	 95
Objetivos y atributos del proceso de examen reglamentario (8.2–8.6)) . . . . .	96
Gestión del proceso de examen (8.7–8.12) . . . . .	100
Uso de un enfoque graduado por el órgano regulador (8.13–8.14) . . .	102
Realización del examen y comunicación de las constataciones (8.15–8.18) . . . . .	103
 REFERENCIAS . . . . .	 107
 ANEXO I: EJEMPLOS DE PELIGROS Y SUCESOS INICIADORES . . . . .	 111
 ANEXO II: CUESTIONES ESPECÍFICAS PARA EL EXAMEN DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD POR EL ÓRGANO REGULADOR . . . . .	 122

ANEXO III: MODELO DE INFORME DE EXAMEN REGLAMENTARIO.....	137
ANEXO IV: SOLUCIONES EN MATERIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS DETERMINADAS POR LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD: MARCO PARA EL PROCESO GLOBAL .....	139
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN .....	167



# 1. INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

1.1. Los principios generales de la gestión segura de los desechos radiactivos están establecidos en los *Principios fundamentales de seguridad* [1]. De conformidad con los requisitos de seguridad relativos a la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos, respecto de cada instalación<sup>1</sup> o actividad se debe desarrollar una justificación de la seguridad<sup>2</sup> y realizar la evaluación de la seguridad complementaria que se necesite [2].

1.2. La justificación de la seguridad es una colección de argumentos y pruebas científicos, técnicos, administrativos y de gestión que demuestran la seguridad tecnológica de una instalación o una actividad de gestión de desechos<sup>3</sup>, que comprende la idoneidad del emplazamiento y del lugar y el diseño, la construcción y la explotación de la instalación, la evaluación de los riesgos radiológicos y la garantía de la adecuación y la calidad del conjunto de labores en materia de seguridad vinculadas con la instalación o la actividad. La evaluación de la seguridad, parte indisociable e importante de la justificación de la seguridad, se basa en una valoración sistemática de los peligros radiológicos. Esta última comporta la cuantificación de la dosis de radiación y los riesgos radiológicos que pueden surgir de la instalación o la actividad para compararlos con los criterios en materia de dosis y riesgos, y permite comprender el comportamiento de la instalación o la actividad durante el funcionamiento normal y los incidentes operacionales previstos y en caso de accidente. La justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria sirven de base a la demostración de la seguridad y a la concesión de licencias. Evolucionarán con el desarrollo de la instalación o la actividad y servirán de guía y orientación para adoptar decisiones

---

<sup>1</sup> En esta guía de seguridad, el término “instalación” se refiere a una instalación, así como al terreno, los edificios y los equipos conexos, en que se utilizan, procesan, manipulan o almacenan materiales radiactivos a tal escala que son necesarias consideraciones de seguridad.

<sup>2</sup> Si bien en muchos Estados se utiliza el concepto de “justificación de la seguridad” de instalaciones y actividades de gestión de desechos que se expone en esta guía de seguridad, la terminología tal vez sea diferente en algunos de ellos. En Francia se usa el término “dossier” para referirse a la justificación de la seguridad; en Alemania y Suiza se usa el término “Sicherheitsnachweis”, y en España, el término “estudio de seguridad”.

<sup>3</sup> El término “instalaciones y actividades de gestión de desechos radiactivos” también incluye las instalaciones y actividades de gestión del combustible gastado si este se considera un desecho, y podría aplicarse a actividades similares en que el combustible gastado se considere un recurso.

sobre la selección de un emplazamiento, el lugar, el diseño y las operaciones. La justificación de la seguridad también constituirá la base principal para el diálogo con las partes interesadas y para el fomento de la confianza en la seguridad de la instalación o la actividad.

1.3. Las instalaciones y actividades de gestión de desechos varían en cuanto a su naturaleza, su envergadura y su complejidad, y se les asocian diferentes peligros, procedentes tanto del funcionamiento normal como de accidentes. También varían la magnitud y el contenido del inventario radiactivo. Asimismo, una instalación o una actividad de gestión de desechos puede ser una de las instalaciones o las actividades de un emplazamiento, y puede ser independiente de las demás instalaciones, estar conectada con otras o formar parte de manera indisoluble de una instalación de mayor tamaño. Proporcionalmente, el alcance y la complejidad de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria variarán en función de la instalación o la actividad, y también evolucionarán a lo largo de la vida útil de la instalación (por ejemplo, construcción, puesta en servicio, explotación) o la duración de la actividad. Habida cuenta de esas consideraciones, se debe aplicar un enfoque graduado al desarrollo y el examen de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria [3]. Las recomendaciones que figuran en esta guía de seguridad son exhaustivas y suficientes para las instalaciones más complejas y peligrosas. Su utilización de manera graduada se pretende ilustrar en varios informes de seguridad que se elaborarán para abarcar diversas instalaciones.

## OBJETIVO

1.4. El objetivo de esta guía de seguridad es formular recomendaciones sobre el desarrollo y el examen de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria de las instalaciones y actividades que se encargan de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos y las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado. En ella se resumen las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta al evaluar y demostrar la seguridad de las instalaciones y las actividades, y se documentan las etapas que se deberían seguir en el desarrollo de la justificación de la seguridad y la realización de la evaluación de la seguridad.

1.5. La guía de seguridad tiene por objeto ayudar a los explotadores, los órganos reguladores y los especialistas técnicos de apoyo a aplicar un enfoque graduado al desarrollo y el examen de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria. En ella se formulan orientaciones relativas a un

marco regulador en que se desarrolle una justificación de la seguridad y se realice una evaluación a lo largo de toda la vida útil de una instalación. Las orientaciones que figuran en esta guía de seguridad se pueden utilizar independientemente de la manera en que el proceso de justificación de la seguridad y evaluación de la seguridad esté contemplado en los distintos marcos reguladores nacionales.

## ALCANCE

1.6. En esta guía de seguridad se ofrecen recomendaciones y orientaciones sobre el desarrollo y el examen de la justificación de la seguridad preparada y la evaluación de la seguridad complementaria realizada respecto de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. La guía abarca todos los aspectos de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad, incluido el uso de un enfoque graduado.

1.7. La guía de seguridad se aplica a la planificación y, en particular, a lo largo de todo el diseño, la construcción, la puesta en servicio, la explotación y la modificación de la instalación.

1.8. En la guía de seguridad se ofrecen recomendaciones y orientaciones sobre una metodología sistemática para evaluar la adecuación y la aceptabilidad de las disposiciones de gestión de desechos y el impacto radiológico sobre los trabajadores, el público y el medio ambiente de las actividades previstas y los accidentes que tienen lugar en una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final o una actividad conexas.

1.9. Esta guía de seguridad, junto con la referencia [4], sustituye a la publicación N° 118 de la *Colección Seguridad del OIEA, Safety Assessment for Spent Fuel Storage Facilities*<sup>4</sup>.

1.10. Esta guía de seguridad no abarca ni la evaluación ni la demostración de la seguridad de las centrales nucleares, la clausura de instalaciones que utilizan material radiactivo ni la disposición final de desechos radiactivos. Para eso se pueden consultar las guías de seguridad complementarias [5-7].

---

<sup>4</sup> ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Safety Assessment for Spent Fuel Storage Facilities: A Safety Practice*, IAEA Safety Series No. 118, OIEA, Viena (1995).

1.11. Esta guía de seguridad se aplica a la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de todo tipo y abarca todas las etapas de la gestión de esos desechos, desde la producción hasta la disposición final, incluidos el procesamiento (tratamiento previo, tratamiento y acondicionamiento), el almacenamiento y el transporte. En la referencia [8] se propone un sistema de clasificación de los desechos radiactivos y se formulan recomendaciones sobre cómo aplicarlo a los distintos tipos de desechos radiactivos.

1.12. El transporte de desechos radiactivos se gestiona igual que el transporte de cualquier material radiactivo. La seguridad del transporte de esos desechos se garantiza cumpliendo los requisitos establecidos en la referencia [9].

1.13. Esta guía de seguridad se aplica a la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos en instalaciones separadas dedicadas específicamente a gestionar esos desechos o en instalaciones de mayor tamaño que se explotan con otros fines, como centrales nucleares o plantas de reprocesamiento de combustible gastado. En ella, el término “instalación” hace referencia a cualquiera de esas posibilidades.

1.14. La guía de seguridad se aplica a las instalaciones de almacenamiento de desechos radiactivos, incluidas las instalaciones de almacenamiento a largo plazo, las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado (véase la ref. [4]) y las instalaciones de almacenamiento de fuentes radiactivas.

1.15. Además del procesamiento, el almacenamiento y el transporte de desechos, las actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final incluyen las siguientes:

- la restauración de zonas en que hayan estado ubicadas instalaciones relacionadas con los desechos;
- la recuperación de los desechos;
- la caracterización de los desechos;
- la dispensa del control reglamentario sobre los desechos, y
- la descarga de efluentes al medio ambiente.

1.16. Los desechos se pueden producir en las actividades siguientes:

- la puesta en servicio, la explotación y la clausura de instalaciones nucleares;
- el uso de radionucleidos en la medicina, la industria, la agricultura, la investigación y la educación;

- el procesamiento de materiales que contienen radionucleidos de origen natural, y
- la rehabilitación de zonas contaminadas.

1.17. La dispensa del control reglamentario y el control de las descargas se tratan en las referencias [10, 11], respectivamente.

1.18. El impacto de las instalaciones o actividades que gestionan el material radiactivo puede ser tanto radiológico como no radiológico, pero esta guía de seguridad se concentra principalmente en el impacto radiológico. Sin embargo, sí se abordan las consecuencias radiológicas de sucesos o peligros no radiológicos, como los incendios. Además, aunque la evaluación de los peligros no radiológicos queda fuera del alcance de esta guía de seguridad, es importante que se preste a esos peligros la atención que exige la legislación nacional.

## ESTRUCTURA

1.19. A continuación se indica cómo se estructura esta guía de seguridad. En la sección 2 se examina el proceso global de demostración de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de desechos radiactivos, y en la sección 3 se resumen los principales principios y requisitos de seguridad que se deben cumplir al preparar la justificación de la seguridad. El objetivo general de las secciones siguientes es ofrecer orientaciones sobre cómo cumplir esos principios y requisitos. En la sección 4 se desarrolla el concepto de la justificación de la seguridad: se describen sus componentes y el papel que desempeña en el desarrollo, la explotación y la clausura de una instalación o una actividad de gestión de desechos radiactivos, y se analizan las posibilidades para fomentar la confianza en la justificación de la seguridad. La sección 5 aborda la metodología de la evaluación de la seguridad, que constituye el elemento central de la justificación de la seguridad descrita en la sección 4: se reseñan y detallan diversas etapas de este proceso; en particular, se formulan orientaciones y recomendaciones sobre la gestión de incertidumbres en la evaluación de la seguridad, así como sobre el uso de los resultados de las evaluaciones para compararlos con los criterios de evaluación. En la sección 6 se tratan cuestiones específicas que surgen al preparar una justificación de la seguridad, y en la sección 7 se examina la documentación de la justificación de la seguridad y se indican las posibles maneras de emplearla en el desarrollo de la instalación o la actividad de gestión de desechos radiactivos. En la sección 8 se formulan orientaciones y recomendaciones sobre el examen reglamentario de la justificación de la seguridad. El anexo I contiene ejemplos de peligros y sucesos iniciadores, el anexo II proporciona una lista de cuestiones

específicas para el examen reglamentario de la justificación de la seguridad, en el anexo III figura un modelo de informe de examen reglamentario y el anexo IV ofrece un marco para la labor global de evaluación de la seguridad.

## **2. DEMOSTRACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS**

2.1. La evaluación y la demostración de la seguridad de instalaciones y actividades de gestión de desechos radiactivos se han llevado a cabo ampliamente en el pasado, pero, hasta hace poco, las iniciativas para llegar a un consenso internacional sobre la manera de enfocarlas habían sido limitadas. La Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos [12], de 2001, hizo más hincapié en la demostración de la seguridad y en la evaluación de la seguridad complementaria. En consecuencia, el OIEA creó un proyecto internacional de intercomparación y armonización sobre el tema titulado Proyecto Internacional relativo a las Soluciones en materia de Gestión de Desechos Radiactivos Determinadas por la Evaluación de la Seguridad (SADRWMS). Este ha contribuido de manera importante a generar un consenso internacional sobre la metodología de demostración y evaluación de la seguridad, así como al contenido de la presente guía de seguridad. El marco para la labor realizada en el proyecto SADRWMS se elaboró en una fase temprana de este y figura en el anexo IV de esta guía de seguridad.

2.2. En el contexto más amplio de la demostración de la seguridad, se utiliza el concepto de “justificación de la seguridad”. La justificación de la seguridad consiste en una colección de argumentos y pruebas, incluidos los resultados de una evaluación de la seguridad, que demuestran la seguridad tecnológica de una instalación o una actividad. Incluirá normalmente las conclusiones de una evaluación de la seguridad, y además se examinarán el nivel de confianza en esas conclusiones, la adecuación de la labor de evaluación respecto a las decisiones que deben tomarse y la necesidad de realizar labores adicionales para reducir las incertidumbres. La justificación de la seguridad sirve de base de las decisiones en materia de seguridad sobre la selección de un emplazamiento y el lugar, el diseño, la construcción, la explotación y la clausura de una instalación, incluida la justificación de cambios que repercutan en la seguridad de manera importante. También sirve de base de la interacción y el diálogo entre el explotador y el órgano

regulador, pues constituye el conjunto principal de documentos justificativos para solicitar las autorizaciones necesarias en virtud de la legislación nacional.

2.3. En la evaluación de la seguridad realizada para complementar la justificación de la seguridad se debería emplear una metodología sistemática para demostrar que se cumplen los requisitos de seguridad aplicables. Se deberían elaborar los criterios que han de cumplirse en las distintas etapas de la vida útil de la instalación, y entre ellos debería figurar el examen periódico de la justificación de la seguridad y de la evaluación complementaria. Eso debería contribuir a que las partes interesadas confíen en la seguridad de la instalación o la actividad. Una vez que el explotador desarrolla la justificación de la seguridad, el órgano regulador la examina para verificar que se cumplen los requisitos y criterios de seguridad pertinentes.

2.4. Existen una serie de requisitos de seguridad y guías de seguridad del OIEA conexos [2, 3, 13-19], que deberían leerse junto con esta guía de seguridad.

### **3. PRINCIPIOS Y REQUISITOS DE SEGURIDAD**

3.1. En esta sección se enumeran los principios de seguridad fundamentales y los principales requisitos que se deben cumplir al preparar la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final.

#### **PRINCIPIOS DE SEGURIDAD**

3.2. Los principios de seguridad que deben aplicarse en todas las instalaciones y actividades de gestión de desechos radiactivos se establecen en los *Principios fundamentales de seguridad* del OIEA [1]:

- Principio 1: Responsabilidad de la seguridad
- Principio 2: Función del gobierno
- Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad
- Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades
- Principio 5: Optimización de la protección
- Principio 6: Limitación de los riesgos para las personas
- Principio 7: Protección de las generaciones presentes y futuras
- Principio 8: Prevención de accidentes

Principio 9: Preparación y respuesta en casos de emergencia

Principio 10: Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados

3.3. Los principios establecidos en la referencia [1] constituyen la base técnica de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos<sup>5</sup> [12]. Los requisitos pertinentes para la protección radiológica están establecidos en la publicación de los *Requisitos de Seguridad Generales* del OIEA titulada *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: normas básicas internacionales de seguridad* [13]. Muchos de los conceptos de la protección adoptados en la referencia [13] y en la Convención Conjunta se derivan de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica [20-23].

#### REQUISITOS PARA LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.4. En los párrafos que figuran a continuación se exponen los principales requisitos de las referencias [2, 3] relacionados con la preparación, la actualización y el mantenimiento y el empleo de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria. En secciones posteriores de esta guía de seguridad se formulan recomendaciones sobre el cumplimiento de otros requisitos que figuran en las referencias [2, 3]. En las situaciones de restauración son aplicables los requisitos establecidos en la referencia [13].

#### RESPONSABILIDADES RESPECTO DEL DESARROLLO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.5. En lo que respecta a las instalaciones y actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final,

“[e]l explotador preparará una justificación de la seguridad y una evaluación de seguridad complementaria. En el caso de un desarrollo gradual, o de una modificación de la instalación o actividad, la justificación de la

---

<sup>5</sup> En la Convención Conjunta se utilizaron los principios establecidos en *Principios para la gestión de desechos radiactivos* (Colección Seguridad del OIEA N° 111-F, OIEA, Viena, 1996), que posteriormente se integraron en la referencia [1].

seguridad y su evaluación de seguridad complementaria serán examinadas y actualizadas según sea necesario” (requisito 13, ref. [2]).

3.6. “La responsabilidad de efectuar la evaluación de la seguridad recaerá en la persona jurídica responsable, es decir, la persona o entidad responsable de la instalación o actividad” (requisito 3, ref. [3]). Esta responsabilidad se refiere a la realización de la evaluación y a la calidad de los resultados.

3.7. “Incumbe al órgano regulador la responsabilidad de deducir y documentar de manera clara e inequívoca los criterios en que se basa el proceso de adopción de decisiones reglamentarias. Es importante que en las nuevas orientaciones que proporcione el órgano regulador se tenga en cuenta la amplia gama de instalaciones de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos que puede desarrollarse y la gran diversidad de actividades que pueden realizarse en estas instalaciones” (párr. 5.2 de la ref. [2]).

El explotador deberá tener en cuenta estos requisitos y condiciones reglamentarios al realizar la evaluación de la seguridad y preparar la justificación de la seguridad.

## CONTENIDO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.8. Los requisitos que figuran a continuación se aplican a la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria que deben prepararse para una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final:

- “La justificación de la seguridad para una instalación de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos incluirá una descripción de cómo todos los aspectos de seguridad del emplazamiento, el diseño, la puesta en servicio, la explotación, la parada y la clausura de la instalación y los controles administrativos satisfacen los requisitos reglamentarios. La justificación de la seguridad y sus evaluaciones complementarias demostrarán el grado de protección provisto y garantizarán al órgano regulador que se cumplirán los requisitos de seguridad” (requisito 14, ref. [2]).
- “En la justificación de la seguridad deben considerarse y justificarse el diseño de la instalación, las disposiciones para la gestión operacional y los sistemas y procesos utilizados. Ello ha de abarcar la determinación de los desechos producidos y el establecimiento de un programa óptimo de gestión

de desechos para reducir al mínimo el volumen de desechos generados y determinar la base de diseño y la base operacional para el tratamiento de efluentes, el control de descargas y los procedimientos de dispensa. El objetivo primordial de la justificación de la seguridad es garantizar que se cumplan los objetivos y criterios de seguridad fijados por el órgano regulador” (párr. 5.5 de la ref. [2]).

- “La justificación de la seguridad debe abordar la seguridad operacional y todos los aspectos de seguridad de la instalación y las actividades y debe incluir criterios destinados a reducir los peligros que se plantean a los trabajadores, los miembros del público y el medio ambiente durante la explotación normal y en posibles condiciones de accidente” (párr. 5.6 de la ref. [2]).

3.9. El requisito que figura a continuación se aplica a todas las instalaciones y actividades, incluidas las de gestión de desechos: “En la evaluación de la defensa en profundidad se establecerá si se han adoptado las disposiciones adecuadas en cada uno de los niveles de esa defensa” (requisito 13, ref. [3]). Este requisito se desarrolla en la siguiente afirmación:

“En la evaluación de la seguridad se debe establecer si se ha previsto una defensa en profundidad adecuada, según convenga, mediante una combinación de varias barreras de protección (es decir, barreras físicas, sistemas de protección de las barreras y procedimientos administrativos) que deberían fallar o ser evitadas antes de que se produjeran consecuencias para las personas o el medio ambiente” (párr. 4.12 de la ref. [3]).

3.10. Según la referencia [3], para garantizar niveles adecuados de seguridad se debe llevar a cabo una evaluación de la seguridad que aborde todos los riesgos radiológicos, garantice que se adopten las medidas adecuadas y ofrezca análisis cuantitativos a fin de valorar los desafíos que plantean los riesgos. En los párrafos 4.5, 4.6, 4.9 y 4.10 de la referencia [3] se establecen requisitos detallados.

## MANTENIMIENTO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.11. Más concretamente, en el caso de las instalaciones de gestión de los desechos previa a la disposición final:

“El explotador debe preparar la justificación de la seguridad desde el comienzo del desarrollo de una instalación como base para el proceso de adopción de decisiones reglamentarias y la aprobación. La justificación de la seguridad debe elaborarse progresivamente y perfeccionarse a medida que avanza el proyecto. Este método garantiza la calidad del programa técnico y la adopción de decisiones conexa y proporciona al explotador un marco para crear confianza en la viabilidad y seguridad técnicas de la instalación en cada etapa de su desarrollo. Esta confianza debe crearse y fomentarse mediante estudios iterativos de diseño y estudios de seguridad a medida que avanza el proyecto. El enfoque graduado debe prever la recopilación, el análisis y la interpretación de los datos técnicos pertinentes, la elaboración de planes para el diseño y la explotación, y la formulación de la justificación de la seguridad con miras a la seguridad operacional” (párr. 5.3 de la ref. [2]).

### 3.12. Además:

“El explotador efectuará exámenes periódicos de seguridad y pondrá en práctica las mejoras de seguridad que exija el órgano regulador después de este examen. Los resultados del examen periódico de la seguridad quedarán consignados en la versión actualizada de la justificación de la seguridad de la instalación” (requisito 16, ref. [2]).

### 3.13. Con respecto al proceso de dichos exámenes:

“La evaluación de seguridad debe examinarse periódicamente para confirmar que las hipótesis de entrada que hay que compilar se mantienen debidamente controladas dentro de los controles generales de gestión de la seguridad” (párr. 5.11 de la ref. [2]).

### 3.14. El momento de realizar los exámenes se debe definir en función de las consideraciones siguientes:

“La evaluación de seguridad y los sistemas de gestión en el marco de los cuales esta se realiza deben evaluarse periódicamente a intervalos definidos previamente de conformidad con los requisitos reglamentarios. Además de esos exámenes periódicos previamente definidos, la evaluación de seguridad debe examinarse y actualizarse:

- Cuando se produce un cambio importante que puede afectar a la seguridad de la instalación o actividad.

- Cuando se producen avances importantes en los conocimientos (como adelantos derivados de la investigación o del intercambio de experiencia operacional).
- Cuando hay una nueva cuestión de seguridad debida a una preocupación de carácter reglamentario o un incidente.
- Cuando se han realizado mejoras importantes en técnicas de evaluación como los códigos informáticos o los datos de entrada utilizados en el análisis de la seguridad” (párr. 5.12 de la ref. [2]).

## DOCUMENTACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.15. “Los resultados y las conclusiones de la evaluación de la seguridad deben documentarse, según convenga, en forma de un informe de la seguridad que recoja la complejidad de la instalación o la actividad y los riesgos radiológicos conexos. El informe de la seguridad presenta las evaluaciones y los análisis efectuados, con objeto de demostrar que la instalación o la actividad son conformes a los principios y requisitos fundamentales de seguridad establecidos en [la ref. [3]] y con cualquier otro requisito de seguridad establecido en las leyes o los reglamentos nacionales” (párr. 4.62, ref. [3]).

3.16. Se aplican los requisitos detallados sobre la documentación de la justificación de la seguridad que figuran a continuación:

- “La justificación de la seguridad y su evaluación de seguridad complementaria serán documentadas con un grado de detalle y una calidad suficientes para demostrar la seguridad, apoyar la decisión adoptada en cada etapa y posibilitar el examen independiente y la aprobación de la justificación y la evaluación de seguridad. La documentación se redactará con claridad e incluirá argumentos que justifiquen los enfoques adoptados en la justificación de la seguridad sobre la base de información rastreable” (requisito 15, ref. [2]).
- “La justificación debe entrañar una explicación de por qué se tomaron determinadas decisiones e incluir los argumentos a favor y en contra, sobre todo en el caso de las decisiones relacionadas con los principales enfoques adoptados en la justificación de la seguridad” (párr. 5.8 de la ref. [2]).
- “Por rastreabilidad se entiende la posibilidad de dar seguimiento a la información que se proporciona en la documentación y que ha sido utilizada para elaborar la justificación de la seguridad. Para los fines de la justificación y la rastreabilidad es necesario contar con un registro bien

documentado de las decisiones e hipótesis utilizadas en el desarrollo y explotación de la instalación, y de los modelos y datos empleados en la evaluación de seguridad para obtener el conjunto de resultados. La eficacia de la rastreabilidad es importante a los efectos del examen técnico y reglamentario y para fomentar la confianza del público” (párr. 5.9 de la ref. [2]).

- “Por claridad se entiende una buena estructura y presentación con un grado de detalle apropiado que permita conocer los argumentos incluidos en la justificación de la seguridad. Para ello es preciso que en los documentos se presente el trabajo de modo que las partes interesadas a quienes van dirigidos los documentos puedan comprender bien los argumentos de seguridad y sus bases. Quizás sean necesarios estilos y niveles de documentación distintos según el público al que vaya dirigido el material” (párr. 5.10 de la ref. [2]).

## EMPLEO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

3.17. “Los resultados de la evaluación de la seguridad se emplearán para especificar el programa de mantenimiento, vigilancia e inspección; para especificar los procedimientos que deben instaurarse para todas las actividades operacionales importantes en relación con la seguridad y para responder a incidentes y accidentes operacionales previstos; para especificar las competencias necesarias del personal que trabaja en la instalación o actividad y adoptar decisiones dentro de un enfoque integrado e informado del riesgo” (requisito 23, ref. [3]).

## **4. LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS**

4.1. En esta sección se definen y formulan recomendaciones sobre los componentes y el desarrollo de la justificación de la seguridad y el papel que desempeña durante el desarrollo y la explotación de una instalación o el desarrollo y la realización de una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final.

4.2. Los componentes de la justificación de la seguridad se indican en la figura 1 y deberían incluir lo siguiente: el contexto; la estrategia de seguridad; la descripción de la instalación; la evaluación de la seguridad; los límites, controles y condiciones; la iteración y la optimización del diseño; la gestión de incertidumbres; y la integración de los argumentos de seguridad.

4.3. La justificación de la seguridad se debería desarrollar desde la conceptualización de la instalación y mantener durante toda la vida útil de esta, hasta la clausura y la rescisión de la licencia. Los sistemas de gestión para garantizar la calidad de toda la labor relacionada con la seguridad se deberían aplicar a lo largo de todo el proceso de reglamentación, como se ilustra en la figura 2. Deberían existir mecanismos para facilitar la participación de todas las partes interesadas en el desarrollo y el empleo de la justificación de la seguridad.

4.4. La evaluación de la seguridad es el componente principal de la justificación de la seguridad y consiste en valorar una serie de aspectos que se ilustran en la figura 3. El elemento fundamental de la evaluación de la seguridad es la valoración del impacto radiológico para las personas y el medio ambiente, en lo que respecta tanto a la dosis de radiación como a los riesgos radiológicos. Los otros elementos importantes que se examinan en la evaluación de la seguridad son los aspectos relacionados con el emplazamiento y la ingeniería, la seguridad operacional, el impacto no radiológico y el sistema de gestión. En los párrafos 4.6 a 4.28 se ofrece orientación sobre los distintos componentes de la justificación de la seguridad.

4.5. La justificación de la seguridad es especialmente importante y beneficiosa para las grandes instalaciones de gestión de los desechos previa a la disposición final, como las instalaciones centralizadas de procesamiento y almacenamiento de desechos radiactivos de los Estados que cuentan con un programa nucleoelectrico. En el caso de las instalaciones de menor escala, como las de almacenamiento de fuentes selladas en desuso, siguen siendo pertinentes los componentes de la justificación de la seguridad descritos en esta sección, aunque el grado de detalle y la complejidad y la profundidad de la evaluación de la seguridad deben ser proporcionales al peligro potencial (requisito 1, ref. [3]). Además, el proceso de desarrollo de la justificación de la seguridad y de realización de la evaluación de la seguridad en sí será proporcionalmente menos exigente, y varios de los aspectos tratados más adelante, como el desarrollo de la justificación de la seguridad por etapas, serán menos relevantes en el caso de algunos tipos y tamaños de instalaciones. Esta es una manera de expresar el enfoque graduado descrito en el párrafo 4.26 y la sección 6. Se están elaborando informes de seguridad del OIEA con ejemplos para que sirvan de orientación adicional sobre

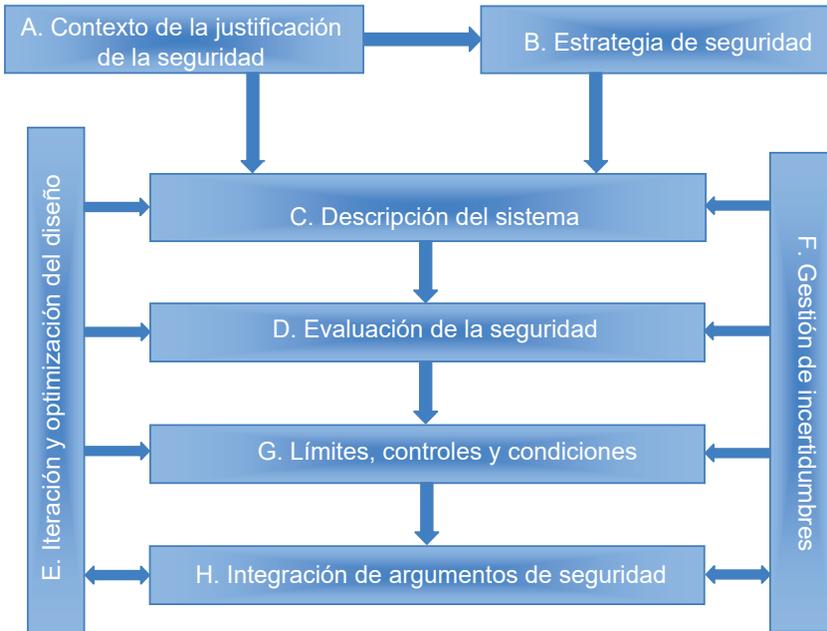


Fig. 1. Componentes de la justificación de la seguridad



Fig. 2. Aplicación del sistema de gestión y el proceso de interacción con el órgano regulador y las partes interesadas



*Fig. 3. Aspectos incluidos en la evaluación de la seguridad*

el grado de profundidad y de detalle que deben tener las justificaciones de la seguridad preparadas para instalaciones más pequeñas.

## PAPEL Y DESARROLLO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

4.6. El papel de la justificación de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final debería ser proporcionar lo siguiente:

- todos los argumentos de seguridad y pruebas complementarias que demuestren la seguridad de la instalación o la actividad de gestión de desechos;
- una base y una ayuda para adoptar decisiones sobre la concesión de licencias u otro proceso de autorización respecto de la instalación o la actividad;
- una integración de la información científica (y de otro tipo) pertinente de forma estructurada, rastreable y transparente que demuestre que se conocen cuáles son el comportamiento y el funcionamiento previstos de la instalación o la actividad;
- una demostración de que se han tenido en cuenta todas las fases de la gestión de desechos que se están considerando, desde su generación hasta su disposición final, así como a su compatibilidad en general. Deberían estudiarse los aspectos a corto, mediano y largo plazo de la gestión de

desechos, así como la posible necesidad de que haya que manipular y tratar los desechos en el futuro y los riesgos y dosis relacionados con esas actividades. Debería demostrarse la compatibilidad de los bultos de desechos y de los desechos sin embalar con una opción de disposición final; no obstante, si en determinada etapa no se hubiera definido una opción de disposición final, deberían formularse supuestos sobre las opciones probables de disposición final, que deberían plasmarse con claridad.

- la determinación de las incertidumbres en el comportamiento de la instalación, el análisis de la importancia de las incertidumbres y la determinación de enfoques para gestionar las incertidumbres importantes, y
- la facilitación de la comunicación entre las partes interesadas sobre cuestiones relacionadas con la instalación o la actividad.

4.7. Un papel específico de la justificación de la seguridad al contribuir a la adopción de decisiones sobre las opciones de tratamiento es garantizar que se produzcan cuerpos de desecho adecuados. En la justificación de la seguridad se debería tener en cuenta de forma integrada la seguridad respecto de todas las etapas de la gestión de desechos y se deberían examinar tanto la seguridad de las operaciones en la instalación como las interdependencias con otras etapas de la gestión de desechos. La adecuación de los cuerpos de desecho producidos se debería juzgar según los criterios de aceptación de desechos correspondientes a todas las actividades posteriores de gestión de desechos, en particular el procesamiento, el almacenamiento, el transporte y la disposición final. Hay muchos aspectos relacionados con esas decisiones, algunos de los cuales se basarán en evaluaciones cuantitativas, mientras que otros tendrán un carácter más cualitativo. En la sección 6 se examinan más en profundidad las consideraciones pertinentes y las consecuencias para el desarrollo de la justificación de la seguridad.

4.8. El desarrollo de la justificación de la seguridad debería comenzar al inicio del proyecto y continuar a lo largo de todas las etapas del desarrollo y la explotación de la instalación, hasta su clausura. La justificación de la seguridad también debería emplearse a lo largo de todas las etapas para orientar la selección de un emplazamiento, el diseño de la instalación, la construcción, la explotación de la instalación y su clausura. Debería emplearse para definir las necesidades de investigación y desarrollo, así como para determinar y establecer los límites, controles y condiciones en las distintas etapas, y como base para el proceso de adopción de decisiones reglamentarias y la aprobación.

4.9. La justificación de la seguridad puede desarrollarse de diversas maneras y su contenido y su estructura se verán muy influidos por los requisitos legislativos

y reglamentarios específicos de cada Estado y por las preocupaciones locales. Aunque hay Estados que no utilizan el término “justificación de la seguridad”, los enfoques y procesos utilizados para demostrar la seguridad son compatibles con ese concepto y, en esencia, similares a él.

4.10. De conformidad con los requisitos de las referencias [2, 3], el desarrollo de una justificación de la seguridad debe abarcar todas las etapas de la vida útil de la instalación y, como tal, es un proceso iterativo que evoluciona con el desarrollo de la instalación. La formalidad y el grado de detalle técnico dependerán de la etapa de desarrollo del proyecto, de la decisión en cuestión y de los requisitos nacionales específicos. Este enfoque sirve de base de la adopción de decisiones relacionadas con el desarrollo, la selección de un emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación y la clausura de la instalación, y debería posibilitar que se detecten las cuestiones a las que se deba prestar más atención para conocer mejor los aspectos que influyen en la seguridad de la instalación o la actividad.

4.11. Al desarrollar la justificación de la seguridad, deberían definirse y comprenderse bien las necesidades de las partes principales que la examinarán, emplearán y aprobarán (por ejemplo, el gobierno, el órgano regulador y las partes interesadas); dichas necesidades dependerán de la situación local y nacional. La responsabilidad de preparar la justificación de la seguridad, incluida la evaluación de la seguridad complementaria, incumbe al explotador de la instalación, y la justificación de la seguridad deberá presentarse de manera que satisfaga las necesidades de las distintas partes interesadas. En la medida de lo posible, debería acordarse de antemano, mediante la comunicación con esas partes, lo que debe incluirse, evaluarse y calcularse en relación con cada etapa del desarrollo de la instalación y en función del nivel relativo de peligro asociado a la instalación o la actividad. Por ejemplo, las expectativas de las partes interesadas con respecto a la presentación y la interpretación de los resultados de la evaluación de la seguridad pueden ser mayores a medida que se acerque el momento de adoptar decisiones sobre la concesión de licencias.

4.12. La preparación y la adopción tempranas de una estrategia de seguridad es un aspecto clave en el desarrollo de la justificación de la seguridad. La estrategia de seguridad debería incluir una estrategia global para gestionar las diversas actividades necesarias en la planificación, la explotación y la clausura de una instalación de gestión de desechos, incluidos la selección de un emplazamiento y el diseño, el desarrollo de la justificación de la seguridad, la evaluación de la seguridad, la caracterización del emplazamiento, la caracterización de los cuerpos de desecho, y la investigación y el desarrollo. En los párrafos 4.27 a 4.32

se formulan más recomendaciones sobre la preparación de una estrategia de seguridad.

4.13. Como se indica en el párrafo 3.11, las instalaciones o actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final pueden desarrollarse de manera gradual. El enfoque graduado adoptado debería posibilitar lo siguiente:

- la recopilación, el análisis y la interpretación sistemáticos de los datos científicos y técnicos necesarios;
- la evaluación de posibles emplazamientos, las opciones de gestión de desechos radiactivos, la estrategia a largo plazo y la tecnología disponible;
- la elaboración de planes para el diseño y la explotación;
- estudios iterativos para el diseño y la evaluación de la seguridad con datos cada vez mejores;
- la incorporación de las observaciones de los exámenes técnicos y reglamentarios;
- consultas con el público sobre puntos de decisión concretos, y
- la participación política.

El proceso exacto debería determinarse en función del tipo de instalación y de las prácticas nacionales.

4.14. El enfoque graduado, junto con la consideración de una serie de opciones para el diseño y la explotación de una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final, debería ofrecer flexibilidad para responder a la nueva información científica o técnica y a las novedades en las tecnologías de gestión de desechos y materiales. Asimismo, debería implementarse de una forma que permita abordar los aspectos sociales, económicos y políticos.

4.15. De conformidad con los requisitos de las referencias [2, 3], la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria deben examinarse y actualizarse periódicamente según sea necesario para reflejar la experiencia real y el aumento de los conocimientos (por ejemplo, los derivados de la investigación científica), teniendo en cuenta la retroinformación sobre la experiencia operacional u otros aspectos que sean relevantes para la seguridad. Una vez que se comience a explotar la instalación, la justificación de la seguridad y la evaluación complementaria se deben revisar o actualizar cuando se produzcan cambios importantes que puedan afectar a la seguridad de la instalación o la actividad, por ejemplo, cambios en las prácticas operacionales, los cuerpos de desecho y el diseño. El órgano regulador debería considerar el tipo de cambios o la envergadura de estos y los plazos respecto de los cuales sería necesaria una

actualización. Los períodos suelen ser de entre cinco y diez años, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad de información nueva, las modificaciones importantes del diseño o la explotación, la mejora de los conocimientos y los avances en las técnicas de evaluación.

4.16. En el proceso de selección de un emplazamiento, habrá que formular supuestos sobre las características detalladas del emplazamiento y el diseño de la instalación y, por consiguiente, la evaluación de la seguridad solo ofrecerá estimaciones preliminares sobre el comportamiento de la instalación. Eso es aceptable porque el papel de la justificación de la seguridad en esa etapa es únicamente determinar si un emplazamiento es, en principio, adecuado para una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final. Habrá situaciones en que el emplazamiento se haya seleccionado para otras instalaciones junto con las que se ubica la instalación de gestión de desechos y, en ese caso, el lugar y el diseño deberían ser compatibles con las condiciones imperantes. En etapas posteriores se necesitarán más datos específicos del emplazamiento y se habrán desarrollado los detalles del diseño propuesto, lo que permitirá contemplar las cuestiones operacionales de manera más detallada en la justificación de la seguridad. A lo largo de este proceso, la justificación de la seguridad preparada para las distintas etapas debería ofrecer información y datos de evaluación suficientemente detallados como para respaldar las decisiones necesarias.

4.17. Según el principio 3 de la referencia [1], “[1]a seguridad debe evaluarse en todas las instalaciones y actividades, aplicando un enfoque diferenciado” (párr. 3.15). Eso se explica de forma más detallada en el reconocimiento que figura en el principio 5 de la referencia [1] siguiente:

“Los recursos que el titular de la licencia dedique a la seguridad, y el alcance y rigor de los reglamentos y de su aplicación, deben ser proporcionados a la magnitud de los riesgos asociados a las radiaciones y a la posibilidad de controlarlos” (párr. 3.24).

En consonancia con eso, las referencias [2, 3] establecen que el alcance y la complejidad de la evaluación de la seguridad deberán variar en función del tipo de instalación y estar relacionados con el peligro potencial. Además, el grado de detalle de la evaluación de la seguridad realizada respecto de cada etapa del desarrollo y la explotación de una instalación variará en función de la magnitud de los riesgos.

4.18. Como consecuencia del enfoque iterativo del desarrollo de la justificación de la seguridad, pueden variar con el tiempo la importancia relativa de los

argumentos que se incluyan en ella y el grado de escrutinio al que los sometan el órgano regulador y las partes interesadas. En la sección 6 se ofrecen más orientaciones sobre la aplicación del enfoque graduado al desarrollo de la justificación de la seguridad.

## COMPONENTES DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

### **Contexto de la justificación de la seguridad**

#### *Finalidad de la justificación de la seguridad*

4.19. Según lo dispuesto en el párrafo 4.10, la justificación de la seguridad se desarrollará a medida que avance el proyecto y se empleará como base para la adopción de decisiones, tanto para las reglamentarias como para otras decisiones relacionadas, por ejemplo, con el diseño, la labor de investigación complementaria o las actividades de caracterización del emplazamiento. El contexto de cada revisión de la justificación de la seguridad debería establecerse claramente y actualizarse según sea necesario y apropiado para las revisiones posteriores.

4.20. La finalidad de cada revisión de la justificación de la seguridad dependerá de una serie de factores, como el marco programático, la etapa de desarrollo de la instalación y si la justificación de la seguridad se va a presentar al órgano regulador como parte de un procedimiento oficial de concesión de licencias o para obtener indicaciones de dicho órgano. El explotador debería describir con claridad la finalidad de cada revisión de la justificación de la seguridad, finalidad que, en función de la etapa de desarrollo de la instalación, podría incluir lo siguiente:

- poner a prueba las ideas iniciales sobre conceptos de seguridad;
- seleccionar el emplazamiento o el lugar;
- demostrar la seguridad de la instalación o la actividad;
- optimizar el diseño de la instalación o las disposiciones de la actividad;
- evaluar las actividades de dispensa y descarga;
- determinar y justificar la vida útil prevista de la instalación;
- valorar el inventario máximo de desechos que puede aceptarse (la “capacidad radiológica” de la instalación);
- definir o revisar los límites, controles y condiciones;
- contribuir a los programas de monitorización y adquisición de datos;

- realizar las reevaluaciones periódicas exigidas por la legislación o los reglamentos;
- solicitar la modificación de la instalación o la actividad o la ubicación en un mismo emplazamiento de nuevas instalaciones;
- llevar a cabo la parada y la clausura de la instalación, bien al final previsto de su vida útil o debido al incumplimiento de los reglamentos;
- determinar si son necesarias medidas reparadoras, y
- demostrar la compatibilidad con una opción de disposición final.

El proceso para determinar la finalidad de la evaluación de la seguridad también se aborda en el proyecto SADRWMS y se incluye como anexo IV de esta guía de seguridad.

#### *Alcance de la justificación de la seguridad*

4.21. El alcance de la justificación de la seguridad se debería definir con claridad. Se debería indicar si la justificación de la seguridad abarca toda una instalación o una sola actividad dentro de una instalación de mayor tamaño. También se deberían tener en cuenta los límites del emplazamiento y la interrelación con actividades e instalaciones vecinas.

4.22. En el caso del desarrollo gradual de la instalación, en el alcance de la justificación de la seguridad se debería definir de forma clara la etapa correspondiente de la vida útil de la instalación, los cambios introducidos en la justificación de la seguridad con respecto a versiones anteriores y la manera en que la justificación de la seguridad contribuirá a las revisiones futuras. Por ejemplo, se debería explicar cómo ha evolucionado la justificación de la seguridad desde la etapa de construcción hasta la etapa de puesta en servicio, y la manera en que eso justificará la explotación de la instalación una vez finalizada la puesta en servicio.

#### *Demostración de la seguridad*

4.23. El enfoque de demostración de la seguridad se refiere a los objetivos y principios de seguridad que deben aplicarse y a los requisitos reglamentarios que deben cumplirse. El órgano regulador puede establecer los objetivos y principios de seguridad. El marco regulador que rige la manera en que se debe desarrollar la justificación de la seguridad debería documentarse como parte del contexto de la justificación de la seguridad, y esta se debería desarrollar en consonancia con dicho marco. Los criterios de seguridad pueden variar en función del país y deben especificarse en el contexto de la justificación de la seguridad [2].

4.24. En el contexto de la justificación de la seguridad se deberían especificar los requisitos de seguridad que no sean criterios de seguridad, así como otros requisitos relacionados con la justificación de la seguridad (por ejemplo, criterios de seguridad industrial, criterios ambientales, criterios de dispensa y criterios para levantar el control reglamentario del emplazamiento).

4.25. En el enfoque de demostración de la seguridad también se debería explicitar la manera en que se abordará la gestión de incertidumbres en la justificación de la seguridad. Se debería indicar, como mínimo, cómo se determinarán las incertidumbres, cómo se caracterizarán y cuál será el enfoque para gestionarlas. En la sección 5 se formulan recomendaciones específicas sobre la gestión de incertidumbres.

### *Enfoque graduado*

4.26. Se debe adoptar un enfoque graduado para determinar el alcance, la amplitud y el grado de detalle de la justificación de la seguridad y la evaluación de seguridad complementaria que hay que realizar [3]. Se debería explicar y justificar el enfoque graduado adoptado, y este debería ser tal que el alcance, la amplitud y el grado de detalle de la justificación de la seguridad y la evaluación de seguridad complementaria sean proporcionales a los peligros, a la complejidad de la instalación o la actividad y a las características de los desechos que vayan a gestionarse. En la justificación de la seguridad se debería justificar la amplitud y la profundidad de los argumentos de seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria. Por ejemplo, en el caso de un enfoque graduado, el grado de detalle de la evaluación de la seguridad relativa a los conceptos genéricos sobre el almacenamiento que se consideran antes de seleccionar un emplazamiento podría ser menor que el de la evaluación de la seguridad para la puesta en servicio de la instalación. En la referencia [3] se indican los factores pertinentes respecto del enfoque graduado de una evaluación de la seguridad. En la sección 6 se formulan recomendaciones adicionales sobre la aplicación de un enfoque graduado de la evaluación de la seguridad respecto de las instalaciones y actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final.

### **Estrategia de seguridad**

4.27. La estrategia de seguridad se refiere al enfoque que se adoptará en la selección de un emplazamiento y del lugar de la instalación y en el diseño y la explotación de la instalación para cumplir los objetivos, principios y criterios de seguridad y los requisitos reglamentarios y garantizar que se hayan adoptado buenas prácticas de ingeniería y se optimicen la seguridad y la protección. Se

debería establecer en la etapa inicial de conceptualización de la instalación. La estrategia puede evolucionar y madurar en etapas posteriores, pero se debería definir en una etapa lo más temprana posible, de modo que en el momento en que se seleccionen el emplazamiento y el lugar de la instalación, el concepto de diseño para aplicar la estrategia esté lo suficientemente bien desarrollado como para garantizar que la instalación o la actividad contará con las funciones de seguridad requeridas. A medida que se desarrolla el proyecto, la estrategia de seguridad se debería validar continuamente, y en la justificación de la seguridad se debería justificar cualquier cambio introducido. Toda evolución de la estrategia de seguridad debería quedar registrada minuciosamente, y los registros deberían conservarse para usarlos en el futuro.

4.28. En la estrategia de seguridad se deberían contemplar una serie de elementos principales, a saber, prever múltiples funciones de seguridad y defensa en profundidad, blindaje y confinamiento, y seleccionar enfoques adecuados de procesamiento de desechos. Se debería reflejar cómo se va a minimizar la cantidad de desechos producidos, cómo se va a optimizar la gestión de desechos en lo que respecta a la reutilización, el reciclado y la dispensa de materiales y la descarga de efluentes, y cómo se van a tener en cuenta las interdependencias con otras etapas de la gestión previa a la disposición final y con la disposición final de los desechos. También se debería contemplar el enfoque que se adoptará para gestionar las incertidumbres, a fin de garantizar que se respetará el enfoque de demostración de la seguridad establecido en los párrafos 4.23 a 4.25.

4.29. Se deberían tener en cuenta las interdependencias entre los procesos de producción de desechos y los procesos posteriores de gestión de desechos. Al hacerlo, también se debería contemplar la posibilidad de que distintos órganos reguladores se encarguen de las diferentes actividades.

4.30. En la referencia [3] se exige que se prevea la defensa en profundidad, de manera que la seguridad no dependa indebidamente de una sola barrera de protección o una sola barrera física y para garantizar que, si una barrera no funciona como se pretende, haya otras que la compensen. Ejemplo de ello sería que el propio edificio de la instalación tuviera asignada una función de confinamiento por si la integridad del embalaje de los desechos se viera comprometida en determinadas condiciones de accidente. En la estrategia de seguridad se deberían indicar las funciones de seguridad previstas y los plazos en los que estarán disponibles. También se debería demostrar la manera en que la degradación del comportamiento de una barrera se compensaría con otro mecanismo o componente, o bien demostrar que se cumplirán los límites reglamentarios correspondientes en relación con los riesgos asociados a la degradación del

comportamiento. En la estrategia de seguridad también se debería contemplar cómo se demostrará la adecuación de las distintas funciones de seguridad (por ejemplo, mediante una evaluación, por analogía y mediante ensayos). Asimismo, se debería indicar la manera en que se proporcionará un nivel adecuado de defensa en profundidad. La adecuación de la defensa en profundidad se puede expresar en términos cuantitativos y cualitativos.

4.31. En la estrategia de seguridad se debería indicar el enfoque que se adoptará para demostrar la compatibilidad de los desechos procesados con los criterios de aceptación de las instalaciones de disposición final.

4.32. Además, en la estrategia de seguridad se debería reflejar lo siguiente:

- el grado de precaución con que se actuará al adoptar decisiones;
- los motivos por los que se han elegido la metodología de evaluación, el plazo de la evaluación y los períodos en que se divide este, lo que incluye examinar los diversos enfoques de evaluación y los instrumentos que se utilizarán para verificar, confirmar y comparar las conclusiones de la evaluación;
- cómo se realizarán los exámenes por homólogos;
- cómo se demostrará que se cumplen las orientaciones y prácticas internacionales, y
- otros argumentos generales, según proceda.

### **Descripción de la instalación o la actividad y de los desechos**

4.33. La descripción de la instalación o la actividad de gestión de desechos debería contener toda la información y los conocimientos sobre la instalación y las actividades que se vayan a llevar a cabo, y servir de base sobre la que realizar todas las evaluaciones de la seguridad. A medida que avance el proyecto y se lleve a cabo la evaluación de forma iterativa, se obtendrá información y los conocimientos sobre la instalación y las actividades deberían ir evolucionando y madurando. Los conocimientos que se vayan desarrollando deberían utilizarse para determinar las necesidades futuras de información sobre el diseño de la instalación y las actividades que se llevarán a cabo. La descripción debería contener, en función del tipo de instalación, información sobre los aspectos que se indican a continuación.

### *Condiciones del emplazamiento*

4.34. Se deberían indicar y describir las condiciones del emplazamiento y los sucesos conexos, tanto naturales como antropogénicos, que podrían influir en la seguridad y, por tanto, imponer ciertas presiones respecto de la instalación o las actividades y de los equipos y los componentes de la instalación. Las características del emplazamiento aportan información para el diseño y pueden referirse al conjunto de condiciones en que se explota la instalación o se realiza la actividad, como las condiciones meteorológicas, o a los peligros a los que puede verse expuesta la instalación, como los riesgos sísmicos. Por consiguiente, se deberían indicar y tener en cuenta todas las condiciones, procesos y sucesos del emplazamiento que tengan relevancia al respecto, en consonancia con el enfoque graduado. Se debería definir la situación normal o promedio, así como cualquier suceso más extremo pero creíble que haya que tener en cuenta.

### *Descripción del sistema (descripción de las instalaciones y actividades y de los desechos)*

4.35. La seguridad de una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final, al igual que la de otros sistemas técnicos, depende en parte de que el diseño y la construcción sean sólidos y estén probados. Las características de diseño más importantes son las que ofrecen las garantías necesarias de que los desechos radiactivos pueden manipularse (procesarse, almacenarse, recuperarse, etc.) sin que eso dé lugar a riesgos indebidos para los trabajadores, el público o el medio ambiente.

4.36. Por lo tanto, en la justificación de la seguridad se debería examinar en profundidad el diseño de la instalación y los supuestos fundamentales en que se basa este. La justificación de la seguridad debería incluir una descripción completa de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación y su importancia para la seguridad; la cantidad de desechos que se manipularán en la instalación y sus características; las diversas condiciones en que puede funcionar la instalación; los peligros a los que puede verse expuesta la instalación; y los criterios de comportamiento exigidos.

4.37. En la justificación de la seguridad también se deberían examinar los requisitos fundamentales de diseño que se han aplicado y el modo en que quedan reflejados en el diseño resultante. En los requisitos fundamentales de diseño se suelen contemplar consideraciones como la necesidad de garantizar un grado adecuado de redundancia, diversidad, fiabilidad y tolerancia a los fallos, así como la necesidad de garantizar que los fallos que puedan producirse tengan un alcance

limitado y, en la medida de lo posible, unas consecuencias limitadas. En el caso del combustible gastado, se debería abordar la verificación de la subcriticidad y la extracción del calor. En el diseño también se debe aplicar el concepto de defensa en profundidad [1].

4.38. Según proceda, el diseño se debería examinar a la luz de los requisitos de seguridad para determinar si, junto con la explotación de la instalación, incorpora medidas adecuadas para prevenir accidentes y limitar las consecuencias en caso de que se produzca uno. Por ejemplo, en el caso de las instalaciones o las actividades en que se manipula material fisible, en el diseño se deberían contemplar las cuestiones relacionadas con la criticidad.

4.39. Se debería examinar la flexibilidad del diseño para adaptarse a los cambios en las condiciones de funcionamiento, la tecnología empleada y los planes de clausura.

4.40. Si a la instalación o la actividad se le aplican sistemas nacionales o internacionales de contabilidad y control de materiales nucleares [24], cualquier disposición que se establezca a tal efecto se debería evaluar desde el punto de vista de la seguridad, y se debería resolver cualquier conflicto (como restricciones de acceso a zonas o materiales).

4.41. Además de las cuestiones relacionadas con el diseño y la construcción, la seguridad de una instalación o una actividad también depende de los aspectos operacionales, como los procedimientos de explotación y mantenimiento, los controles y la monitorización. La estructura orgánica y la dotación de personal del explotador, en particular los aspectos relacionados con la cultura de la seguridad, las competencias que se exigen al personal, las medidas de seguridad y la calidad de la capacitación, se suelen relacionar con la frecuencia con que se producen sucesos antropogénicos.

4.42. Si bien los aspectos operacionales de la instalación o la actividad son difíciles de cuantificar, su consideración constituye una parte importante de la justificación de la seguridad. Habida cuenta de la importancia de esos aspectos para la seguridad en general de una instalación o una actividad, se les debe prestar la debida atención en la evaluación de la seguridad y en el contexto más amplio de la justificación de la seguridad de la instalación o la actividad. En el contexto de la consideración de los aspectos operacionales, también se deberían abordar la planificación para casos de emergencia y las medidas de seguridad.

4.43. En la justificación de la seguridad se debería explicar la manera en que el explotador pretende afrontar cada una de las cuestiones operacionales relacionadas con la seguridad (en lo que respecta tanto a la prevención de accidentes como a la respuesta si se producen) con políticas, procedimientos, controles y monitorización. La explicación debería demostrar la adecuación de la respuesta del explotador a la cuestión de seguridad subyacente.

#### *Desechos*

4.44. Se deberían recopilar datos sobre el tipo de desechos radiactivos que se van a procesar (es decir, someter a tratamiento previo, tratamiento o acondicionamiento) o almacenar, así como sobre el material que va a ser objeto de dispensa o descarga en la instalación o la actividad, con respecto al volumen y la forma de los desechos, los radionucleidos que pueden ser motivo de preocupación, el contenido radiactivo, la presencia de materiales fisibles y otras propiedades físicas, químicas y patogénicas. Se deberían incluir los flujos de desechos secundarios que puedan producirse al procesar los desechos.

4.45. Se deberían tener en cuenta todos los componentes peligrosos no radiactivos que puedan estar presentes en los desechos o introducirse como sustancias químicas de proceso o por otros medios. Estos tal vez estén contemplados en otras leyes, pero se debería tener en cuenta su posible interacción con los desechos o su posible influencia en el tratamiento.

4.46. Se deberían considerar las variaciones en las características previstas de los materiales de entrada (materias primas, material básico, entradas, etc.), en particular con respecto a la influencia que puedan tener en las posibilidades de que se produzcan en la instalación incidentes operacionales previstos y accidentes base de diseño.

### **Evaluación de la seguridad**

#### *Consideraciones generales*

4.47. En esta guía de seguridad, el término “evaluación de la seguridad” se utiliza para referirse a todas las evaluaciones realizadas como parte de la justificación de la seguridad (véase la fig. 3). Eso abarca todos los aspectos relacionados con la seguridad de la instalación. Así pues, la evaluación de la seguridad también aborda aspectos cualitativos, como las buenas prácticas de ingeniería, y la gestión de cuestiones no radiológicas, como la seguridad convencional.

4.48. El término “evaluación de la seguridad” se utiliza de forma diferente en dos aspectos:

- a) En publicaciones anteriores (por ejemplo, la ref. [26]), la “evaluación de la seguridad” se definió como el proceso global de realización de evaluaciones cuantitativas de la seguridad radiológica. Eso incluía la elaboración del contexto de la evaluación y la descripción de la instalación y su entorno, así como la interpretación de los resultados. Sin embargo, en el contexto más amplio de la justificación de la seguridad que se ilustra en la figura 1, se considera que esos elementos forman parte de la justificación de la seguridad en general y no solo de la evaluación cuantitativa de la seguridad. Por tanto, al abordar esos elementos en un contexto más amplio, como en esta guía de seguridad, no se modifica la propia metodología para realizar evaluaciones cuantitativas (que se aborda en relación con las instalaciones de disposición final en la ref. [26]), sino que los enfoques desarrollados en esas publicaciones se integran ahora en el contexto más amplio de la justificación de la seguridad.
- b) En esta guía de seguridad, la “evaluación de la seguridad” hace referencia a aspectos relacionados con la seguridad sin limitarse a la evaluación cuantitativa de los riesgos radiológicos. Esta ampliación del término es una consecuencia lógica de adoptar el concepto más amplio de la justificación de la seguridad como base de esta guía de seguridad.

4.49. En las secciones que figuran a continuación se reseñan los elementos principales de la evaluación de la seguridad que se muestran en la figura 3.

#### *Evaluación del impacto radiológico*

4.50. La evaluación del impacto radiológico constituye el elemento central de la justificación de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. Además de evaluaciones cualitativas, implica un análisis cuantitativo exhaustivo de los posibles desafíos para las funciones de seguridad y el impacto radiológico que podría derivarse de ellos. En este enfoque, se utilizan escenarios para describir posibles condiciones o sucesos en la instalación o durante la actividad y se hace un análisis cuantitativo de los riesgos radiológicos resultantes mediante modelos conceptuales y matemáticos. Este enfoque se describe de forma detallada en la sección 5.

### *Aspectos relacionados con el emplazamiento y aspectos de ingeniería*

4.51. La evaluación cuantitativa del impacto radiológico potencial debería dar lugar a conclusiones sobre la adecuación del emplazamiento elegido o propuesto, así como sobre el diseño previsto de la instalación o la actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. Las conclusiones extraídas de la evaluación cuantitativa deberían complementarse con argumentos y evaluaciones cualitativos. El conjunto integrado de los resultados de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas debería bastar para demostrar la adecuación de los aspectos relacionados con el emplazamiento y los aspectos de ingeniería, así como que dichos aspectos están en consonancia con los requisitos de seguridad pertinentes establecidos en la sección 3 y que se cumple la estrategia de seguridad establecida para la instalación.

### *Análisis de ingeniería*

4.52. El análisis de ingeniería debería servir para determinar qué cambios en el diseño podrían eliminar un peligro o reducir la frecuencia o las consecuencias de un suceso. El valor de realizar los cambios determinados se debería evaluar utilizando el principio de optimización de la protección.

4.53. La evaluación de la seguridad se debería utilizar para determinar las funciones de seguridad y las estructuras, sistemas y componentes conexos de los que se depende para prevenir accidentes y mitigar las consecuencias de los sucesos iniciadores. Eso se debería hacer aplicando códigos y normas de ingeniería adecuados, de manera proporcional a la importancia de las funciones de seguridad (por ejemplo, las consecuencias de que no se comporten como deben).

4.54. La evaluación de la seguridad se debería utilizar para determinar si las estructuras, sistemas y componentes existentes son adecuados y suficientes para desempeñar sus funciones durante el funcionamiento normal y los incidentes operacionales previstos y en condiciones de accidente, y si lograrán el control requerido de las dosis y los riesgos. También se debería utilizar para verificar que las estructuras, sistemas y componentes existentes seguirán desempeñando sus funciones de seguridad durante el tiempo que requiera la etapa de la vida útil de la instalación, teniendo en cuenta el envejecimiento, otros mecanismos de degradación y las actividades de mantenimiento invasivas (por ejemplo, la demolición de paredes maestras o la creación de condiciones ambientales polvorientas).

4.55. La evaluación de la seguridad se debería utilizar para determinar las funciones de seguridad que requieran nuevas estructuras, sistemas y componentes técnicos, y debería verificar que estos serán adecuados y suficientes para cumplir los requisitos y criterios de seguridad pertinentes. También se debería utilizar para determinar los requisitos de ingeniería permanentes que deban aplicarse durante la explotación (por ejemplo, requisitos relativos a la inspección, el mantenimiento y el ensayo de estructuras, sistemas y componentes) y los servicios que deban mantenerse, incluidos los de otras instalaciones conexas.

#### *Seguridad pasiva*

4.56. El explotador debería demostrar que se aplican características de seguridad pasiva en la medida de lo posible y lo antes posible; por ejemplo, en caso de períodos de almacenamiento prolongados. Según la referencia [2], eso es especialmente importante en el caso del almacenamiento de desechos. Este tema se examina con más detenimiento en la sección 6.

#### *Defensa en profundidad*

4.57. Por “defensa en profundidad” se entiende el despliegue jerárquico de equipos y procedimientos diversos para mantener la eficacia de las barreras físicas situadas entre el material radiactivo y los trabajadores, el público o el medio ambiente, durante el funcionamiento normal y los incidentes operacionales previstos y, en el caso de algunas barreras, en condiciones de accidente en la instalación. Según la referencia [3], se requiere una evaluación de la defensa en profundidad, que debería comprender una evaluación de los niveles de defensa proporcionados por la instalación o la actividad.

4.58. La aplicación del concepto de defensa en profundidad a las instalaciones o actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final exige que el explotador demuestre que en el diseño de la instalación se han tenido en cuenta varias funciones de seguridad. La aplicación de este concepto debería garantizar que la seguridad no dependa indebidamente de un único componente o procedimiento de control, ni del cumplimiento de una única función de seguridad. Este tema se trata con más detenimiento en la sección 6.

#### *Principios científicos y de ingeniería*

4.59. Entre los elementos de las buenas prácticas científicas se encuentran la realización de observaciones, la formulación y el contraste de hipótesis, la evaluación de la reproductibilidad y el examen por homólogos. La aplicación de

buenos principios científicos en el desarrollo de una justificación de la seguridad se puede ilustrar considerando, por ejemplo, la labor encaminada a comprender la eficacia de una actividad propuesta de procesamiento de desechos químicos. Esa labor podría consistir en tomar mediciones de los desechos, plantear hipótesis sobre el efecto de los aditivos en su comportamiento físico y químico, contrastar esas hipótesis con modelos que empleen los datos recopilados, utilizar más de un enfoque o grupo de personas en la labor de modelización para examinar modelos conceptuales alternativos y la reproductibilidad, y someter la labor a un examen por homólogos independiente (véanse los párrs. 4.97 a 4.99).

4.60. Se deberían aplicar buenos principios técnicos y de ingeniería para evitar situaciones complejas o insuficientemente caracterizadas, y se deberían establecer procedimientos para garantizar que se apliquen esos principios y hacer frente a condiciones imprevistas. La justificación de la seguridad debería contemplar la manera en que se han aplicado los principios de las buenas prácticas de ingeniería, y en ella el explotador debería demostrar que se conocen bien los materiales, los equipos y los procesos previstos para la instalación o la actividad y que los conocimientos adquiridos en aplicaciones similares confirman que esos materiales, equipos y procesos son adecuados para el uso previsto. Siempre que sea posible, el explotador debería emplear técnicas bien establecidas y tener debidamente en cuenta la retroinformación obtenida de la experiencia en el empleo de esas técnicas.

#### *Calidad de la caracterización del emplazamiento*

4.61. En la justificación de la seguridad se debería describir de forma clara el enfoque y los criterios empleados en la selección de un emplazamiento y se debería demostrar que el emplazamiento seleccionado está en consonancia con la estrategia de seguridad y los criterios que se hayan establecido. En la justificación de la seguridad se debería integrar el conocimiento del emplazamiento y sus alrededores y su proximidad a otras instalaciones o núcleos de población, y se debería recurrir a la modelización para ayudar a comprender el posible comportamiento de la instalación o la actividad.

4.62. La confianza en los resultados de la evaluación aumentará cuando los programas de caracterización del emplazamiento y de evaluación de la seguridad sean de alta calidad; los datos del emplazamiento obtenidos por el explotador sean coherentes con otros datos existentes en cuanto a los valores de los parámetros y la metodología de medición aplicada; los modelos de evaluación de la seguridad desarrollados sean coherentes con las propiedades del emplazamiento y los conocimientos conceptuales de este basados en principios científicos; y los

conocimientos conceptuales del emplazamiento y los modelos de evaluación de la seguridad sigan siendo compatibles y adecuados respecto de cualquier nueva información sobre el emplazamiento que surja, y solo haya que introducir pequeños cambios para perfeccionarlos.

#### *Aspectos de seguridad operacional*

4.63. La evaluación de la seguridad operacional no radiológica queda fuera del alcance de esta guía de seguridad; sin embargo, habrá interacciones y posibles sinergias con la evaluación de la seguridad operacional (por ejemplo, incendios, explosiones o presencia de material tóxico). La forma de aplicar los requisitos relativos a los riesgos no radiológicos dependerá del tipo de instalación, del marco legislativo y regulador y de la etapa de desarrollo de la instalación. Puesto que los riesgos radiológicos y no radiológicos pueden tener el mismo origen, puede ser beneficioso realizar una evaluación integrada de tales riesgos y de las contramedidas necesarias.

#### *Impacto ambiental no radiológico*

4.64. Será obligatorio realizar una evaluación del impacto no radiológico de la instalación o la actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final (por ejemplo, el transporte de material hacia y desde el emplazamiento, las emisiones de efluentes y el ruido), la cual se regirá por las leyes de protección ambiental y los reglamentos conexos y por los reglamentos relacionados con el transporte. Eso queda fuera del alcance de esta guía de seguridad. No obstante, los enfoques de evaluación descritos en esta guía también pueden ser útiles para evaluar los peligros que plantean los componentes de los desechos no radiactivos y para optimizar la protección y la seguridad frente a todos los peligros potenciales.

4.65. Las leyes de protección ambiental y los reglamentos conexos darán lugar a varios requisitos sobre la construcción, la explotación y la clausura de una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final o sobre la realización de una actividad de gestión de desechos. Algunos ejemplos son las restricciones en materia de tráfico o contaminación acústica, que pueden limitar la construcción y la explotación de la instalación. Otros ejemplos son los límites, controles y condiciones exigidos respecto de la gestión del agua en la instalación que se esté construyendo. Esos requisitos derivados de las leyes de protección ambiental se deberían tener debidamente en cuenta en el diseño de la instalación. Así pues, en la integración de los argumentos de seguridad (véase la fig. 3) también se debería tener en cuenta el impacto no radiológico y se debería

demostrar que la instalación o la actividad es segura en general y cumple en general todos los requisitos legislativos y reglamentarios pertinentes.

### *Sistema de gestión*

4.66. El requisito 7 de la referencia [2] establece que “[s]e aplicarán sistemas de gestión para todas las etapas y elementos de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos”. Los requisitos generales para el sistema de gestión se establecen en la referencia [19], y en la referencia [27] se formulan recomendaciones sobre cómo cumplirlos. La aplicación de un sistema de gestión adecuado contribuirá a generar confianza en la justificación de la seguridad, y debería llevarse a cabo una evaluación de la adecuación del sistema de gestión que rige toda la labor relacionada con la seguridad.

4.67. Los requisitos sobre el sistema de gestión influyen en el desarrollo de la justificación de la seguridad de dos maneras. En primer lugar, la descripción del sistema de gestión que se aplica a las distintas etapas del desarrollo de la instalación debería constituir un elemento importante de la justificación de la seguridad, y contribuir a generar confianza en que se cumplen los requisitos y criterios de seguridad pertinentes en cuanto a la selección de un emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación y la clausura. En segundo lugar, se deberían establecer programas que garanticen la calidad de todas las actividades relacionadas con la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad, como la recopilación de datos y la modelización. Este aspecto se trata en los párrafos 4.100 a 4.105.

### **Gestión de incertidumbres**

4.68. La importancia de abordar las incertidumbres en la evaluación de la seguridad se refleja en la referencia [3], que establece que “[l]as incertidumbres en el análisis de la seguridad tienen que ser caracterizadas por lo que se refiere a su fuente, naturaleza y grado, recurriendo a métodos cuantitativos, al juicio de los profesionales o a ambas cosas”. Además, en la referencia [3] se exige que “[a]quellas que puedan tener implicaciones para los resultados del análisis de la seguridad y para las decisiones que se adopten en función del mismo deben resolverse mediante análisis de incertidumbre y sensibilidad”. En la sección 5 se examinan los enfoques de gestión de incertidumbres.

## **Iteración y optimización del diseño**

4.69. El proceso de adopción de decisiones sobre las opciones de diseño es polifacético en el sentido de que hay que aunar y conciliar diversos factores, a veces contrapuestos, para llegar a una decisión. Será iterativo en la mayoría de los casos prácticos. La cantidad de iteraciones dependerá de la etapa de desarrollo de la instalación y de la naturaleza de la decisión que haya que tomar, así como de la disponibilidad de datos y modelos.

4.70. Las primeras iteraciones en el proceso de adopción de decisiones se deberían realizar con los datos y la capacidad para llevar a cabo la evaluación disponibles. La iteración solo debe continuar hasta que se considere que la evaluación es adecuada para su finalidad. Además, solo se deben adquirir conocimientos adicionales en la medida necesaria para mejorar los fundamentos de la toma de decisiones. Las iteraciones pueden afectar a un solo aspecto concreto de la justificación de la seguridad (por ejemplo, la mejora de los requisitos de datos para determinado modelo). Las iteraciones más amplias pueden implicar revisiones de todos los componentes de la justificación de la seguridad. Por ejemplo:

- Se puede ajustar el contexto de la justificación de la seguridad para, por ejemplo, tratar las incertidumbres de forma más realista o ampliar la gama de receptores (véase el párr. 5.19) considerados.
- Se puede mejorar y perfeccionar la estrategia de seguridad.
- Tal vez se disponga de nuevos datos sobre el emplazamiento o el diseño se haya desarrollado más.

A raíz de esos cambios o de otros factores (por ejemplo, los resultados de los exámenes por homólogos), se pueden revisar o desarrollar más los componentes de la justificación de la seguridad y de la evaluación de seguridad complementaria.

4.71. La optimización de la protección de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final es un proceso de juicio que se aplica a las decisiones que se adoptan en el desarrollo del diseño de la instalación. A lo largo del desarrollo, la explotación y la clausura de la instalación se deberían adoptar buenas soluciones técnicas y de ingeniería y se deberían aplicar los principios de gestión de la calidad.

4.72. En el caso de algunas decisiones sobre la optimización de la protección y la seguridad, puede bastar con un enfoque cualitativo basado en el juicio de expertos y en el empleo de la mejor tecnología disponible y probada. Cuanto más

compleja sea una cuestión y más interconexiones tenga con otros aspectos de la instalación, más estricta será la aplicación de los requisitos sobre optimización de la protección para demostrar que esta se ha optimizado. Para demostrar que la protección puede considerarse optimizada, habría que demostrar que son válidos los argumentos importantes siguientes:

- Se ha prestado la debida atención a las implicaciones para la seguridad de las distintas opciones de diseño en cada una de las etapas del desarrollo, la construcción y la explotación de la instalación;
- Mediante la selección de un emplazamiento y el diseño, se ha reducido en la medida de lo razonablemente posible la probabilidad de que se produzcan sucesos que puedan perturbar el comportamiento de la instalación o la actividad de forma que se dé lugar a dosis o riesgos más elevados.

4.73. Se debería demostrar que la opción de diseño seleccionada se ha elegido mediante un procedimiento bien definido y racional. La confianza en la opción de diseño seleccionada puede aumentar si en la justificación de la seguridad se presentan opciones de diseño alternativas y una evaluación de sus ventajas e inconvenientes, y se justifica la opción preferida. La consideración de alternativas es un requisito reglamentario en algunos Estados (por ejemplo, ref. [29]).

4.74. En la etapa de diseño de un proyecto se suelen considerar opciones sustancialmente distintas. Sin embargo, la posibilidad de adoptar medios alternativos para llevar a cabo un proyecto se debería mantener abierta en cada etapa del proceso de adopción de decisiones. En la justificación de la seguridad se debería describir el proceso utilizado para seleccionar las opciones más adecuadas en función de un conjunto de criterios o consideraciones predeterminados. Entre los criterios utilizados para comparar las alternativas deberían figurar, además de criterios de seguridad, factores ambientales y socioeconómicos (por ejemplo, los costos, la aceptación por el público de determinadas opciones).

4.75. El examen de medios alternativos para llevar a cabo un proyecto implica responder a las tres preguntas siguientes:

- a) ¿Cuáles son las alternativas?
- b) ¿Cuáles son las repercusiones, en particular las ventajas e inconvenientes, de cada alternativa?
- c) ¿Cuál es el motivo por el que se ha seleccionado la alternativa preferida?

4.76. Las alternativas se deberían definir y describir con suficiente detalle como para dar respuestas claras a estas preguntas. Por ejemplo, si se están considerando

opciones de diseño alternativas, se debería describir cada opción y se deberían determinar los efectos radiológicos, costos y beneficios potenciales de cada una. A continuación, se deberían documentar de forma exhaustiva los criterios y el análisis de las distintas opciones para respaldar el diseño propuesto. En la sección 6 se formulan más recomendaciones sobre la adopción de decisiones y la evaluación de opciones alternativas. Se debería llevar un registro de la evolución del diseño y de los fundamentos de las decisiones relacionadas con él, que se debería mantener a lo largo de la evolución de la justificación de la seguridad.

### **Determinación de las medidas de seguridad**

4.77. Los resultados de la evaluación de la seguridad deberían servir para demostrar que se cumplen los requisitos y criterios reglamentarios expresados en términos de dosis efectiva (por ejemplo, dosis efectiva anual individual en caso de funcionamiento normal, dosis efectiva individual en caso de incidentes aislados, incluidos los accidentes) o en términos de riesgo. Para ello, los resultados de la evaluación de la seguridad se deberían expresar en las mismas unidades que los criterios de seguridad correspondientes.

4.78. Se deberían realizar análisis de sensibilidad para determinar y evaluar los parámetros y valores que más influyen en los resultados de la evaluación de la seguridad. Si estos son especialmente sensibles a un parámetro de entrada o supuesto, el explotador debería encaminar sus esfuerzos a reducir las incertidumbres y repetir esa parte de la evaluación.

4.79. La justificación de la seguridad debería demostrar que se dispone de medidas de seguridad adecuadas para cumplir los criterios de seguridad, proporcionales a la probabilidad de que se produzca cada suceso y a las consecuencias radiológicas conexas. Esas medidas pueden ser, entre otras, las siguientes:

- Medidas de ingeniería: medidas técnicas o físicas aplicadas durante la explotación, como el blindaje.
- Medidas de procedimiento: en caso de que las medidas de ingeniería no puedan eliminar por completo un peligro, tal vez haya que recurrir a medidas administrativas, como restringir el acceso a zonas con niveles de radiación elevados.

En la sección 6 se describen otros aspectos del empleo de la evaluación de la seguridad en lo que respecta a la adecuación del diseño de la instalación y las medidas de seguridad.

## **Límites, controles y condiciones**

4.80. La justificación de la seguridad se debería utilizar para ayudar a establecer las condiciones de la licencia y otros controles y requisitos respecto de la instalación o la actividad.

4.81. Se deberían definir las especificaciones con que la instalación puede funcionar o la actividad puede llevarse a cabo en condiciones de seguridad, y deducir de ellas los límites y restricciones operacionales. Algunos ejemplos son los límites aplicables a un emplazamiento o un proceso concreto respecto de los tipos, las actividades y las cantidades de desechos que pueden aceptarse o procesarse para garantizar la seguridad operacional y, en el caso del almacenamiento de desechos a largo plazo, la seguridad a largo plazo.

4.82. Las especificaciones para el funcionamiento seguro deberían utilizarse asimismo para desarrollar programas y procedimientos operacionales, incluidos los requisitos de mantenimiento, inspección y ensayo. Se debería establecer un mecanismo formal para relacionar esos programas y procedimientos operacionales diversos con la evaluación de la seguridad, así como un proceso para hacer un seguimiento de las actividades necesarias para hacer efectiva esa relación.

4.83. Los límites y condiciones especialmente importantes para una instalación o una actividad son el inventario aceptable de desechos o los niveles de concentración de determinados radionucleidos en los desechos, que se deberían definir en función de los resultados de la evaluación de la seguridad.

4.84. Se pueden establecer criterios de aceptación de desechos para la instalación aplicables tanto a los bultos de desechos como a la instalación en su conjunto. Los niveles de inventario aceptables suelen depender de la evaluación de diversos escenarios, así como de criterios relacionados con las actividades de descarga, dispensa y gestión de los desechos previa a la disposición final. Además, la justificación de la seguridad se debería emplear para evaluar las propiedades y los niveles de sustancias (por ejemplo, sustancias químicas) en la instalación que pueden causar la degradación de características de seguridad clave.

## **Integración de argumentos de seguridad**

4.85. En la justificación de la seguridad se debería ofrecer una síntesis de las pruebas, argumentos y análisis disponibles. En la síntesis se debería explicar la manera en que se han considerado los datos y la información pertinentes, en

que se han ensayado los modelos y en que se ha seguido un procedimiento de evaluación racional y sistemático. En la justificación de la seguridad también se debería reconocer cualquier limitación de las pruebas, argumentos y análisis que estén disponibles, y se deberían destacar los principales motivos por los que se ha llegado a la conclusión de que, a pesar de todo, se debería continuar con la planificación y el desarrollo de la instalación o la actividad. Se debería incluir el enfoque que se empleará para afrontar y gestionar las cuestiones pendientes y las incertidumbres que puedan socavar la seguridad. Si las pruebas, argumentos y análisis no ofrecen la confianza suficiente para respaldar una decisión positiva, puede ser necesario revisar la justificación de la seguridad o el diseño de la instalación.

4.86. En general, la justificación de la seguridad correspondiente a cada etapa de la planificación y el desarrollo de la instalación incluirá las diferentes líneas de pruebas, argumentos y análisis disponibles para respaldar la evaluación de la calidad y el comportamiento de la instalación. También se deberían examinar y analizar las conclusiones que contradigan los argumentos formulados en la justificación de la seguridad y las incertidumbres. Para ello es necesario examinar detenidamente los siguientes aspectos:

- el tratamiento de las incertidumbres en la justificación de la seguridad y la evaluación complementaria;
- la calidad y la fiabilidad de la labor científica y de diseño que sirve de base de la justificación de la seguridad;
- la calidad y la fiabilidad de la evaluación de la seguridad, lo que incluye la elaboración de escenarios, la adecuación de los diversos escenarios considerados, la evaluación de la probabilidad de que ocurran, y la adecuación de los métodos, modelos, códigos informáticos y bases de datos utilizados, y
- los requisitos del sistema de gestión respecto de la realización de cálculos de evaluación de la seguridad para garantizar su calidad.

4.87. Sin embargo, el hincapié que se haga en las distintas líneas argumentales al presentar la justificación de la seguridad puede variar en función de lo siguiente:

- las preocupaciones y necesidades del público destinatario;
- el período respecto del cual debe demostrarse la seguridad y la variación del peligro con el tiempo;
- la etapa de desarrollo del proyecto;
- la posible evolución de la instalación o la actividad, y

— las incertidumbres conexas y sus implicaciones para la seguridad de la instalación.

4.88. Algo importante que se hace con los resultados de la evaluación cuantitativa es compararlos con los criterios de seguridad, en particular con los límites o restricciones de dosis y del riesgo. Además, para evaluar y valorar los resultados de los cálculos se pueden utilizar indicadores complementarios de la seguridad y del comportamiento. El análisis cuantitativo se debería complementar con otras líneas de razonamiento en que también se consideren argumentos semicuantitativos y cualitativos.

#### *Comparación con los criterios de seguridad*

4.89. Se debe hacer una distinción clara entre los objetivos y criterios de seguridad y los indicadores que se utilizan para demostrar que se cumplen esos criterios y objetivos. Mientras que los objetivos de seguridad se expresan en términos generales (existen acuerdos internacionales sobre esos objetivos), los criterios de seguridad (establecidos en los reglamentos nacionales) relativos a indicadores concretos (por ejemplo, indicadores de dosis o del riesgo) suelen expresarse en forma de metas, restricciones o límites. Esos indicadores pueden variar de un Estado a otro.

4.90. Si existen o se han planificado varias instalaciones o actividades en el mismo emplazamiento, se debería tener en cuenta el impacto de todas las instalaciones y actividades al establecer qué criterios deben considerarse en función del alcance de la evaluación y al comparar los resultados de la evaluación de la seguridad con esos criterios. Eso puede no ser sencillo si en un emplazamiento hay una combinación de instalaciones o actividades existentes y nuevas, o si en el emplazamiento existen diferentes instalaciones de gestión de los desechos previa a la disposición final o tienen lugar diferentes tipos de actividades. En tales situaciones, normalmente serán necesarias consultas entre el explotador y el órgano regulador para definir los criterios que se utilizarán en la evaluación de la seguridad.

4.91. Uno de los objetivos de la evaluación de la seguridad es comparar los puntos finales de la evaluación de la seguridad con los criterios de seguridad. Sin embargo, un indicio de que las dosis o los riesgos calculados son inferiores a determinada restricción de las dosis o del riesgo no basta por sí solo para considerar aceptable la justificación de la seguridad de una instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final, pues deben cumplirse

otros requisitos, como la existencia de funciones múltiples de seguridad y la optimización de la protección.

### *Planes para resolver los problemas no resueltos*

4.92. La justificación de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final debe desarrollarse y actualizarse progresivamente a lo largo de la vida útil de la instalación o de la duración de la actividad [2]. La confianza en la justificación de la seguridad en cualquier etapa aumentará si en cada revisión se incluye un plan de las labores adicionales necesarias para resolver los problemas pendientes o, cuando sea posible, para reducir las incertidumbres importantes restantes o su relevancia o evitarlas por completo, por ejemplo, introduciendo cambios en el diseño de los componentes del sistema.

4.93. En las etapas iniciales del desarrollo de una instalación puede haber muchas cuestiones pendientes e incertidumbres, y en la justificación de la seguridad se deberían incluir planes claros para hacerles frente en etapas futuras (por ejemplo, mediante la caracterización del emplazamiento o la optimización del diseño del sistema) y se debería establecer la estrategia para cumplir esos planes. La estrategia debería agrupar los problemas no resueltos en función de su importancia, y los de gran importancia para la seguridad se deberían resolver con la máxima prioridad. El explotador y el órgano regulador deberían decidir si el desarrollo de la instalación debería detenerse hasta que se resuelvan los principales problemas de seguridad. En las etapas posteriores y, desde luego, en el momento en que se presente la justificación de la seguridad como parte de una solicitud de licencia, las incertidumbres y las cuestiones pendientes que puedan socavar la seguridad deberían haberse resuelto de manera adecuada para la decisión en cuestión. La forma en que se haya hecho se debería reflejar en la justificación de la seguridad.

## PROCESOS QUE INTERACTÚAN

4.94. Como se indica en la figura 3, hay una serie de procesos externos que interactúan con el desarrollo de la justificación de la seguridad para garantizar su calidad y su idoneidad. El más importante es el proceso regulador mediante el cual se establecen las normas que deben cumplirse y se facilitan orientaciones para cumplirlas. Dicho proceso también debería incluir un proceso de interacción y comunicación estructuradas para garantizar que se han cumplido todas las expectativas del órgano regulador en relación con la justificación de la seguridad

y que se detectan y gestionan los problemas que deben resolverse. En la sección 8 se ofrece orientación sobre cómo debería estructurarse y aplicarse el proceso de examen reglamentario para generar más confianza en la justificación de la seguridad.

4.95. Entre los procesos que interactúan también debería figurar la implicación de expertos independientes y de las partes interesadas. Además, el desarrollo de la justificación de la seguridad se debería llevar a cabo con un sistema de gestión integral que garantice su calidad y la de la documentación conexas.

### **Implicación de las partes interesadas**

4.96. La implicación temprana de las partes interesadas debería formar parte del proceso para generar confianza en la seguridad de la instalación. En diferentes Estados se han aplicado diversos modelos para implicar a las partes interesadas, y se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre los métodos para implicar a las partes interesadas en los programas de investigación tanto nacionales como internacionales. Una consideración clave es que la implicación de las partes interesadas debería tener lugar en un marco de consulta abierto y transparente, con reglamentos definidos claramente. El proceso para implicar a las partes interesadas se debería establecer en la justificación de la seguridad.

### **Examen independiente**

4.97. El examen por homólogos independiente debería desempeñar un papel importante para generar confianza en la justificación de la seguridad. Debería consistir en un examen documentado formalmente de un programa técnico o de un aspecto concreto de la labor realizado por un experto o un grupo de expertos debidamente cualificados que no hayan participado directamente en el desarrollo de la justificación de la seguridad y que no tengan ningún interés directo (por ejemplo, financiero o político) en el resultado de la labor.

4.98. El examen por homólogos independiente debería formar parte activa y ser un aspecto constante de la labor que da lugar al desarrollo de la justificación de la seguridad, y debería comenzar en una etapa inicial del proyecto. Los exámenes por homólogos se deberían documentar plenamente, lo que incluye el alcance y el mandato del examen, los fundamentos para seleccionar a los examinadores, las constataciones del examen, las respuestas del explotador a las observaciones de los examinadores y la evaluación de las respuestas por los examinadores.

4.99. En determinadas circunstancias se deberían crear grupos internacionales de examen por homólogos para que se concentren en uno o más temas concretos o para evaluar íntegramente una justificación de la seguridad o una evaluación de la seguridad complementaria.

### **Sistema de gestión**

4.100. El órgano regulador y el explotador deben implantar sistemas de gestión apropiados para garantizar la calidad de toda la labor relacionada con la seguridad [19]. Al desarrollar un sistema de gestión apropiado, que debería diseñarse para ofrecer una base adecuada para desarrollar y examinar la justificación de la seguridad, se deberían tener en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

- la necesidad de contar con criterios bien definidos, coherentes y transparentes según los cuales evaluar la justificación de la seguridad y adoptar decisiones;
- la necesidad de realizar auditorías internas y externas, según proceda, para determinar la adecuación del sistema de gestión y su aplicación;
- la necesidad de documentar y mejorar la cualificación, la competencia y la credibilidad de los evaluadores y examinadores, por ejemplo, mediante la oferta de programas de capacitación y la participación en proyectos internacionales;
- la necesidad de transparencia e implicación del público en los procesos de desarrollo y examen de la justificación de la seguridad;
- la necesidad de garantizar que se tengan en cuenta las perspectivas internacionales (por ejemplo, recomendaciones, objetivos de seguridad, metodologías de evaluación de la seguridad, plazos y conceptos de la disposición final), y
- la necesidad de desarrollar y mantener la competencia y los conocimientos del explotador y del órgano regulador a lo largo de toda la duración del proyecto.

4.101. La justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria se deberían desarrollar en el marco de un sistema de gestión que pueda garantizar un nivel adecuado de calidad. El sistema de gestión debería incluir un conjunto planificado y sistemático de procedimientos para llevar a cabo y documentar las distintas etapas del proceso con el fin de generar confianza en que los datos de entrada, los modelos y los resultados son de buena calidad. La necesidad de generar confianza en los resultados de la evaluación de la seguridad

exige que se apliquen programas que garanticen la calidad de los distintos elementos de la evaluación desde la etapa inicial de desarrollo de la instalación.

4.102. La confianza en la justificación de la seguridad se reducirá si se percibe que no se han abordado todas las cuestiones pertinentes. Uno de los primeros aspectos que es probable que tenga en cuenta el órgano regulador al examinar la justificación de la seguridad es su exhaustividad (véase la sección 8). Es posible que otras partes interesadas también deseen comprobar que se han abordado cuestiones que consideran importantes. Por consiguiente, es aconsejable utilizar diversos métodos para demostrar que la justificación de la seguridad aborda todas las cuestiones pertinentes, incluidas las incertidumbres pertinentes. El conjunto de cuestiones que habrá que abordar dependerá de la etapa de desarrollo de la instalación y puede derivarse de varias fuentes, como las leyes, los reglamentos y las preocupaciones de las partes interesadas. Por lo tanto, los métodos para demostrar la exhaustividad pueden incluir referencias cruzadas estructuradas o correspondencias que relacionen esas fuentes con la justificación de la seguridad.

4.103. La rastreabilidad exige registrar de forma clara y completa las decisiones adoptadas y los supuestos formulados, así como los modelos, parámetros y datos utilizados para obtener determinado conjunto de resultados. También abarca la posibilidad de rastrear el origen de los datos y demás información utilizada en la justificación de la seguridad. Así pues, se debería establecer un sistema de referencias coherente que respalde la justificación de la seguridad. Los registros deberían incluir información estructurada sobre cuándo se adoptaron las distintas decisiones y se formularon los distintos supuestos, en qué se basaron y quién las adoptó o los formuló, cómo se aplicaron, qué versiones de los instrumentos de modelización se emplearon y cuáles son las fuentes primordiales de los datos.

4.104. La transparencia requiere apertura, comunicación y rendición de cuentas. Eso implica que la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad se deberían documentar de una manera clara, abierta e imparcial, de modo que, por ejemplo, se reconozcan tanto las características de la instalación que aportan beneficios en materia de seguridad como las incertidumbres. El objetivo debería ser ofrecer una imagen clara, que puedan tomar como base los encargados de adoptar decisiones, de lo que se ha hecho en la evaluación, cuáles son los resultados y las incertidumbres, por qué los resultados son los que son y cuáles son las cuestiones clave. Para aumentar la transparencia, la documentación de la justificación de la seguridad se debería poner a disposición del público y preparar de una manera y con un grado de detalle adecuados para el público destinatario.

4.105. En la sección 7 se formulan más recomendaciones sobre la documentación de la justificación de la seguridad.

## 5. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

### INTRODUCCIÓN

5.1. La evaluación de la seguridad es el proceso sistemático de evaluación de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final y de cuantificación de su impacto potencial sobre la salud humana y el medio ambiente. La evaluación de la seguridad se debería realizar de forma sistemática utilizando un enfoque graduado y proporcional a los peligros, la complejidad de la instalación o la actividad y las características de los desechos.

5.2. La evaluación de la seguridad incluye tanto la cuantificación del nivel global de seguridad de la instalación o la actividad como el análisis de las incertidumbres conexas. La metodología que se emplee debería ser sistemática, y en la evaluación se deberían abordar adecuadamente todos los aspectos relacionados con la protección y la seguridad.

5.3. La evaluación de la seguridad no se realizará necesariamente con el mismo grado de detalle en todas las etapas de la vida útil de la instalación o la duración de la actividad (por ejemplo, en la etapa de selección del emplazamiento se puede carecer de información sobre el diseño). Se debería actualizar a intervalos apropiados (por ejemplo, al menos antes del inicio de cada etapa, o cuando lo exija el órgano regulador), teniendo en cuenta la nueva información disponible, como la retroinformación obtenida de la experiencia operacional.

### ENFOQUE GENERAL

5.4. El enfoque recomendado para la evaluación de la seguridad incluye los siguientes componentes clave:

- especificación del contexto de la evaluación.;
- descripción de la instalación o la actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final y de los desechos;

- elaboración y justificación de escenarios;
- formulación de modelos y determinación de las necesidades de datos;
- realización de cálculos y evaluación de los resultados;
- análisis de las medidas de seguridad y de los aspectos de ingeniería, y comparación con los criterios de seguridad;
- verificación independiente de los resultados, y
- examen y modificación de la evaluación, si es necesario (es decir, iteración).

5.5. Algunos de estos componentes (el contexto de la evaluación, la descripción de la instalación o la actividad, la evaluación de los resultados) se solapan con los componentes correspondientes de la justificación de la seguridad descritos en la sección 4. Se trata de una consecuencia natural de considerar la evaluación de la seguridad un aspecto de la justificación de la seguridad, que es más amplia. Las cuestiones que se examinan respectivamente en esta sección se refieren específicamente a la evaluación cuantitativa y complementan la presentación más general de estos componentes que se hizo en la sección 4.

## CONTEXTO DE EVALUACIÓN

5.6. El contexto de la evaluación incluye los siguientes aspectos clave: la finalidad de la evaluación, la filosofía subyacente a la evaluación, el marco regulador, los puntos finales de la evaluación y los plazos de la evaluación. Además de los aspectos generales examinados en la sección 4, las orientaciones que figuran a continuación son pertinentes para las evaluaciones cuantitativas de la seguridad radiológica de la instalación o la actividad.

### **Filosofía subyacente**

5.7. La filosofía subyacente a la evaluación, es decir, el enfoque seleccionado para llevarla a cabo, ya se ha tratado en términos generales en la sección 4. Respecto de la evaluación cuantitativa, son relevantes algunos aspectos específicos.

#### *Utilización de distintos enfoques de evaluación*

5.8. La evaluación de la seguridad se debería realizar utilizando una selección adecuada de enfoques que, empleados de forma complementaria, puedan aumentar la confianza en la seguridad de la instalación o la actividad. Entre los distintos enfoques que pueden considerarse se encuentran los argumentos razonados, el

empleo de modelos conservadores sencillos, los enfoques probabilísticos y deterministas, y el uso de modelos más complejos y más realistas.

### *Enfoques probabilísticos y deterministas*

5.9. La referencia [3] establece requisitos sobre el uso de enfoques probabilísticos y deterministas. Las instalaciones complejas o que entrañan más peligros deben cumplirlos, pero en las instalaciones sencillas tal vez solo sea necesario un análisis cualitativo, según un enfoque graduado. La combinación de enfoques probabilísticos y deterministas en la evaluación de la seguridad puede contribuir a aumentar la confianza en los resultados de la evaluación. Sin embargo, es importante conocer las ventajas y limitaciones de esos dos enfoques.

5.10. Un enfoque determinista es más fácil de aplicar y podría ser más fácil de explicar a diversos públicos. Las limitaciones del enfoque determinista son la incapacidad de tener en cuenta directamente las probabilidades y la variabilidad, y la dificultad para justificar la elección de valores de mejor estimación o conservadores para los parámetros.

5.11. Uno de los puntos fuertes del enfoque probabilístico reside en su capacidad para ofrecer una representación más completa y explícita de la instalación o la actividad que se examina y de las incertidumbres restantes. Esos enfoques también permiten realizar análisis de sensibilidad más exhaustivos y sistemáticos, y pueden utilizarse para obtener estimaciones del riesgo. Los desafíos relacionados con un enfoque probabilístico son las dificultades para obtener o especificar distribuciones de probabilidad adecuadas para los parámetros, la posibilidad de que el método de muestreo estadístico aplicado dé lugar a una selección de combinaciones de parámetros fuera del rango de validez del método de muestreo, la dificultad para comunicar los supuestos y los resultados probabilísticos, y los recursos adicionales necesarios.

### *Evaluaciones conservadoras y evaluaciones realistas*

5.12. En la referencia [3] se examina el papel del carácter conservador o realista en relación con el empleo de análisis deterministas y probabilísticos. Una evaluación realista tiene por objeto indicar el comportamiento más probable de la instalación o la actividad, para lo cual se requieren, en general, modelos conceptuales y matemáticos complejos. Una evaluación conservadora, por otra parte, pretende simplificar sobrestimando deliberadamente la probabilidad y la magnitud de la exposición o subestimando la capacidad de las medidas de ingeniería y de seguridad para ofrecer protección.

5.13. En una evaluación de la seguridad pueden ser necesarios cálculos tanto conservadores como realistas, y se pueden utilizar ambos enfoques para aumentar la confianza en la seguridad de la instalación o la actividad. Por ejemplo, pueden utilizarse modelos conservadores, sobre todo en las etapas iniciales de la evaluación, para valorar rápidamente el comportamiento de toda la instalación o de parte de ella. También pueden utilizarse modelos conservadores sencillos para aumentar la confianza en los resultados obtenidos con modelos más complejos.

5.14. La decisión de emplear un enfoque conservador, un enfoque realista o ambos dependerá de varios factores, como la naturaleza y el objetivo de la evaluación, los requisitos reglamentarios, la disponibilidad de datos y su fiabilidad, la complejidad del emplazamiento y de la instalación o la actividad, y los recursos disponibles.

5.15. Si la evaluación de la seguridad se va a utilizar para optimizar el diseño de la instalación o para demostrar que se conoce al detalle su comportamiento, debería ser lo más realista posible, habida cuenta de la disponibilidad de datos con los que parametrizar los modelos. Sin embargo, para realizar una evaluación realista pueden ser necesarios cálculos complejos con un gran número de parámetros, y se pueden necesitar recursos considerables para demostrar que los datos y modelos empleados dan lugar a una representación realista de la instalación. En una evaluación realista se deben emplear datos disponibles que sean pertinentes y fiables, incluidos los resultados de la monitorización radiológica y ambiental, la experiencia operacional y la información sobre sucesos históricos relacionados con la seguridad (acontecidos, por ejemplo, en la instalación o en instalaciones similares del mismo Estado o de otros Estados).

5.16. Si la evaluación de la seguridad se va a utilizar para demostrar que se cumple una medida numérica o una norma de comportamiento, tal vez convenga realizar un análisis conservador basado en modelos relativamente sencillos, el cual será viable si existe un margen de seguridad amplio. Sin embargo, se debe actuar con precaución porque, si se usan de forma indebida, los resultados de representaciones de la instalación o la actividad demasiado conservadoras o del peor de los casos pueden hacer que se adopten malas decisiones basadas en resultados de evaluación que no tienen mucho en común con la instalación o la actividad real.

### **Puntos finales de la evaluación**

5.17. Se deberían describir y justificar con claridad los puntos finales de la evaluación correspondientes a los requisitos y criterios reglamentarios de

seguridad conexos, teniendo en cuenta los supuestos utilizados en la evaluación, como el plazo y los receptores utilizados. Los puntos finales de la evaluación incluyen los siguientes:

- Los puntos finales de la evaluación considerados respecto del efecto radiológico, como la dosis o el riesgo: normalmente estarán relacionados con los reglamentos aplicables a la instalación o la actividad, y será necesario demostrar que los puntos finales de la evaluación seleccionados están en consonancia con la finalidad de la evaluación y con las orientaciones y los requisitos reglamentarios pertinentes.
- Otros indicadores de la seguridad, como las tasas de dosis, las emisiones de radionucleidos, las concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente, las concentraciones y emisiones de contaminantes no radiactivos y los efectos para especies no humanas.
- Una descripción de la manera en que se utilizarán los puntos finales de la evaluación, por ejemplo, para determinar el cumplimiento de las normas radiológicas o ambientales.

5.18. El plazo de la evaluación es el período más largo considerado en los cálculos de la evaluación de la seguridad. Se deberían explicar y justificar los motivos por los que se ha seleccionado el plazo de la evaluación, que deberían estar en consonancia con el marco regulador.

### *Receptores*

5.19. Se deberían especificar y describir con claridad los receptores (personas o grupos que reciben una dosis de radiación procedente de la instalación o que tienen riesgo de exposición, o, en el caso de especies no humanas, miembros de esa especie que reciben una dosis de radiación o tienen riesgo de exposición) relacionados con cada uno de los distintos puntos finales. Se debería estudiar la posibilidad de utilizar un conjunto de receptores potenciales, que puede incluir personas, poblaciones y otras especies.

5.20. La Comisión Internacional de Protección Radiológica recomienda emplear el concepto de “persona representativa” para evaluar la exposición del público [20]. Como punto final de la evaluación se puede utilizar la dosis o bien el riesgo para una persona representativa de un grupo expuesto potencialmente, en función de los requisitos reglamentarios.

5.21. Se debería tener en cuenta la capacidad del entorno para albergar o para que viva en él un grupo expuesto potencialmente del que forme parte la persona

representativa. También habría que asegurarse de que las características que se presuponen a ese grupo se ajustan a la capacidad de la biosfera para albergarlo. Por ejemplo, las condiciones ambientales que se presuponen (ubicación, clima, uso del suelo, etc.) pueden limitar el tipo de grupo que sería razonable prever que esté presente o su tamaño.

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN O LA ACTIVIDAD Y DE LOS DESECHOS

5.22. La descripción de los desechos y de la instalación o la actividad y sus alrededores se examinaron en los párrafos 4.33 a 4.46, pues es necesaria, hasta cierto punto, para todos los elementos de la justificación de la seguridad. El análisis cuantitativo de los riesgos planteará muchas necesidades de datos adicionales, que vienen determinadas por los escenarios definidos y los modelos empleados. La recopilación de esos datos adicionales necesarios para el análisis cuantitativo se debería llevar a cabo en el marco de un proceso iterativo, en paralelo a la elaboración y el perfeccionamiento de escenarios y modelos.

## ELABORACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE ESCENARIOS

5.23. El término “escenario” significa una serie de condiciones o sucesos postulados o supuestos [3] que pueden dar lugar a la exposición humana o la contaminación ambiental.

5.24. Cada escenario puede representar o delimitar un conjunto de situaciones bastante similares que reflejen determinadas condiciones que surjan durante el funcionamiento normal de una instalación o como consecuencia de determinado suceso que provoque una desviación de las condiciones normales de funcionamiento. La selección y la justificación de la selección de un conjunto adecuado de escenarios y los casos de evaluación conexos son fundamentales, y los escenarios seleccionados influirán en gran medida la posterior evaluación de la seguridad de la gestión de desechos.

5.25. En el conjunto de escenarios de la evaluación de la seguridad se deberían tener en cuenta los peligros existentes y potenciales procedentes de la instalación o la actividad, así como la interrelación y la evolución de dichos peligros a lo largo de la vida útil de la instalación o de la duración de la actividad, según la justificación de la seguridad y el contexto de la evaluación.

5.26. Como base para elaborar y justificar los escenarios, se debería adoptar un enfoque sistemático para determinar y preseleccionar los peligros a partir de la descripción de la instalación y las actividades. Las medidas que figuran a continuación se deberían aplicar de forma iterativa para definir los escenarios correspondientes al funcionamiento normal y los incidentes operacionales previstos y las condiciones de accidente que podrían dar lugar a la exposición de los trabajadores y los miembros del público, o afectar de forma negativa al medio ambiente:

- a) Determinación de peligros y sucesos iniciadores: para ello, se debería considerar el inventario, la actividad, las condiciones físicas y la ubicación de los desechos y otros materiales radiactivos, junto con cualquier peligro adicional derivado de las actividades o procesos para su gestión, y se debería determinar en qué casos los sucesos iniciadores tienen el potencial de causar daños a la salud humana o al medio ambiente.
- b) Preselección de peligros: los peligros determinados se deberían cuantificar y preseleccionar con el fin de encaminar los esfuerzos hacia todos los peligros y sucesos iniciadores importantes y pertinentes para la instalación o la actividad.
- c) Definición de escenarios: en el análisis de la seguridad se deberían definir todos los escenarios pertinentes derivados de procesos o de situaciones de accidente en que podrían materializarse los peligros determinados.

5.27. En el proceso de determinación y preselección de los peligros se debería tener en cuenta la complejidad de la instalación o la actividad, así como la evolución de los peligros y los riesgos a lo largo de la vida útil de la instalación o de la duración de la actividad, y el proceso debería estar en consonancia con el marco regulador.

### **Determinación de peligros**

5.28. Al determinar los peligros, se debería considerar el comportamiento de cada proceso durante el funcionamiento normal, el mantenimiento y la recuperación tras un fallo, así como la manera en que el fallo de un proceso puede afectar a los procesos conexos. Por ejemplo, al determinar los peligros asociados a la colocación de desechos con una grúa, se deberían tener en cuenta los fallos que podrían producirse durante el funcionamiento normal de la grúa, su mantenimiento y su recuperación para su mantenimiento tras un fallo durante la colocación, así como el efecto que tendría la interrupción del servicio de la grúa en los procesos iniciales.

5.29. En el conjunto de peligros determinados se deberían incluir los que podrían materializarse como consecuencia de un error humano, que podría ir desde operaciones de mantenimiento incorrectas o incompletas hasta acciones erróneas del explotador, pasando por la configuración incorrecta de los límites de los equipos de control. Esos peligros no coincidirán necesariamente con los que podrían materializarse en caso de fallos de los equipos, pues podrían incluir fallos de causa común, además del suceso iniciador.

5.30. Muchos componentes teledirigidos dependen de códigos informáticos. En el proceso de determinación de peligros se debería incluir la fiabilidad del *software*.

5.31. Aunque la presente guía de seguridad está dedicada a la seguridad radiológica, también se deberían examinar los peligros no radiológicos (por ejemplo, quimiotóxicos, industriales) que se indiquen en los requisitos nacionales o que puedan afectar a la seguridad radiológica (por ejemplo, incendios). Los peligros no radiológicos para los que existan criterios de seguridad se pueden evaluar y modelizar junto con los peligros radiológicos.

5.32. Se debería llevar a cabo la cuantificación y la preselección de los peligros determinados con el fin de encaminar los esfuerzos hacia todos los peligros importantes y pertinentes para la instalación o la actividad. Se pueden excluir del posterior análisis de los peligros los que no tengan el potencial de causar daños a la salud humana o al medio ambiente en un grado que supere los requisitos o criterios de seguridad pertinentes, o no puedan materializarse debido al alcance de la instalación o la actividad que se esté evaluando. Al reevaluar una evaluación de la seguridad se deberían examinar esos argumentos de preselección para comprobar que siguen siendo válidos.

### **Preselección de peligros**

5.33. Se deberían cuantificar los peligros, sin tener en cuenta ninguna de las medidas de seguridad protectoras o mitigadoras que se vayan a adoptar. Sin embargo, sí deberían tenerse en cuenta las características intrínsecas (pasivas) de la instalación (por ejemplo, muros de blindaje, dispositivos técnicos de seguridad) que no se vean afectadas por el suceso iniciador. Se deberían examinar más a fondo los peligros que tengan el potencial de causar daños importantes a través de cualquier vía detectada o los sucesos que tengan una probabilidad alta de ocurrir cuando se comparan con los criterios pertinentes.

5.34. Se deberían excluir los peligros que queden fuera del alcance o de los objetivos de la evaluación de la seguridad o cuyas consecuencias potenciales no superen los criterios pertinentes. Así, se reducirá la lista de peligros hacia los que deberían encaminarse los esfuerzos de la evaluación de la seguridad. Además, la evaluación de la seguridad tal vez se pueda simplificar agrupando esos peligros, de modo que respecto de cada grupo se pueda realizar una evaluación delimitadora de las consecuencias de dicho grupo.

5.35. Cuando se eliminen o agrupen peligros, en la evaluación de la seguridad se debería justificar el enfoque. En la reevaluación o en iteraciones/desarrollo posteriores de la evaluación de la seguridad se deberían examinar esas justificaciones para comprobar que siguen siendo válidas.

5.36. En el proceso de preselección de peligros se deberían considerar todas las vías de exposición pertinentes para los trabajadores y el público. En ese aspecto del proceso se deberían tener en cuenta las emisiones de material radiactivo y la exposición durante el funcionamiento normal y los incidentes operacionales previstos (pues esas emisiones y esa exposición pueden producirse de forma continua durante un intervalo de tiempo relativamente largo) y las que se producirían en condiciones de accidente, que tienen lugar de forma aislada.

5.37. En el proceso de preselección se deberían considerar todas las vías de exposición potencial a través de las cuales los peligros determinados podrían causar daños a los trabajadores, por ejemplo:

- exposición externa debida a la contaminación o la activación de las estructuras, los componentes, los edificios, las superficies, etc., de la instalación o al material radiactivo (por ejemplo, fuentes selladas, bultos de desechos radiactivos, radiación directa de radionucleidos emisores de rayos gamma);
- inhalación o ingestión de emisiones a la atmósfera (especialmente gases, aerosoles y partículas) durante la explotación de la instalación o la realización de la actividad, o a raíz de un accidente, como un incendio;
- dosis cutánea debida al depósito de material radiactivo sobre la piel o la ropa, y
- una combinación de contaminación y lesiones mecánicas (por ejemplo, contaminación de heridas).

5.38. Las vías de exposición de los miembros del público y las emisiones al medio ambiente deberían tenerse en cuenta cuando proceda (por ejemplo, la falta de contención o un incendio podrían provocar la dispersión involuntaria de

material radiactivo fuera del emplazamiento). Además de las vías enumeradas anteriormente en relación con los trabajadores, se debería considerar la posibilidad de que haya vías de exposición fuera del emplazamiento a través del agua, emisiones a la atmósfera o la cadena alimentaria.

### **Definición de escenarios**

5.39. Los escenarios de evaluación correspondientes a los peligros seleccionados se deberían generar de forma sistemática (por ejemplo, determinando los sucesos iniciadores postulados).

5.40. Se deberían tener en cuenta todos los sucesos iniciadores postulados a través de los cuales podrían materializarse los daños, en particular:

- Sucesos iniciadores externos: i) fenómenos naturales, como condiciones meteorológicas adversas (por ejemplo, viento, nieve, lluvia, hielo, temperatura, inundaciones, rayos), terremotos o interferencia biológica; y ii) sucesos antropogénicos, como accidentes de aviación (con o sin incendio posterior), explosiones, incendios, interrupción del suministro de electricidad u otros servicios, y accesos no autorizados.
- Sucesos iniciadores internos en la instalación o el emplazamiento, por ejemplo, incendios, explosiones, derrumbamiento de estructuras, fugas o escapes, fallos de ventilación, caída de cargas pesadas, fallos de las medidas de protección (por ejemplo, blindaje, equipo de protección personal).
- Sucesos iniciadores antropogénicos, como errores e infracciones del explotador, identificación errónea y realización de actividades incompatibles. También se debería tener en cuenta la posibilidad de que las medidas adoptadas durante el transcurso de un accidente para mitigar sus consecuencias generen nuevos sucesos iniciadores.

5.41. Se deberían tener especialmente en cuenta los factores humanos y los procedimientos tecnológicos, pues suelen ser los que más contribuyen a la generación de escenarios.

5.42. La determinación de los sucesos iniciadores y su evolución se debería llevar a cabo utilizando una técnica apropiada (por ejemplo, análisis de los peligros y la operatividad, análisis del árbol de sucesos o análisis del árbol de fallos) y fuentes de información apropiadas, como listas de comprobación, las tasas de dosis previstas respecto de la instalación o la actividad, inventarios de desechos radiactivos y la retroinformación recibida de otras instalaciones o actividades. El anexo I contiene una lista de sucesos iniciadores postulados y

ejemplos de elaboración de un escenario de exposición (elaborado en el marco del proyecto SADRWMS).

5.43. Se deberían elaborar escenarios correspondientes al funcionamiento normal (incluidas la puesta en marcha y la parada, cuando corresponda), los incidentes operacionales previstos y las condiciones de accidente. El análisis de la seguridad debería contemplar las consecuencias del funcionamiento normal y la frecuencia y las consecuencias de todos los incidentes operacionales previstos y las condiciones de accidente. El grado de detalle del análisis debería depender de la magnitud de los riesgos radiológicos relacionados con la instalación o la actividad, la frecuencia de los sucesos incluidos en el análisis, la complejidad de la instalación o la actividad y las incertidumbres propias de los procesos que están incluidos en el análisis.

#### *Escenarios correspondientes al funcionamiento normal*

5.44. Los escenarios correspondientes al funcionamiento normal deberían contemplar todas las condiciones en que funcionarán los sistemas y equipos de la instalación o en que se realizará la actividad según lo previsto, sin desafíos internos o externos. Eso incluye todos los aspectos de la explotación para los que está diseñada la instalación en el transcurso del funcionamiento normal y el mantenimiento durante la vida útil de la instalación, y todas las etapas de la actividad. Se deberían considerar los efectos que tienen para el funcionamiento normal las variaciones en los materiales de entrada (materia prima, material básico, entradas, etc.).

5.45. Los escenarios correspondientes al funcionamiento normal se deberían definir con el objetivo de evaluar si la actividad puede llevarse a cabo de forma segura o si la instalación se puede explotar de forma segura durante el funcionamiento normal. Eso incluye evaluar si las dosis de radiación que recibirán los trabajadores y los miembros del público y las descargas previstas cumplirán los límites autorizados y las restricciones y se mantendrán tan bajas como sea razonablemente posible. También incluye verificar que se dará mantenimiento a los elementos de defensa en profundidad y que se mantendrán en todo momento unos márgenes de seguridad adecuados.

#### *Escenarios correspondientes a incidentes operacionales previstos y accidentes base de diseño*

5.46. Las condiciones de la instalación que se examinan en la evaluación de la base de diseño se suelen dividir en dos categorías: incidentes operacionales

previstos y accidentes base de diseño. Esa división se basa en la frecuencia con que tienen lugar los sucesos iniciadores que crean la condición anómala y en el alcance del desafío para la seguridad resultante.

5.47. Los incidentes operacionales previstos son procesos operacionales que se apartan del funcionamiento normal y que se prevé que pueden ocurrir al menos una vez durante la vida operacional de una instalación, pero que, habida cuenta de las disposiciones apropiadas previstas en el diseño, no ocasionan daños significativos a los elementos importantes para la seguridad ni originan condiciones de accidente [30]. En el caso de las actividades de gestión de desechos también se deberían tener en cuenta los escenarios correspondientes a incidentes previstos.

5.48. Un accidente base de diseño son condiciones de accidente en previsión de las cuales se diseña una instalación con arreglo a criterios de diseño establecidos y en relación con las cuales el deterioro del inventario de desechos radiactivos y la emisión de materiales radiactivos se mantienen dentro de límites autorizados [30]. Los accidentes base de diseño son menos frecuentes que los incidentes operacionales previstos. No se espera que se produzcan accidentes base de diseño durante la vida útil de la instalación, pero se tienen en cuenta en el diseño de esta.

5.49. En el análisis de la seguridad se deberían determinar los incidentes operacionales previstos y las condiciones de accidente. Se deberían incluir todos los sucesos y procesos internos y externos que puedan tener consecuencias para las barreras físicas que confinan el material radiactivo o dar lugar de otro modo a riesgos radiológicos. Los sucesos y los procesos que se examinarán en el análisis de la seguridad deberían seleccionarse en función de un enfoque sistemático, lógico y estructurado, y se debería justificar que la definición de escenarios es suficientemente exhaustiva. El análisis debería basarse en un agrupamiento y una delimitación adecuados de los sucesos y procesos, y se deberían tener en cuenta los fallos parciales de los componentes o las barreras, así como los fallos completos.

5.50. La evaluación de los incidentes operacionales previstos y de los accidentes base de diseño debería demostrar que el diseño de la instalación o el reglamento de la actividad son tales que:

- El potencial de emisión de material radiactivo o pérdida de blindaje está controlado y se cumplirán los requisitos de seguridad.

- Toda descarga operacional de efluentes se mantendrá por debajo de los límites autorizados.
- Se cumplirán los criterios limitadores respecto de las condiciones de accidente base de diseño.
- No se superarán los límites radiológicos aplicados.
- Algunas de las barreras establecidas para limitar la exposición y la emisión de material radiactivo procedente de la instalación, o todas ellas, mantendrán su integridad en la medida necesaria.

5.51. Además, el objetivo de la evaluación de la base de diseño debería ser demostrar de forma sólida la tolerancia del diseño de ingeniería a los fallos y la eficacia de las características de seguridad y las medidas de protección. Eso se debería lograr mediante una evaluación conservadora que tenga en cuenta las incertidumbres relacionadas con la evaluación. Asimismo, el análisis de los escenarios correspondientes a los accidentes base de diseño se debería utilizar como base para las especificaciones de diseño relacionadas con el control de la reactividad del material fisible, las características de seguridad (por ejemplo, el límite del confinamiento, el sistema de protección contra incendios, el sistema de ventilación, el sistema de refrigeración) y el sistema de energía eléctrica (si es necesario para la seguridad).

5.52. En el caso de las instalaciones o actividades nuevas, se deberían determinar y evaluar de forma exhaustiva todos los accidentes base de diseño. En el caso de la modificación de instalaciones o actividades existentes, la evaluación debería concentrarse en los accidentes base de diseño que podrían afectar a la modificación, ya sea directa o indirectamente.

5.53. En el caso de la modificación o la reevaluación de una instalación o actividad existente, tal vez sea necesario cambiar la metodología y los supuestos utilizados en el diseño original, por ejemplo, por los motivos siguientes:

- tal vez la base de diseño original y los criterios de aceptación ya no sean adecuados;
- los instrumentos empleados anteriormente en la evaluación de la seguridad tal vez hayan sido sustituidos por métodos más sofisticados, o
- tal vez ya no se cumpla la base de diseño original.

5.54. La evaluación de los incidentes operacionales previstos es esencialmente la misma que la de los accidentes base de diseño y también requiere muchos de los mismos supuestos conservadores, especialmente los que se refieren a las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad. Sin embargo,

en la evaluación correspondiente a los incidentes operacionales previstos no es necesario el supuesto según el cual no está disponible ninguna de las estructuras, sistemas y componentes no relacionados con la seguridad y no se puede contar con esas características para mitigar los efectos del suceso iniciador, a menos que el peligro haga que esos sistemas no estén disponibles.

*Escenarios correspondientes a accidentes que sobrepasan a los de base de diseño*

5.55. Los accidentes que sobrepasan a los de base de diseño son aquellos que no se han contemplado en la previsión de los accidentes base de diseño, pero que sí son tenidos en cuenta en el proceso de diseño de la instalación, con la aplicación de métodos de mejor estimación, y en relación con los cuales la emisión de materiales radiactivos se mantienen dentro de límites aceptables [30]. Las condiciones adicionales de diseño pueden dividirse en dos grupos generales:

- a) Aquellas cuya probabilidad de que ocurran sea suficientemente alta y cuyas consecuencias sean lo suficientemente graves como para que sea aconsejable considerar de antemano las posibles medidas correctivas o reparadoras que podrían adoptarse si se produjera un suceso de ese tipo. Eso puede ser apropiado aunque sea menos probable que ocurran que los accidentes base de diseño.
- b) Aquellas cuya probabilidad de que ocurran sea suficientemente baja como para no justificar tal consideración, aunque las consecuencias potenciales puedan ser muy graves.

5.56. La distinción entre accidentes base de diseño y accidentes que sobrepasan a los de base de diseño se basa en la probabilidad y las consecuencias de que ocurran. Depende en gran medida de la instalación o la actividad y del emplazamiento. Si la probabilidad de que ocurra un accidente se considera inaceptablemente alta, el diseño debería poder dar cabida al accidente sin consecuencias importantes. Si la probabilidad de que ocurra un accidente es mucho menor, pero las consecuencias serían importantes, tal vez sea aconsejable incorporar características en el diseño para dar cabida a esa eventualidad.

5.57. Los accidentes que sobrepasan la base de diseño pueden tener diversas consecuencias, que se indican a continuación:

- a) Aquellos que entran dentro de los criterios de aceptación conservadores respecto de los accidentes base de diseño (puede ser necesaria una evaluación para demostrarlo).

- b) Aquellos que sobrepasan los criterios de aceptación conservadores respecto de los accidentes base de diseño, pero que no darían lugar a daños importantes en la instalación ni a emisiones superiores a los límites de descarga.
- c) Aquellos en que se producen daños importantes en la instalación, las características de seguridad funcionan incorrectamente y fallan o se evitan algunas de las barreras que previenen la emisión de material radiactivo.

5.58. Los accidentes descritos en el párrafo 5.57 c) de esta guía son accidentes muy graves en el contexto de la instalación o la actividad. Sin embargo, el término “accidente muy grave” ha adquirido un significado particular relacionado con los daños al núcleo y otros efectos en un accidente que tiene lugar en un reactor nuclear. En esta guía de seguridad no se utilizará ese término, sino que, en lo sucesivo, para designar ese tipo de accidentes se empleará el término “accidente importante”.

5.59. En el caso de los accidentes descritos en el párrafo 5.57 a) y b) de esta guía, la evaluación debería tener como objetivo cuantificar un margen de seguridad para la instalación o la actividad y demostrar que se proporciona cierto grado de defensa en profundidad para esa clase de accidentes. Para ello, el diseño y la explotación de la instalación deberían incluir, siempre que sea razonablemente factible, lo siguiente:

- Medidas para evitar que los sucesos se conviertan en accidentes importantes, controlar la evolución de los accidentes importantes y limitar las emisiones de material radiactivo, mediante el suministro de equipos adicionales y el establecimiento de procedimientos de gestión de accidentes.
- Medidas para mitigar las consecuencias radiológicas potenciales, mediante el establecimiento de planes de respuesta a emergencias en el emplazamiento y fuera de él.

5.60. El conjunto de las secuencias de fallos representativas elegidas para la evaluación de los accidentes que sobrepasan a los de base de diseño se debería seleccionar incluyendo fallos adicionales o respuestas incorrectas del explotador en los escenarios correspondientes a los accidentes base de diseño y en las secuencias de accidentes dominantes originadas en la evaluación probabilística. Las secuencias de sucesos importantes que podrían culminar en accidentes importantes se deberían determinar utilizando una combinación de métodos probabilísticos y deterministas y criterios técnicos sólidos. Los detalles de las secuencias de accidentes importantes que se deben analizar dependen del diseño de la instalación.

5.61. Por lo general, la evaluación debería realizarse utilizando supuestos, datos, métodos y criterios de decisión de mejor estimación. Cuando eso no sea posible, deberían formularse supuestos razonablemente conservadores que tengan en cuenta las incertidumbres en el conocimiento de los procesos físicos modelizados. Eso es importante, pues los supuestos demasiado conservadores pueden dar lugar a disposiciones de diseño u operacionales excesivamente conservadoras o innecesarias e inducir a error al personal de explotación que trate de diagnosticar un accidente y rastrear su causa.

5.62. En la evaluación de los accidentes se deberían modelizar la gran variedad de procesos físicos que podrían dar lugar a una emisión de material radiactivo al medio ambiente.

5.63. Al evaluar los accidentes que sobrepasan la base de diseño se deberían tener en cuenta todas las capacidades de diseño de la instalación, incluido el empleo de algunas de las características de seguridad y no relacionadas con la seguridad sin limitarse a la función prevista originalmente, para devolver la instalación a un estado controlado o mitigar las consecuencias del accidente. Si se tiene en cuenta el empleo extraordinario de determinados sistemas, debería existir un fundamento razonable para suponer que esos sistemas pueden utilizarse y se utilizarán como se ha considerado en el análisis.

## FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN

5.64. Una vez elaborados los escenarios, deberían llevarse a cabo las evaluaciones correspondientes, para lo cual se suelen utilizar modelos de evaluación. Se elaborará un modelo de evaluación a partir de los componentes siguientes:

- Un modelo conceptual, que es una representación del sistema de gestión de desechos examinado: en las instalaciones o actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final, este modelo puede representar determinado componente o proceso durante el funcionamiento normal (por ejemplo, al evaluar la eficacia del blindaje) o durante un accidente y después de que se produzca (por ejemplo, para estimar las emisiones de los cuerpos de desecho durante un incendio). El modelo también puede representar otras partes de la instalación (por ejemplo, estructuras que actúan como barreras) o partes de la biosfera (por ejemplo, si se utiliza la modelización para evaluar las consecuencias de las emisiones por vías atmosféricas o acuáticas). En todos esos casos, el modelo conceptual ofrece una descripción de los componentes y las interacciones entre ellos. También

incluye un conjunto de supuestos relativos a la geometría de la instalación o la actividad y al comportamiento químico, físico, biológico y mecánico de la instalación o la actividad, de conformidad con la información y los conocimientos disponibles.

- Un modelo matemático, que es una representación de las características y procesos incluidos en el modelo conceptual mediante ecuaciones matemáticas: el modelo matemático puede utilizarse para realizar análisis cuantitativos.
- Un código informático, que es una aplicación informática del modelo matemático que facilita la realización de los cálculos de evaluación: el código informático puede incluir esquemas numéricos para resolver las ecuaciones del modelo matemático.

5.65. Tal vez haya que elaborar modelos específicos para determinados procesos o componentes del sistema. Para los fines de la evaluación de la seguridad, esos modelos deberán vincularse de tal manera que sea posible evaluar el impacto radiológico potencial de la instalación o la actividad en su conjunto. La vinculación de modelos y el uso de modelos más detallados que den cabida a las simplificaciones realizadas para los fines de la evaluación de la seguridad se deberían gestionar de forma adecuada según las medidas de garantía de la calidad pertinentes.

5.66. Al elaborar modelos de evaluación, se debería garantizar, en la medida de lo posible, lo siguiente:

- Que el grado de detalle y el equilibrio entre una modelización realista y una conservadora sean adecuados para los fines previstos, en función del estado del contexto de la evaluación y de los conocimientos existentes sobre el sistema de gestión de desechos.
- Que el modelo conceptual ofrezca una representación razonable del sistema de gestión de desechos examinado, y el modelo matemático represente el modelo conceptual de forma adecuada.
- Que se documenten todos los modelos conceptuales y matemáticos alternativos que se hayan considerado o evaluado con el fin de proporcionar argumentos que justifiquen la adecuación de los modelos seleccionados.
- Que se realicen ejercicios adecuados de verificación y validación de modelos y se documenten los ejercicios realizados para generar confianza en la idoneidad de los modelos para los fines previstos [3].

5.67. Una vez que se hayan elaborado los modelos, es necesario asignar valores a los distintos parámetros, proceso que se denomina parametrización de modelos. En este proceso se debería garantizar lo siguiente:

- Se deberían documentar los valores de los parámetros utilizados como datos de entrada en los modelos y los códigos empleados en los cálculos de la evaluación. Se debería poder rastrear el proceso de parametrización de los modelos hasta los datos de origen.
- Se debería mantener un registro de la manera en que se han utilizado los datos de caracterización específicos del emplazamiento y del sistema para extraer los valores de los parámetros empleados en los cálculos de la evaluación.
- Cuando se haya utilizado un enfoque probabilístico en las evaluaciones, se deberían justificar las distribuciones de probabilidad seleccionadas.
- Cuando se haya aplicado un enfoque determinista, se debería justificar el carácter conservador o realista de los valores de los parámetros seleccionados empleados en los cálculos.

## REALIZACIÓN DE CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.68. Una vez parametrizados, los modelos se pueden utilizar para realizar cálculos deterministas o probabilísticos respecto de los casos de evaluación correspondientes a los distintos escenarios.

5.69. En los casos de evaluación se deberían contemplar de forma adecuada los escenarios apropiados utilizando los modelos conceptuales y la información sobre el emplazamiento y el diseño de la instalación o la actividad. Se deberían llevar a cabo un conjunto suficiente de análisis de sensibilidad e incertidumbres para contribuir a comprender el sistema y detectar correlaciones entre parámetros que no se hayan tratado de forma adecuada.

5.70. Al presentar el producto de los cálculos de la evaluación de la seguridad, se deberían proporcionar suficientes resultados: los que sean necesarios para la comparación tanto con los puntos finales de la evaluación definitiva como con cualquier criterio de seguridad o comportamiento alternativo o de los subsistemas. Se deberían proporcionar orientaciones sobre el empleo de los resultados de la evaluación de la seguridad. Por ejemplo, se debería explicar si los resultados de la evaluación de la seguridad (puntos finales) se compararán directamente con los criterios reglamentarios (por ejemplo, los objetivos de seguridad) o se utilizarán con fines ilustrativos o de otro tipo.

## Gestión de incertidumbres

5.71. Habida cuenta de la complejidad de determinados sistemas de gestión de desechos, en la evaluación se deberían realizar esfuerzos para comprender la importancia de las incertidumbres y reducirlas o delimitarlas.

5.72. El análisis de las incertidumbres debería ser una parte indisoluble del proceso de cálculo de la dosis o el riesgo, y, siempre que sea posible, los resultados comunicados deberían incluir escalas de valores posibles (e indicar lo que representa cada escala), en lugar de valores concretos sueltos. El análisis de las incertidumbres debería ser adecuado para los fines de la evaluación.

### *Fuentes de incertidumbre*

5.73. En la evaluación de la seguridad de una instalación o una actividad hay varias fuentes de incertidumbre, que se pueden clasificar a grandes rasgos de la manera siguiente: i) incertidumbres respecto de la modelización y ii) incertidumbres respecto de los datos o parámetros.

5.74. Las incertidumbres respecto de la modelización surgen del conocimiento imperfecto de los procesos, que da lugar a un modelo conceptual imperfecto (por ejemplo, al estimar la cantidad de material radiactivo emitido por un cuerpo de desecho durante un incendio). La representación matemática del modelo conceptual puede ser aproximada o estar simplificada en exceso, lo que también puede contribuir a incertidumbres respecto de la modelización. Otra fuente de incertidumbres incluida en esta categoría son las imprecisiones en la solución numérica de los modelos matemáticos.

5.75. Las incertidumbres respecto de los datos o parámetros se refieren a las incertidumbres en los valores de los parámetros utilizados en los modelos de evaluación de la seguridad. Esta categoría suele incluir incertidumbres respecto de las características intrínsecas de los componentes, como las siguientes:

- las características de los desechos, por ejemplo, el inventario de radionucleidos, la forma física y química, el contenido de sustancias químicas, como agentes complexantes, sustancias peligrosas;
- las características del bulto de desechos, por ejemplo, el comportamiento mecánico y químico del contenedor y la matriz, la composición del cuerpo del desecho;
- las características del proceso, por ejemplo, las características químicas y físicas durante el procesamiento, el cociente aditivos/desechos;

- los procedimientos de medición, por ejemplo, los procedimientos de dispensa, los procedimientos de medición de descargas, y
- las características de los receptores, por ejemplo, los tiempos de exposición.

### *Análisis de incertidumbres y sensibilidad*

5.76. Parte de las incertidumbres están relacionadas con sucesos o fenómenos que se dan al azar, como los fallos fortuitos de los equipos (incertidumbres aleatorias). Estos aspectos de las incertidumbres son inherentes a la estructura lógica del modelo probabilístico. Otras incertidumbres están relacionadas con el estado de los conocimientos relativos al problema examinado (incertidumbres epistémicas). En cualquier análisis o modelo analítico de un fenómeno físico se hacen simplificaciones y suposiciones. Incluso en el caso de problemas relativamente sencillos, un modelo puede omitir algunos aspectos que no se consideran importantes para la solución. Además, los conocimientos dentro de las disciplinas científicas y técnicas pertinentes pueden estar incompletos. Las simplificaciones y la falta de conocimientos generan incertidumbres en la predicción de los resultados de determinado problema.

5.77. El análisis de incertidumbres es la estimación de las incertidumbres respecto de los puntos finales de la evaluación a partir de las incertidumbres respecto de los datos de entrada y los parámetros de los modelos. El análisis de sensibilidad se utiliza para determinar la importancia relativa de cada parámetro de entrada incierto para los resultados de la evaluación.

5.78. Las distribuciones de probabilidad ofrecen una forma práctica de representar las incertidumbres respecto de los valores de los parámetros y facilitan la aplicación de técnicas probabilísticas a los análisis de incertidumbres y sensibilidad.

5.79. Al definir un enfoque para tratar las incertidumbres, conviene distinguir entre las incertidumbres respecto de los escenarios, las incertidumbres respecto de la modelización y las incertidumbres respecto de los datos o parámetros. A continuación se describen posibles enfoques para tratarlas.

### *Tratamiento de las incertidumbres respecto de la modelización y las incertidumbres respecto de los datos y parámetros*

5.80. En relación con cada escenario, es necesario tratar las incertidumbres respecto de los modelos y los valores de los parámetros utilizados. Si bien se pueden adoptar medidas para reducir algunas, siempre quedan incertidumbres

que hay que tratar de forma que sea posible extraer conclusiones de los resultados de la evaluación y adoptar decisiones.

5.81. Un enfoque que se emplea con frecuencia para tratar las incertidumbres respecto de la modelización consiste en realizar comparaciones entre modelos alternativos y, en algunos casos, también entre las predicciones de los modelos y las observaciones empíricas.

5.82. A veces los análisis de sensibilidad o incertidumbres pueden demostrar que determinada incertidumbre no es importante para la seguridad de la instalación o la actividad. Por ejemplo, el estudio de la sensibilidad puede demostrar que el modelo no es sensible a algunos parámetros, incluso cuando se hacen modificaciones aplicando toda la escala de valores posibles. Además, el análisis de incertidumbres puede mostrar que algunos parámetros, incluso los que tienen una alta sensibilidad, apenas contribuyen a la incertidumbre global de las predicciones de los modelos.

5.83. El enfoque graduado de la evaluación de la seguridad también se aplica al tratamiento de las incertidumbres. Por ejemplo, un enfoque que se emplea con frecuencia para tratar las incertidumbres es utilizar supuestos conservadores (prudentes) (por ejemplo, al simplificar los modelos utilizados, se puede adoptar un punto de vista conservador). Otro ejemplo es asignar valores conservadores a los parámetros de los modelos. Este enfoque ofrece varias ventajas, en particular para demostrar que se cumplen los criterios reglamentarios. Sin embargo, se debería tener en cuenta que, en algunos casos, esos supuestos conservadores pueden dar lugar a evaluaciones que representen situaciones muy poco realistas o imposibles y, por tanto, difíciles de interpretar y comunicar. Además, cuando se asignan valores conservadores a varios parámetros, los resultados de los cálculos podrían ser excesivamente conservadores, pues se amplifican los errores, y no constituirían una base adecuada para la adopción de decisiones. Otra consideración importante es que un supuesto que es conservador en un escenario, o respecto de un nucleido, puede no serlo respecto de otro. El carácter conservador de los supuestos se debería justificar en relación con su influencia sobre los puntos finales de la evaluación.

5.84. Para cuantificar los riesgos relacionados con cada escenario se pueden utilizar evaluaciones probabilísticas de la seguridad. En ellas se deberían evitar combinaciones imposibles de los parámetros o combinaciones de parámetros correspondientes a estados que es muy poco probable que se den en la instalación o la actividad. Por ejemplo, en las simulaciones de Montecarlo se pueden generar combinaciones imposibles al tomar muestras de las distribuciones de

probabilidad de distintas variables si no se tienen en cuenta las correlaciones. También se deberían realizar evaluaciones probabilísticas de la seguridad para no “diluir” el riesgo indebidamente, es decir, camuflando el impacto de un suceso muy importante en algún momento de la vida útil de la instalación al hacer que sus consecuencias tengan poca importancia en la evaluación global del riesgo cuando se multiplican por la probabilidad de que se produzca el suceso.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

### **Comparación con los criterios de la evaluación**

5.85. Uno de los objetivos de la evaluación de la seguridad es comparar los puntos finales con indicadores específicos. A ello contribuye notablemente la adopción de un enfoque sistemático, como el reflejado en el proyecto SADRWMS (véase el anexo IV).

5.86. Sin embargo, un nivel de protección tal que las dosis calculadas sean inferiores a la restricción de dosis no basta en sí mismo para aceptar la justificación de la seguridad de una instalación o una actividad, pues también es necesario optimizar la protección. A la inversa, un indicio de que las dosis calculadas podrían, en circunstancias poco probables, superar la restricción de dosis no tiene por qué hacer necesariamente que se rechace una justificación de la seguridad. En los párrafos 4.69 a 4.76 se formulan recomendaciones sobre la optimización de la protección.

5.87. Si los resultados de la evaluación de la seguridad no demuestran que se cumplen los requisitos o criterios de seguridad, la evaluación se debería revisar según el marco que se muestra en la figura 2. Los resultados de la evaluación revisada se deberían utilizar para proponer modificaciones de la justificación de la seguridad existente, o bien para determinar actividades, medidas de seguridad de ingeniería y de protección y, si corresponde, medidas de seguridad adicionales para garantizar que se cumplan los requisitos y criterios. El tratamiento o la reducción de las incertidumbres en la evaluación de la seguridad se deberían examinar y, en caso necesario, revisar.

### **Examen y modificación de los modelos de evaluación**

5.88. Al seleccionar el emplazamiento, habrá que formular supuestos sobre el diseño y el lugar correspondiente de la instalación o la actividad, y, por consiguiente, la evaluación de la seguridad solo ofrecerá estimaciones

preliminares de la seguridad de la instalación o la actividad. Eso es aceptable porque el papel de la evaluación de la seguridad en esa etapa es únicamente determinar si un emplazamiento es, en principio, adecuado para una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. En etapas posteriores se definirán los detalles del diseño propuesto, de modo que se podrán tratar con más detenimiento las cuestiones operacionales. A lo largo de este proceso, las evaluaciones de la seguridad preparadas para cada etapa deberían ofrecer datos suficientemente detallados y sólidos como para respaldar las decisiones necesarias.

5.89. En consonancia con el enfoque graduado, la amplitud y la complejidad de la evaluación de la seguridad variarán en función del tipo de instalación o de actividad y deberán ser proporcionales a la magnitud de los peligros conexos [2, 3]. También variará la profundidad de las evaluaciones de la seguridad realizadas en las distintas etapas del desarrollo de una instalación o una actividad.

5.90. El grado de detalle con que se elaboren los modelos y la cantidad conexas de datos necesarios dependerán no solo del contexto de la evaluación, sino también de la etapa de iteración del proceso de evaluación (véase la sección 3). Por ejemplo, en las iteraciones iniciales (como las relativas a la selección de un emplazamiento o a las investigaciones iniciales) podría bastar con generar modelos relativamente sencillos con fines de preselección que puedan aplicarse utilizando herramientas informáticas sencillas, como hojas de cálculo, y datos de fácil acceso. A raíz del examen de los resultados, podría ser conveniente recopilar más datos y mejorar determinados modelos y aplicarlos utilizando códigos informáticos más sofisticados. Los modelos y datos para iteraciones posteriores, especialmente para la justificación de la seguridad definitiva, tal vez deban ser aún más exhaustivos.

5.91. Las enseñanzas extraídas de la aplicación de los modelos y la interpretación de los resultados deberían servir para revisar los supuestos y las decisiones adoptadas al elaborar los modelos. Es probable que esa información pueda utilizarse para perfeccionar el modelo, pues tal vez indique procesos especialmente importantes o parámetros especialmente sensibles.

## 6. CUESTIONES ESPECÍFICAS

6.1. En esta sección se formulan recomendaciones sobre varias cuestiones que tal vez requieran especial atención al realizar evaluaciones de la seguridad de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. Se consideran las cuestiones siguientes:

- la evolución de la justificación de la seguridad;
- el enfoque graduado;
- la defensa en profundidad;
- la fiabilidad;
- la vida útil de la instalación o la duración de la actividad;
- el almacenamiento a largo plazo de los desechos;
- los criterios de aceptación de desechos y las interdependencias, y
- la comparación de opciones.

### EVOLUCIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

6.2. En el anexo IV se ilustra un marco elaborado en el proyecto SADRWMS para el proceso global de evaluación de la gestión de los desechos previa a la disposición final. Ese marco se puede utilizar para determinar qué instalaciones y actividades requieren una evaluación de la seguridad y ofrece una sinopsis del alcance y los objetivos de esas evaluaciones de la seguridad.

6.3. En el período preoperacional, la justificación de la seguridad evolucionará en cinco etapas principales:

- a) desarrollo del concepto y selección de un emplazamiento;
- b) diseño y construcción;
- c) puesta en servicio, tanto no activa como activa;
- d) explotación, y
- e) parada y clausura.

6.4. En esta sección se ofrece una sinopsis del papel y el contenido de una justificación de la seguridad en cada una de esas etapas. Se debería realizar una evaluación de la seguridad en la etapa de diseño de una nueva instalación o actividad, o lo antes posible en la vida útil de una instalación o la duración de una actividad existente, y la evaluación de la seguridad se debería actualizar cuando sea necesario a medida que la instalación o la actividad atraviesa las

distintas etapas de su vida útil o su duración. Al actualizar la evaluación de la seguridad se deberían tener en cuenta todos los cambios en las circunstancias (como la aplicación de nuevas normas o avances científicos y tecnológicos) o en las características del emplazamiento, toda modificación introducida en el diseño o la explotación, y los efectos del envejecimiento. También se puede necesitar una justificación de la seguridad para modificar instalaciones que ya se estén explotando o actividades; en función de la escala y del tipo de modificación, pueden ser necesarias alguna o todas las etapas indicadas. Ese enfoque graduado se demuestra en el proyecto SADRWMS (anexo IV).

### **Desarrollo del concepto y selección de un emplazamiento**

6.5. Respecto de una instalación propuesta, en la justificación de la seguridad se puede concluir que existe suficiente confianza en la posibilidad de lograr la seguridad como para justificar la decisión positiva de pasar a la siguiente etapa de la planificación o la ejecución. Se trata de una declaración de confianza que emite el autor de la justificación de la seguridad en función de los análisis y argumentos desarrollados y de las pruebas recopiladas. Si las pruebas, argumentos y análisis no le ofrecen la confianza suficiente para respaldar una decisión positiva, puede ser necesario revisar la evaluación de la seguridad o el diseño de la instalación.

6.6. En la primera etapa del período preoperacional se abordan el desarrollo del concepto y el diseño. En la justificación de la seguridad correspondiente se debería presentar la estrategia de seguridad y la forma en que se cumplirá esta. En esa etapa, por lo general, no será posible describir ni evaluar de forma detallada la instalación o la actividad. No obstante, se deberían abordar los aspectos clave relacionados con la estrategia de seguridad y la descripción del concepto de diseño. A falta de demostración cuantitativa, en la justificación de la seguridad habrá que aportar justificaciones cualitativas de la estrategia de seguridad adoptada. Además, se debería exponer y explicar el enfoque de la evaluación del impacto radiológico, el sistema de gestión y la gestión de incertidumbres, aunque estos aspectos evolucionarán de forma considerable en etapas posteriores del proyecto.

6.7. De acuerdo con la aplicación de la estrategia de seguridad a la instalación o la actividad y sus componentes, en la justificación de la seguridad se debería abordar específicamente la manera en que, por separado y en combinación, los componentes garantizarán que se cumplan todos los requisitos de seguridad. En general, la justificación de la seguridad debería incluir una descripción de las funciones de seguridad asignadas a cada componente y ofrecer una evaluación de la capacidad de estos para cumplir la función que se les haya asignado. También

se debería abordar la viabilidad de la construcción y la fiabilidad. En todos estos aspectos, se deberían justificar las afirmaciones sobre el comportamiento de la instalación o la actividad y se deberían indicar las incertidumbres que persisten en la etapa del proyecto de que se trate.

6.8. En la justificación de la seguridad se debería explicar cómo está previsto que las características y propiedades de cada componente cumplan las funciones de seguridad que se les hayan asignado y cómo evolucionará eso con el tiempo. Deberían respaldar esa explicación los elementos siguientes:

- una sinopsis de la viabilidad técnica de las opciones de diseño propuestas, que indique los aspectos que se basan en técnicas ya probadas y los que son nuevos y deberán confirmarse en el futuro mediante ensayos experimentales;
- una sinopsis del nivel de conocimientos sobre la capacidad de cada componente para cumplir la función prevista en las condiciones previstas y los sucesos que ya se han detectado como posibles perturbaciones, y
- una evaluación de cómo funcionarán juntos los componentes de manera complementaria para garantizar que haya una defensa en profundidad adecuada y que la seguridad no dependa indebidamente de una sola función de seguridad.

6.9. En la etapa de desarrollo del concepto, la evaluación del impacto radiológico solo puede ser muy preliminar. No obstante, se debería realizar una evaluación preliminar de ese tipo para ofrecer una estimación general del orden de magnitud del posible impacto, sobre la base de consideraciones genéricas del comportamiento del emplazamiento, y para empezar a determinar las características de la instalación y del entorno que es probable que sean importantes para la seguridad.

6.10. Una de las consideraciones clave en esta etapa del proyecto es la selección de un emplazamiento para la instalación o la actividad. Para ello se debería considerar el efecto que tendrá la instalación o la actividad en lo siguiente:

- otras actividades que se realizan en el emplazamiento;
- las poblaciones vecinas.

6.11. También se debería considerar lo siguiente:

- el efecto de otras actividades o instalaciones en la instalación o la actividad propuesta;

- la gestión de todos los desechos primarios y secundarios producidos por otras actividades e instalaciones del emplazamiento y la descarga o dispensa de cualquier material radiactivo.

6.12. La justificación de la seguridad también debería contener información sobre el sistema de gestión. Entre los temas relacionados con este, la justificación de la seguridad, en esta etapa inicial, debería abordar la estructura orgánica y los recursos necesarios para el proyecto, el programa para la planificación del proyecto y el sistema que se implantará para gestionar la información. En esta etapa se deberían desarrollar y poner en marcha mecanismos de comunicación con el órgano regulador y las partes interesadas.

6.13. El producto previsto de esta etapa del desarrollo de la justificación de la seguridad es la justificación de que, en principio, se puede llevar a cabo la construcción de la instalación o la actividad y que parece seguro hacerlo.

### **Diseño y construcción**

6.14. En la etapa de diseño y construcción se debería desarrollar más la justificación de la seguridad, de modo que se pueda demostrar si se cumplen las condiciones siguientes:

- la instalación o la actividad es necesaria;
- el diseño adoptado cumplirá todos los requisitos de seguridad, y
- la instalación se puede construir de forma segura o la actividad se puede realizar de forma segura.

6.15. En la justificación de la seguridad también se debería demostrar que la probabilidad de que falle un componente es baja y que, en caso de degradación, la pérdida de una función de seguridad de un componente no pondrá en peligro la seguridad de todo el sistema. Así pues, la justificación de la seguridad debería contener una evaluación madura de los aspectos de ingeniería y del impacto de la instalación o la actividad.

6.16. En esta etapa, el producto de la justificación de la seguridad es la justificación de que la instalación o la actividad, tal como está diseñada, se puede construir y explotar o realizar de forma segura.

## **Puesta en servicio**

6.17. En la puesta en servicio, se debería prestar especial atención al comportamiento de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad. La justificación de la seguridad debería ser capaz de demostrar que la instalación conforme a obra cumple los requisitos de seguridad especificados en el diseño definitivo. Se deberían incluir los efectos de cualquier modificación del diseño que se haya hecho durante el período de construcción.

6.18. Se debería preparar un calendario de puesta en servicio que detalle los ensayos que deben realizarse y los resultados previstos, para garantizar que se ensayen de forma adecuada todos los aspectos de la instalación importantes para la seguridad.

6.19. La justificación de la seguridad también debería ofrecer información actualizada sobre el sistema de gestión, haciendo especial hincapié en lo siguiente:

- la organización y los procedimientos que se establecerán para garantizar la calidad de la labor realizada;
- la vinculación del diseño con el resultado de las actividades de investigación y desarrollo y la labor de evaluación de la seguridad;
- el mantenimiento de registros en función de las decisiones adoptadas durante el diseño o las operaciones;
- la información sobre la base de diseño, incluidas las modificaciones del diseño, y
- los conocimientos especializados disponibles para realizar ensayos y explotar la instalación o realizar la actividad.

6.20. Asimismo, se deberían utilizar las operaciones de otras instalaciones o actividades comparables y los sucesos e incidentes ocurridos en ellas para determinar la necesidad potencial de reexaminar la justificación de la seguridad o las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad. Se debería facilitar toda la información apropiada para utilizarla en la adopción de decisiones, incluidas referencias a los productos de otros proyectos, los resultados de los ensayos y la confirmación de los supuestos formulados.

6.21. Es posible que se necesiten justificaciones de la seguridad y calendarios de puesta en servicio separados para la puesta en servicio no activa y la puesta en servicio activa. El objetivo de la justificación de la seguridad para la puesta en servicio no activa (en frío) es justificar la decisión de que la instalación

conforme a obra se puede explotar de forma segura. El objetivo de la justificación de la seguridad para la puesta en servicio activa es justificar la decisión de que la instalación puede aceptar material radiactivo de forma segura.

## **Explotación**

6.22. En la justificación de la seguridad inicial para la explotación se deberían aportar pruebas de que la instalación se ha construido conforme al diseño y de que la puesta en servicio demuestra que se puede explotar de forma segura. La información obtenida durante la puesta en servicio se debería utilizar para verificar la validez de la evaluación de la seguridad realizada para las etapas anteriores, en particular en lo que respecta a los principales supuestos y predicciones. Se debería detectar cualquier diferencia importante entre el comportamiento real y el comportamiento predicho de la instalación o la actividad y se deberían investigar los motivos de que existan esas diferencias. Se deberían justificar todas las discrepancias. Si hay implicaciones para la seguridad, habría que reexaminar las estructuras, sistemas y componentes conexos que sean importantes para la seguridad.

6.23. La justificación de la seguridad debería ofrecer información actualizada sobre el sistema de gestión, haciendo especial hincapié en lo siguiente:

- la organización y los procedimientos establecidos para garantizar la seguridad de las operaciones;
- el sistema de mantenimiento y rastreo de registros que abarca los datos, la información y los registros de las decisiones adoptadas;
- la adecuación de los conocimientos especializados disponibles en lo que respecta a explotar la instalación o realizar la actividad, y
- las interdependencias.

6.24. También se deberían examinar las operaciones de otras instalaciones o actividades comparables y los sucesos e incidentes ocurridos en ellas para detectar cualquier cambio que sea necesario antes de que comience la explotación. La justificación de la seguridad debería ser capaz de demostrar que la instalación conforme a obra cumple las expectativas del explotador y el órgano regulador.

6.25. La justificación de la seguridad debería aportar pruebas de que la instalación se puede clausurar de forma segura. Cuando se desarrolle una instalación de tratamiento para todos los desechos procedentes de la clausura, se debería reconocer que la propia instalación de tratamiento, cuando sea clausurada en el futuro, también producirá desechos que habrá que tratar de forma apropiada.

6.26. El objetivo de la justificación de la seguridad para la explotación es justificar la decisión de que la instalación puede explotarse de forma segura durante un período determinado y, posteriormente, clausurarse de forma segura.

### **Parada y clausura**

6.27. Toda instalación de gestión de desechos acabará cerrándose y clausurándose. Eso se debe contemplar desde la etapa inicial del desarrollo de la justificación de la seguridad para justificar las decisiones sobre la seguridad de la instalación. La justificación se debería basar en las técnicas que estén disponibles en el momento, y en ella se debería tener en cuenta el nivel de recursos de que se dispondrá probablemente en el momento del cierre.

### **Examen de la evaluación de la seguridad**

6.28. Durante la vida operacional de una instalación o la duración de una actividad puede ser necesario modificar alguna parte de la instalación o algún aspecto de la actividad. Cuando una modificación pueda repercutir en la seguridad, antes de realizarla se debería llevar a cabo una evaluación de la seguridad apropiada o bien actualizar la evaluación existente para garantizar que se sigan cumpliendo los requisitos de seguridad establecidos. Los resultados de la evaluación de la seguridad se deberían comparar con la justificación de la seguridad para la etapa de explotación, y a la justificación de la seguridad se debería adjuntar la documentación aprobada.

6.29. Tal vez haya procesos y sucesos, tanto internos como externos a la instalación o la actividad, que dependen del tiempo y podrían hacer necesario modificar determinados supuestos, parámetros y condiciones límite. Puesto que los procesos y sucesos pueden ser graduales o imprevisibles, se debería examinar periódicamente la justificación de la seguridad para la explotación para detectar cambios importantes en los supuestos, parámetros y condiciones límite subyacentes. En caso necesario, la justificación de la seguridad se debería revisar como corresponda. Este examen periódico debería ser obligatorio y realizarse a intervalos determinados por el órgano regulador.

6.30. También puede ser necesario un examen periódico de la justificación de la seguridad para justificar la decisión de prolongar la vida útil de la instalación más allá de la vida de diseño original, cambiar el propietario o el personal directivo de una instalación, o modificar los reglamentos.

6.31. Al actualizar la evaluación de la seguridad se debería tener en cuenta la experiencia operacional, incluidos los datos relacionados con los incidentes operacionales previstos, las condiciones de accidente y los precursores de accidentes, tanto de la propia instalación o actividad como de otras instalaciones o actividades similares.

## ENFOQUE GRADUADO

6.32. La presente guía de seguridad se aplica a un amplio conjunto de instalaciones o actividades, y a una amplia gama de desechos, que pueden plantear diferentes grados de peligro y riesgo. Se debe considerar un enfoque graduado de la evaluación de la seguridad para tener en cuenta los diferentes niveles de peligro y riesgo. Por lo tanto, cabría esperar que se dediquen más esfuerzos a desarrollar la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad en el caso de una gran instalación de tratamiento de desechos que en el de una instalación pequeña de almacenamiento de desechos de actividad baja. El grado de detalle necesario en la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad se debería determinar realizando primero una evaluación de la seguridad relativamente sencilla que indique los niveles de los posibles riesgos relacionados con la instalación o la actividad.

6.33. Según la referencia [3], al realizar una evaluación de la seguridad es necesario asegurarse de que esta se basa en un nivel adecuado de conocimiento de la instalación o la actividad y su comportamiento potencial, y de que se tienen en cuenta y se abordan todas las cuestiones relacionadas con la seguridad. Se pueden utilizar diversos criterios para ayudar a determinar la cantidad de esfuerzo que se debería dedicar a la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad correspondientes a determinada instalación o actividad. En la referencia [3] se indica que al aplicar un enfoque graduado se deben tener en cuenta los criterios siguientes: la importancia para la seguridad, la complejidad y el grado de sofisticación de la instalación o la actividad. El empleo de esos criterios en la evaluación de la seguridad de instalaciones o actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final se aborda en los párrafos 6.34 a 6.36.

6.34. Según la referencia [3], el criterio más importante que se debe tener en cuenta suele ser la importancia para la seguridad. Al aplicarlo se deberá considerar el comportamiento de la instalación o la actividad en lo que respecta a las emisiones de material radiactivo durante el funcionamiento normal, las consecuencias potenciales de los incidentes operacionales previstos y los

accidentes razonablemente previsibles, y la importancia potencial de sucesos poco probables cuyas consecuencias son potencialmente muy graves.

6.35. La complejidad también puede servir de guía para ayudar a fundamentar las decisiones sobre el nivel de esfuerzo que se debe aplicar en la evaluación o el examen de determinada instalación o actividad. Si una instalación o una actividad tiene un diseño complejo, tal vez sea necesario representarlo con la complejidad correspondiente en la evaluación de la seguridad.

6.36. El grado de sofisticación de la instalación o la actividad, así como de las tecnologías empleadas, también se puede utilizar para fundamentar las decisiones sobre la cantidad de esfuerzo que se debería dedicar a la evaluación o el examen de determinada instalación o actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. En ese sentido, el grado de sofisticación guarda relación con lo siguiente: i) el empleo de prácticas, procedimientos y diseños consolidados; ii) la disponibilidad de conocimientos sobre el comportamiento operacional de instalaciones o actividades similares (y las incertidumbres conexas); y iii) la disponibilidad de fabricantes y constructores experimentados. La jerarquía sistemática establecida en el proyecto SADRWMS fomenta el proceso de aplicación de un enfoque graduado (véase el anexo IV).

6.37. Según un enfoque graduado, se podría determinar que el desarrollo de la justificación de la seguridad de una instalación de gestión de desechos comparativamente sencilla, como una instalación de almacenamiento de un hospital, solo requiere unas pocas semanas y se puede llevar a cabo utilizando un enfoque basado en una lista de comprobación. Por otra parte, el desarrollo de una justificación de la seguridad para una gran instalación centralizada de procesamiento de desechos puede requerir un gran grupo de expertos con varias especializaciones distintas y varios años de trabajo.

6.38. Un ejemplo concreto de la aplicación del concepto de enfoque graduado es la decisión sobre cuándo llevar a cabo una modelización probabilística, en lugar de una evaluación determinista conservadora, que es conceptualmente más sencilla. Al determinar la necesidad de realizar una evaluación probabilística hay tres factores decisivos principales:

- Las situaciones complejas, en que influyen muchos factores, que podrían dar lugar a la exposición de los trabajadores o del público suelen requerir que se traten de forma adecuada las posibles vías de evolución de cada componente relevante y de cada factor de influencia interno o externo. En la mayoría de los casos, eso solo se puede lograr estableciendo un

modelo probabilístico apropiado que aborde y combine adecuadamente las probabilidades individuales para obtener una distribución de probabilidad global de las posibles consecuencias.

- Las horquillas grandes de valores de parámetros que determinan la probabilidad o la magnitud de la exposición suelen requerir un tratamiento probabilístico, pues la configuración conservadora de cada parámetro puede dar lugar a una sobreestimación flagrante de las dosis y, por tanto, no proporcionar una base adecuada para la evaluación de la instalación o la actividad y de las disposiciones de seguridad necesarias.
- Un accidente cuyas consecuencias sean potencialmente muy graves suele requerir un análisis exhaustivo para que se tenga suficiente confianza en los resultados.

6.39. Aunque estos aspectos determinan la necesidad de realizar evaluaciones probabilísticas desde el punto de vista del enfoque graduado, se pueden realizar evaluaciones probabilísticas en otras situaciones, por ejemplo, por conveniencia o porque el evaluador de la seguridad lo prefiera.

6.40. Las evaluaciones probabilísticas varían en complejidad y grado de detalle. El nivel de complejidad y el grado de detalle apropiados dependerán de los factores que se indican en el párrafo 6.36 y, por lo tanto, también se rigen por el enfoque graduado.

## DEFENSA EN PROFUNDIDAD

6.41. Según la referencia [3], se requiere una evaluación de la defensa en profundidad, que debe comprender una evaluación de los niveles de defensa previstos en la instalación o la actividad. El concepto de defensa en profundidad se basa en la aplicación de varios niveles de protección, incluidas barreras sucesivas y otras funciones de seguridad que impiden la emisión de material radiactivo al medio ambiente y reducen al mínimo la exposición. El concepto incluye la protección de las barreras evitando daños a la instalación y a las propias barreras, así como medidas adicionales para proteger de los daños a los trabajadores, al público y al medio ambiente en caso de mal funcionamiento o degradación imprevistos de esas barreras. Para que la estrategia de defensa en profundidad sea eficaz, se deberían combinar tanto barreras físicas como controles administrativos.

6.42. Suelen desempeñar las funciones de seguridad más importantes las barreras pasivas, como las propiedades físicas o químicas de los desechos acondicionados,

el propio bulto de desechos o las tuberías de procesos. Los controles activos también pueden desempeñar funciones de seguridad o contribuir a generar confianza en las barreras pasivas y las funciones de seguridad, pero no se debería depender totalmente de ellos para garantizar la defensa en profundidad.

6.43. En la evaluación de la seguridad se deberían tener en cuenta los niveles de defensa en profundidad existentes o se deberían aportar pruebas de la adecuación de los niveles de defensa en profundidad previstos. Eso se puede aclarar de la manera siguiente:

- a) indicando las barreras y otras funciones de seguridad;
- b) explicando la diversidad de dichas barreras y otras funciones de seguridad;
- c) explicando la resiliencia de dichas barreras y otras funciones de seguridad en condiciones normales y anormales;
- d) si procede, haciendo una estimación cuantitativa de la contribución al margen de seguridad de las barreras y otras funciones de seguridad, y
- e) demostrando que, si fallara una sola barrera de seguridad, la seguridad de la instalación no se vería comprometida de manera inaceptable.

6.44. En la evaluación de la seguridad se debería prestar especial atención a los peligros internos y externos que tengan el potencial de afectar negativamente a más de una barrera.

## FIABILIDAD

6.45. Al seleccionar los componentes que se utilizarán en una instalación, es importante conocer su fiabilidad. La justificación de la seguridad debería aportar pruebas del nivel de fiabilidad exigido a cualquier componente. La fiabilidad necesaria dependerá del nivel de seguridad que se exija al componente y de la defensa que ofrezcan otros componentes del sistema (es decir, de la redundancia).

6.46. En la evaluación de la seguridad también se debería tener en cuenta la fiabilidad de los componentes a lo largo de la vida útil de la instalación. Los componentes se deberían diseñar de modo que su vida útil esté en consonancia con las exigencias que se les impondrán. El diseño adecuado de los componentes debería complementarse con un régimen de mantenimiento apropiado que garantice que sigan siendo fiables. Los niveles de fiabilidad de los componentes más antiguos tal vez sean más bajos, a menos que se les haya dado un buen mantenimiento.

## VIDA ÚTIL PREVISTA DE LA INSTALACIÓN

6.47. La justificación de la seguridad debería aportar pruebas de la vida útil prevista de la instalación, que debe ser suficiente para la actividad que se realice. En el caso del almacenamiento de desechos, es posible que en la vida útil prevista de la instalación se deba incluir algún tipo de imprevisto, como por ejemplo retrasos debidos a la descarga de los desechos o retrasos en la disponibilidad de una instalación de disposición final.

6.48. En el caso de instalaciones que tengan una vida útil o actividades que tengan una duración más larga, será necesario utilizar materiales bien probados y documentados, de modo que se confíe en que durarán a lo largo de toda la vida útil de la instalación o de toda la actividad. Se debería prestar especial atención al almacenamiento de desechos a largo plazo, respecto del cual se formulan recomendaciones en los párrafos 6.50 a 6.68.

6.49. En caso de que se prevea prolongar la vida útil de una instalación más allá de la prevista originalmente, se debería actualizar la justificación de la seguridad (incluida la evaluación de la seguridad) para abordar las repercusiones potenciales en materia de seguridad. La actualización debería tener en cuenta la degradación de las barreras o los componentes, y debería realizarse con suficiente antelación antes de que concluya el plazo original de la licencia para facilitar el examen reglamentario.

## ALMACENAMIENTO A LARGO PLAZO

6.50. El almacenamiento de desechos a largo plazo, por definición, implica un período de tiempo que superará la vida útil normal de diseño de las estructuras civiles, incluidas las que se utilizan en las instalaciones de almacenamiento a corto plazo. Eso repercutirá en la selección de materiales, los métodos operacionales, los requisitos de garantía de la calidad y control de calidad, etc. Entre las cuestiones concretas que deberían tenerse especialmente en cuenta en la justificación de la seguridad para el almacenamiento de desechos a largo plazo se encuentran el plazo de la evaluación de la instalación o la actividad de almacenamiento, la importancia de las características de seguridad pasiva, la recuperabilidad y el sistema de gestión. Se debería establecer un programa de gestión del envejecimiento para hacer frente a la degradación relacionada con este. En dicho programa se debería especificar la monitorización necesaria para la detección temprana de cualquier deficiencia.

6.51. En el contexto de la presente guía de seguridad, se considera almacenamiento a largo plazo el que supera los cincuenta años aproximadamente y tiene un punto final definido. El punto final es importante, pues sienta las bases de la vida útil de diseño de la instalación, los requisitos de embalaje y las garantías financieras, así como de la planificación de las instalaciones de disposición final que se utilizarán posteriormente. No está previsto que el almacenamiento a largo plazo dure más de cien años aproximadamente. Este período se basa en la experiencia técnica con métodos y estructuras de construcción civiles.

### **Plazo de la evaluación**

6.52. El plazo de la evaluación de la seguridad es el período que abarcan los cálculos conexos. Se deberían explicar y justificar los motivos por los que se ha seleccionado dicho plazo. En función de la finalidad de la evaluación para el almacenamiento a largo plazo, podría ser conveniente, por razones de modelización o de presentación, dividir el plazo de la evaluación de la seguridad en períodos más cortos con puntos finales diferentes.

6.53. El plazo de la evaluación se debería definir teniendo en cuenta los reglamentos y las orientaciones reglamentarias nacionales, así como las características de la instalación o la actividad concreta de almacenamiento a largo plazo, el emplazamiento y los desechos que vayan a almacenarse. Otros factores que se deberían tener en cuenta al decidir el plazo de la evaluación y los períodos en que se divide este son los siguientes:

- Respecto de la mayoría de los sistemas de almacenamiento a largo plazo (incluidos los bultos de desechos, las construcciones de ingeniería y el entorno circundante) y tipos de desechos, el impacto para las personas y el medio ambiente aumentará durante cierto tiempo después de la puesta en servicio de la instalación. A más largo plazo, en función de la naturaleza de los desechos, el impacto puede disminuir, en particular debido a la desintegración del inventario radiactivo de la instalación de almacenamiento. Por lo general, los cálculos de la evaluación de la seguridad deberían abarcar un período suficiente para determinar la dosis o el riesgo máximos, o pico, relacionados con la instalación o la actividad.
- Otra consideración que puede influir en las decisiones sobre los plazos de la evaluación o los períodos en que se divide este es el período de retorno de los peligros naturales externos, como los fenómenos meteorológicos extremos o los terremotos; sin embargo, debería tener prioridad sobre esa consideración el diseño de la instalación frente a los peligros que se plantean.

- A lo largo del tiempo pueden cambiar varios de los factores que pueden afectar de forma importante a los resultados de la evaluación de la seguridad. En la evaluación se deberían tener en cuenta esos cambios. Para evaluar la posible evolución de la instalación de almacenamiento a largo plazo, en la evaluación se pueden considerar uno o más escenarios para reflejar diferentes vías de evolución. El plazo de la evaluación y los períodos en que se divide este se deberían definir según convenga para reflejar los cambios que podrían afectar a la instalación de almacenamiento.
- Los hábitos y características del grupo de receptores, así como las condiciones en las que se encuentran, pueden cambiar con el tiempo. Por consiguiente, los receptores deberían considerarse hipotéticos, pero los receptores y las poblaciones del futuro tienen que gozar como mínimo del mismo nivel de protección que se exige en la actualidad [1]. Los hábitos y características que se presumen al grupo deberían elegirse sobre la base de supuestos razonablemente conservadores y plausibles, teniendo en cuenta los estilos de vida actuales, así como la información disponible sobre las condiciones del emplazamiento y las condiciones ambientales de la región.

### **Seguridad pasiva**

6.54. El explotador debería demostrar que, en la medida de lo posible, las características de seguridad pasiva garantizan la seguridad de la instalación durante la vida útil prevista de la instalación o la duración prevista de la actividad. Según la referencia [2], eso es especialmente importante para el almacenamiento de desechos. En la evaluación de la seguridad a largo plazo se debería tener en cuenta la degradación de las barreras pasivas con el paso del tiempo.

6.55. El comportamiento complementario de las distintas funciones de seguridad se debería evaluar a lo largo de distintos períodos de tiempo. Cada función de seguridad debería ser lo más independiente posible de las demás para garantizar que sean complementarias y no puedan fallar por un solo modo de fallo. En la justificación de la seguridad se deberían explicar las funciones de seguridad que cumplirá cada barrera y proporcionar pruebas al respecto, y se deberían indicar los períodos de tiempo durante los cuales está previsto que las barreras cumplan sus diversas funciones de seguridad. También se deberían indicar las funciones de seguridad alternativas o adicionales que se pondrán en funcionamiento si una barrera no se comporta según lo previsto.

## **Recuperabilidad**

6.56. El almacenamiento es, por definición, una medida provisional, pero puede durar varios decenios. La intención al almacenar los desechos es que se puedan recuperar para su dispensa, procesamiento, transporte o disposición final en un momento posterior o, en el caso de los efluentes, para su descarga autorizada.

6.57. En la justificación de la seguridad se debería considerar un plan para la manipulación segura de los desechos tras su almacenamiento a largo plazo y se deberían evaluar los efectos potenciales de la degradación de los bultos de desechos en la capacidad de recuperar y manipular los desechos.

## **Sistema de gestión**

6.58. Puesto que el almacenamiento a largo plazo es una medida provisional, en la justificación de la seguridad se deberían describir las disposiciones relativas a la vigilancia, la inspección y el mantenimiento periódicos de los desechos y de la instalación de almacenamiento para garantizar que se mantenga su integridad durante la vida útil prevista de la instalación.

6.59. Dado que el almacenamiento a largo plazo puede llevarse a cabo durante largos períodos de tiempo, en la justificación de la seguridad se debería considerar un plan para el mantenimiento adecuado de registros durante el plazo previsto de almacenamiento.

6.60. La justificación de la seguridad se debería examinar periódicamente para verificar la adecuación continua de la capacidad de almacenamiento, teniendo en cuenta los desechos cuya producción se ha predicho, en caso tanto de funcionamiento normal como de incidentes, la vida útil prevista de la instalación de almacenamiento y la disponibilidad de opciones de disposición final.

## **Criterios de aceptación de desechos e interdependencias**

6.61. Es importante señalar que existen interdependencias entre las distintas etapas de la gestión de desechos radiactivos. Las decisiones adoptadas en una de ellas pueden afectar a las siguientes o excluir alternativas viables. En las evaluaciones de la seguridad se deberían indicar las interdependencias correspondientes a cada actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final y se debería velar por que no surjan requisitos contradictorios que puedan ver comprometida la seguridad.

6.62. También se debería tener en cuenta la disposición final, última etapa de la gestión de desechos radiactivos, cuando se considere cualquier otra actividad anterior de gestión de desechos radiactivos. Sin embargo, en muchos Estados no hay disponibles de forma generalizada instalaciones de disposición final, o solo las hay para determinados tipos de desechos. Independientemente de ello, se deben gestionar todos los desechos radiactivos que se produzcan. Eso significa que tal vez haya que adoptar decisiones sobre los cuerpos de desecho que se producirán antes de que estén plenamente establecidas todas las actividades de gestión de desechos radiactivos.

6.63. Tales circunstancias subrayan la importancia de preparar especificaciones adecuadas sobre los cuerpos de desecho, respecto tanto de los que vaya a aceptar una instalación (por ejemplo, una instalación de almacenamiento) como de los que vaya a producir una instalación (por ejemplo, una instalación de procesamiento de desechos). Las especificaciones sobre los cuerpos de desecho deben tener en cuenta las propiedades radiológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas de una gran variedad de tipos de desechos distintos, o pueden establecerse para tipos de desechos concretos.

6.64. Las especificaciones de los cuerpos de desecho aceptables deben estar en consonancia con la justificación de la seguridad de la instalación o la actividad. Al preparar las especificaciones, se debería hacer hincapié en la evaluación o el control de las propiedades radiológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas de los bultos de desechos para que sean aceptables para el transporte, el almacenamiento y la disposición final. Para lograr ese objetivo, en las especificaciones se debería tener en cuenta la instalación donde está previsto almacenar los desechos y el Reglamento del OIEA para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos [9], y se debería incorporar cualquier parámetro pertinente de los requisitos de aceptación de desechos, si los hubiese.

6.65. Para procesar los distintos tipos de desechos radiactivos se aplican diversos métodos. Se presta atención a determinar opciones adecuadas y evaluar si es apropiado aplicarlas. En el marco del enfoque global de gestión de los desechos radiactivos previa a la disposición final se decide en qué medida deben procesarse los desechos, teniendo en cuenta las cantidades, la actividad y la naturaleza física o química de los desechos radiactivos que deben tratarse, las tecnologías disponibles, la capacidad de almacenamiento y la disponibilidad de una instalación de disposición final. Cuando se ha adoptado una decisión sobre el concepto de los desechos sin embalar y del bulto de desechos, se deberían cuantificar todos los parámetros pertinentes en lo que respecta a las escalas de valores que se podrían obtener al producir el bulto de desechos. A continuación,

pueden determinarse los valores máximos de cada parámetro, junto con los factores del transporte, el almacenamiento y la disposición final relevantes para la seguridad (como los márgenes de seguridad).

6.66. Al deducir las especificaciones sobre los cuerpos de desecho en el marco de una evaluación de la seguridad, se puede dar la situación en que sea necesario comparar distintas opciones de tratamiento de desechos para llegar a un equilibrio entre posibles mejoras en materia de seguridad y costos financieros más elevados. En tales situaciones, se deberían utilizar metodologías para la comparación de opciones.

6.67. Otro ejemplo de la necesidad de sopesar opciones está relacionado con las decisiones sobre el tratamiento de los desechos en situaciones en que aún no se dispone de criterios de aceptación definitivos para la disposición final. El acondicionamiento de los desechos en la forma en que se encuentren (por ejemplo, el acondicionamiento de desechos líquidos) puede resultar inadecuado si los criterios finales de aceptación de desechos de la instalación de disposición final no son los previstos. Por otra parte, puede ser menos seguro almacenar los desechos en forma líquida, para no acondicionarlos mientras no se conozcan los criterios definitivos de aceptación de desechos, que almacenarlos en forma acondicionada. Las decisiones sobre esas cuestiones solo se pueden adoptar sobre la base de una evaluación exhaustiva de las distintas opciones, teniendo en cuenta la instalación de almacenamiento existente o prevista, así como el estado de desarrollo de la ruta de disposición final (y las incertidumbres imperantes restantes en relación con los criterios finales de aceptación de desechos).

6.68. Todas las decisiones examinadas en esta sección se deberían considerar indisociables de la justificación de la seguridad desarrollada para la instalación o la actividad en cuestión. Como ya se ha indicado, también puede ser necesario tener en cuenta las justificaciones de la seguridad de otras instalaciones y actividades. Se debería llevar un registro exhaustivo de los fundamentos de las decisiones adoptadas, las cuales se deberían justificar suficientemente en la justificación de la seguridad. La necesidad de examinar a fondo los supuestos formulados y los argumentos utilizados en el proceso de examen reglamentario (véase la sección 8), así como en otros procesos de examen internos y externos, es mayor cuanto más complejas son la situación y las interdependencias.

## **7. DOCUMENTACIÓN Y EMPLEO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD**

7.1. En esta sección se explica cómo compilar y reunir toda la información que integra la justificación de la seguridad. En ella se detalla cómo documentar la justificación de la seguridad y se analizan las posibles maneras de emplearla.

### **DOCUMENTACIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD**

7.2. El cumplimiento de los requisitos sobre la documentación de una justificación de la seguridad (véase la sección 3) presenta una serie de dificultades porque el público destinatario se compone de una gran variedad de partes interesadas que tienen diferentes necesidades, expectativas y preocupaciones. Otra dificultad está relacionada con las situaciones en que existen requisitos legislativos y reglamentarios complejos en relación con los cuales intervienen múltiples organismos reguladores que tienen procesos de reglamentación distintos y en que se exigen múltiples niveles de documentación a lo largo de las etapas de desarrollo de una instalación o una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. Debido a esas dificultades, no existe una estructura universal para la documentación de la justificación de la seguridad.

7.3. La estructura y el proceso de documentación se ven influidos por las expectativas del público destinatario, la decisión que se esté considerando, la etapa de desarrollo de la instalación, así como el tipo de instalación o actividad que se esté examinando y su complejidad, y los riesgos conexos. En la sección 5 se formulan recomendaciones más detalladas sobre el uso del enfoque graduado para determinar el nivel de documentación.

7.4. El contenido exigido en la justificación de la seguridad de una instalación o una actividad puede variar en función del Estado; no obstante, la documentación de la justificación de la seguridad debería abarcar, como mínimo, la evaluación de la seguridad y los límites y condiciones operacionales. Hay muchas formas posibles de estructurar y documentar una justificación de la seguridad. Sin embargo, hay una serie de elementos comunes que se deberían considerar independientemente de la estructura de la documentación o del proceso de documentación que se adopte. Los elementos principales deberían documentarse y presentarse con claridad, y deberían incluir los siguientes: el resumen ejecutivo; la introducción y el contexto de la justificación de la seguridad (o la evaluación de la seguridad); la estrategia de seguridad; la evaluación de la seguridad (incluidos

todos los aspectos tratados en la sección 4), la síntesis y las conclusiones; una declaración de confianza; y un plan de programas y medidas de seguimiento; así como un resumen de la implicación del público en el desarrollo de la justificación de la seguridad. En los párrafos que figuran a continuación se describen brevemente cuestiones importantes relativas a algunos de esos componentes de la justificación de la seguridad.

### **Resumen ejecutivo**

7.5. En el nivel más general, la documentación de la justificación de la seguridad debería contener un resumen ejecutivo que describa brevemente el proyecto, los principales problemas de seguridad relacionados con el proyecto, las pruebas, los argumentos y los principales resultados de la evaluación, el seguimiento propuesto y las opciones de mitigación para hacer frente a los problemas de seguridad detectados, así como las incertidumbres y preocupaciones de las partes interesadas.

7.6. El resumen dará a la mayoría de las partes interesadas la primera impresión del proyecto, y la más duradera. Puede que sea lo único que lean las partes interesadas particulares. Por consiguiente, esa sección debería ser clara, completa y concisa. Se debería considerar la posibilidad de utilizar cuadros sinópticos, gráficos y diagramas, pues sirven para presentar la información con claridad y precisión. En la medida de lo posible, no se debería utilizar terminología técnica complicada. El resumen ejecutivo se puede presentar con una portada distinta y puede tener más difusión que el resto de la documentación. También se puede presentar en distintos idiomas para satisfacer las necesidades de las comunidades locales.

### **Introducción y contexto de la justificación de la seguridad**

7.7. La documentación de la justificación de la seguridad debería contar con una introducción en que se presenten de forma clara la finalidad y el contexto de la justificación de la seguridad, a fin de ofrecer una visión clara del proyecto, las decisiones que se deben adoptar y el proceso de adopción de decisiones, así como de las distintas cuestiones que se deben considerar. En la introducción habría que reseñar los aspectos principales siguientes:

- una breve descripción del proyecto que indique sus objetivos específicos, sus antecedentes, las distintas etapas y su estado actual;
- el contexto reglamentario y de políticas en que se ha preparado y presentado la justificación de la seguridad;

- las funciones y responsabilidades de las distintas organizaciones que participan en el proceso de adopción de decisiones, incluido el marco de consulta e implicación públicas;
- una guía clara del proceso de adopción de decisiones;
- una comparación con otros proyectos similares (nacionales e internacionales);
- un examen del estado y el grado de sofisticación de las tecnologías que se utilizarán;
- una declaración sobre lo necesario e importante que es el proyecto, a fin de respaldar y justificar la justificación de la seguridad;
- un análisis de las alternativas que se han considerado y los motivos por los que se ha seleccionado la alternativa preferida;
- las decisiones clave que se han adoptado y se tendrán que adoptar a lo largo del proyecto propuesto;
- una descripción de las consideraciones críticas relacionadas con los plazos asociadas al proyecto;
- una sinopsis de la manera en que el explotador garantizará que se cumplan los requisitos reglamentarios y en que el órgano regulador verificará su cumplimiento, y
- una sinopsis del sistema de gestión del explotador y de su capacidad para resolver de forma adecuada las dificultades relacionadas con el proyecto.

## **Estrategia de seguridad**

7.8. Después de presentar la finalidad y el contexto de la justificación de la seguridad, la documentación de esta debería ofrecer una sinopsis del enfoque general que se utilizará para lograr la seguridad. El objetivo de la sección sobre la estrategia de seguridad es demostrar que el enfoque y los métodos globales adoptados respecto del diseño, la evaluación, la construcción, la explotación, la parada y la clausura de la instalación o la actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final son adecuados para garantizar la seguridad. La sección también debería incluir argumentos que fomenten la confianza y sean relevantes para la estrategia de seguridad. Entre los principales aspectos que se deben considerar figuran los siguientes:

- la estrategia y el enfoque para gestionar las distintas etapas de desarrollo de la instalación o la actividad (por ejemplo, evaluación del emplazamiento, construcción, explotación, parada, clausura);
- la manera en que las estrategias adoptadas aplican buenos principios y prácticas de ingeniería;
- la gestión y la reducción de las incertidumbres;

- el fundamento para tomar decisiones;
- las características de seguridad integradas en el diseño de la instalación y los niveles de defensa en profundidad utilizados;
- los motivos por los que se han elegido la metodología de evaluación, el plazo de la evaluación y los períodos en que se divide este, lo que incluye examinar los diversos enfoques de evaluación y las herramientas utilizadas para verificar, confirmar y comparar las conclusiones de la evaluación;
- los exámenes por homólogos realizados y el cumplimiento de las orientaciones y prácticas internacionales, y
- otros argumentos generales, según proceda.

## **Evaluación de la seguridad**

7.9. En la sección sobre la evaluación de la seguridad se debería documentar información detallada sobre dicha evaluación, que constituye la base científica y técnica de la justificación de la seguridad (incluidos todos los aspectos tratados en la sección 4 de esta guía de seguridad). Esta es la sección que estudiarán detenidamente los examinadores técnicos y el órgano regulador. Para documentar la evaluación de la seguridad se deben describir de forma detallada su contexto, cada una de sus etapas y sus conclusiones, y las conclusiones generales. Debido a la gran cantidad de detalles que implica, podría ser más práctico y rastreable documentar las descripciones detalladas, la modelización y los cálculos en anexos o en documentos de apoyo separados. El documento principal debería concentrarse en los supuestos, enfoques y metodologías utilizados en la evaluación; el examen de las características más relevantes que afectan a la seguridad; las conclusiones de la evaluación; y los argumentos que respaldan las conclusiones generales. En cada una de las etapas, así como en la evaluación de la seguridad en general, se deberían documentar argumentos que fomenten la confianza.

7.10. Se deberían documentar de forma adecuada todos los supuestos pertinentes y los resultados de la evaluación. Eso incluye las incertidumbres y los supuestos que se hayan formulado cuando no se dispusiera de datos específicos del emplazamiento. En particular, en la documentación debería quedar claro en qué casos se han formulado supuestos que dependen de que se prevean nuevas medidas de seguridad o de que se mantengan las medidas de seguridad existentes. En caso necesario, se debería indicar el nivel de confianza en los resultados de la evaluación o el margen de seguridad y las medidas futuras.

7.11. Los resultados cuantitativos y cualitativos de la evaluación de la seguridad constituyen la base de la justificación de la seguridad. Estos deberían

complementarse con pruebas y razonamientos que justifiquen la solidez y la fiabilidad de la evaluación de la seguridad y sus supuestos, comprendida información sobre el comportamiento de cada uno de los componentes del sistema, según convenga.

### **Síntesis y conclusiones**

7.12. Una vez detalladas todas las pruebas que respaldan la justificación de la seguridad, se debería desarrollar una sección en que se expongan las pruebas en que se apoyan las conclusiones y recomendaciones. Esta sección de síntesis y conclusiones debería cumplir las funciones siguientes:

- reunir las principales conclusiones de la evaluación de la seguridad;
- destacar las principales pruebas, análisis y argumentos que cuantifican y respaldan la afirmación de que la instalación o la actividad es segura;
- presentar una evaluación de las incertidumbres y los problemas no resueltos y examinar las medidas previstas para resolverlos, y
- presentar declaraciones de confianza que tengan en cuenta pruebas y argumentos adicionales que complementen las conclusiones de la evaluación de la seguridad.

### **Programas y medidas de seguimiento**

7.13. Especialmente cuando la justificación de la seguridad se desarrolle siguiendo un enfoque graduado, es importante situar cada revisión de la justificación de la seguridad en el contexto del proceso global de desarrollo. Se deberían describir las actividades necesarias para la siguiente etapa de desarrollo de la justificación de la seguridad, como la adquisición de datos adicionales o la mejora prevista de la modelización. Si determinadas actividades solo se pueden llevar a cabo una vez alcanzados puntos de decisión o hitos (por ejemplo, decisiones sobre el emplazamiento de la instalación o la actividad), se debería indicar cuáles son.

### **Rastreabilidad y transparencia de la documentación de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad**

7.14. Independientemente de la estructura que se adopte para la documentación, hay atributos y consideraciones clave que se deberían tener en cuenta a lo largo

de todo el proceso de desarrollo de la documentación. Entre ellos figuran los siguientes:

- Todos los documentos elaborados en el contexto de la justificación de la seguridad, ya sea para la aprobación reglamentaria o con fines de información o de promoción, deberían transmitir un mensaje coherente sobre los problemas de seguridad. Dicho de otro modo: el mensaje debería seguir siendo el mismo y no modificarse para cumplir las expectativas de un público concreto. Los mensajes que figuran en los documentos anexos y el material promocional siempre deberían estar en consonancia con la documentación principal de la justificación de la seguridad<sup>6</sup>.
- La documentación principal de la justificación de la seguridad debería proporcionar información suficiente para que los argumentos clave de seguridad y las pruebas que los respaldan se puedan comprender con claridad.
- La documentación debería mostrar que la justificación de la seguridad se basa en pruebas y argumentos científicos sólidos mediante la utilización de la experiencia y los análisis técnicos establecidos.
- La documentación debería estar redactada con claridad y en ella se deberían reconocer las incertidumbres y las limitaciones, así como sus implicaciones para la seguridad.
- La documentación debería estar bien estructurada y ser transparente y rastreable.
- La documentación debería ser transparente, de modo que las partes interesadas puedan acceder fácilmente a la información, al ser esta clara y comprensible y presentarse con claridad la justificación y los fundamentos de los principales supuestos.
- La documentación debería permitir rastrear los procedimientos seguidos y las decisiones principales adoptadas en el desarrollo de la instalación o la actividad y de la justificación de la seguridad. Eso debería incluir mostrar la manera en que se proponen medidas y programas de seguimiento en las etapas iniciales para confirmar los supuestos formulados o la manera en que se han tratado o se seguirán tratando las incertidumbres no resueltas. También se debería mostrar la manera en que se han documentado y registrado las decisiones clave incluyendo un sistema de referencias claro.
- La metodología de la evaluación de la seguridad debería estar bien estructurada y ser transparente y rastreable. Debería permitir al órgano

---

<sup>6</sup> La necesidad de coherencia no impide hacer hincapié en argumentos diferentes en función del público, pues las personas de distintas procedencias tal vez encuentren convincentes diferentes argumentos.

regulador y a otros examinadores técnicos seguir la lógica y comprender fácilmente los supuestos utilizados en la evaluación y, cuando se desee, reproducir los resultados de la evaluación. La evaluación debería ofrecer una descripción completa de los métodos prácticos utilizados para detectar y reducir las incertidumbres y para determinar los supuestos y las incertidumbres que más repercuten en la seguridad.

7.15. La documentación de la justificación de la seguridad se debería actualizar periódicamente según un plan sistemático. El explotador debería aplicar controles adecuados al proceso de aprobación de la documentación de la justificación de la seguridad y a las actualizaciones del conjunto de datos y valores de parámetros, modelos, escenarios y códigos informáticos en que se basa la justificación de la seguridad y que se utilizan en la evaluación de la seguridad. Los documentos solo se deberían someter a procesos formales de examen cuando hayan alcanzado la madurez necesaria.

7.16. Las observaciones que figuran a continuación están relacionadas con la transparencia y la rastreabilidad de la evaluación de la seguridad:

- Se debería estructurar y presentar con claridad la metodología de evaluación, y se deberían presentar con claridad los supuestos y sus fundamentos. Se deberían utilizar métodos bien definidos y documentados para determinar características y procesos, diseñar ensayos y experimentos y determinar los instrumentos necesarios, interpretar los resultados de los ensayos, construir modelos conceptuales y analizar y evaluar los modelos.
- Se debería procurar que haya coherencia entre los supuestos, así como en la escala de valores de los parámetros respecto de los cuales son apropiados los supuestos.
- Debería haber coherencia entre todas las etapas de la evaluación de la seguridad, así como con los objetivos y el enfoque principales de cada etapa de la evaluación de la seguridad.
- La evolución de la evaluación de una iteración a la siguiente debería ser transparente para las partes interesadas (por ejemplo, se deberían explicar los nuevos datos o los motivos para cambiar componentes del modelo conceptual o matemático), a fin de no dar la impresión de que se está manipulando la evaluación para obtener resultados más favorables.
- Se debería fomentar la confianza seleccionando una metodología de evaluación que sea compatible con la experiencia y las orientaciones internacionales.

- Se debería elaborar un conjunto formal de procedimientos del sistema de gestión, y se deberían aportar pruebas de que se han aplicado esos procedimientos.
- Como parte de los procedimientos del sistema de gestión, se debería establecer y mantener un sistema exhaustivo para registrar información detallada sobre todos los aspectos de la instalación o la actividad y su justificación de la seguridad, incluida la evaluación de la seguridad.
- Se deberían proporcionar referencias precisas y directas a la bibliografía apropiada.

7.17. Las distintas partes interesadas tendrán intereses diferentes y examinarán con más detenimiento los argumentos de la justificación de la seguridad que estén más relacionados con sus intereses y preocupaciones. Por consiguiente, los niveles necesarios de rastreabilidad y transparencia pueden depender de las expectativas de las partes interesadas. Por ejemplo, los examinadores técnicos prestarán mucha atención a los aspectos de la justificación de la seguridad relacionados con la evaluación de la seguridad, mientras que el público en general tal vez tenga más interés en otros argumentos más cualitativos, como los aspectos de gestión. Por ello, una versión simplificada de la documentación de la evaluación de la seguridad podría ser suficiente para el público, mientras que el órgano regulador esperaría información más completa.

7.18. La rastreabilidad exige registrar de forma clara y completa las decisiones adoptadas y los supuestos formulados, así como los modelos, parámetros y datos utilizados para obtener los resultados. Ese registro debería incluir información sobre cuándo se adoptaron las distintas decisiones y se formularon los distintos supuestos y quién las adoptó o los formuló, cómo se aplicaron, qué versiones de las herramientas de modelización se emplearon y cuáles son las fuentes primordiales de los datos, etc. La rastreabilidad exige los niveles más altos de garantía de la calidad. La rastreabilidad implica además que el órgano regulador u otros examinadores técnicos deberían poder reproducir parte o la totalidad de los resultados de la evaluación a partir de la documentación de la evaluación de la seguridad. La rastreabilidad aumentará considerablemente si la justificación de la seguridad se presenta en un conjunto de documentos estructurados jerárquicamente.

7.19. Para garantizar la rastreabilidad de la evaluación de la seguridad, se deberían tener en cuenta las cuestiones siguientes:

- Se debería poder rastrear hasta su fuente toda la información que integre la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad. Las fuentes

de información pueden ser registros de observaciones, mediciones, trabajos de investigación, estudios de modelización, así como decisiones adoptadas y supuestos formulados al desarrollar la justificación de la seguridad. Esas decisiones y supuestos pueden basarse en el juicio de expertos o procesos de objetivación de este, para los que son necesarios procedimientos y documentación adecuados.

- Las expectativas en materia de rastreabilidad dependen de la persona o la organización que utilice la justificación de la seguridad. En la justificación de la seguridad destinada al examen por el órgano regulador, la rastreabilidad debería ser más rigurosa que en un documento destinado al uso interno de la entidad explotadora.
- Si la evaluación de la seguridad se realiza de forma iterativa, se puede tender a citar en las referencias simplemente las decisiones tomadas en una iteración anterior de la evaluación de la seguridad (es decir, “autocitas”). El examinador puede tener que consultar una serie de documentos hasta encontrar el origen de un supuesto, el valor de un parámetro o una decisión, lo cual puede llevar mucho tiempo. Además, las advertencias y limitaciones respecto de la labor incluidas en las referencias primarias pueden perderse o diluirse con la repetición posterior. Eso puede hacer que se reduzca la confianza del examinador en el explotador y, en consecuencia, en la seguridad de la instalación o la actividad. Las referencias primarias se deberían citar directamente, y cada iteración de la documentación debería posibilitar la evaluación directa de su rastreabilidad.
- Se deberían evitar las referencias a informes de la literatura “gris” o a documentos clasificados o de propiedad industrial. Se deberían evitar las autocitas, salvo cuando remitan a una referencia primaria accesible. Si el examinador no pudiera consultar las referencias citadas, se rompería la cadena de rastreabilidad.
- La necesidad de mantener intacta la cadena de rastreabilidad hasta las fuentes primarias de información suele dar lugar a documentos voluminosos y difíciles de leer. Por lo tanto, tal vez haya que encontrar un término medio entre rastreabilidad y transparencia. El equilibrio óptimo entre ambas solo se puede decidir en cada situación particular.

## EMPLEO DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

7.20. La justificación de la seguridad se puede emplear para varios fines en función de la etapa del diseño, la construcción, la explotación, la parada y la clausura en que se encuentre la instalación o la actividad. Por ejemplo, en una etapa inicial, las evaluaciones de la seguridad se deberían emplear para comparar

distintas opciones y valorar su viabilidad. Posteriormente, la justificación de la seguridad se debería emplear como base del proceso de concesión de licencias y para que se establezcan límites y condiciones de explotación adecuados. En todo momento, la justificación de la seguridad se debería adaptar en función de la etapa de la vida útil de la instalación (véase la sección 5). En los párrafos que figuran a continuación se analizan más detenidamente las principales maneras de emplear la justificación de la seguridad.

### **Concesión de licencias**

7.21. La justificación de la seguridad desempeña una de sus funciones principales en el proceso de solicitud y aprobación de licencias. El órgano regulador puede exigir que la justificación de la seguridad se examine en distintas etapas del proceso de concesión de licencias, incluidas las de aprobación para la construcción, la explotación y la parada de la instalación, y siempre que se produzcan cambios importantes en la instalación o la actividad. En otros casos, la licencia podría abarcar todas las etapas del ciclo de vida de la instalación. La justificación de la seguridad también se debería actualizar periódicamente para reflejar la información nueva que se haya obtenido de conformidad con los requisitos reglamentarios.

7.22. En el caso de las instalaciones y actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final ubicadas dentro de otras instalaciones que se explotan con otros fines, como centrales nucleares o plantas de reprocesamiento de combustible gastado, la licencia para la instalación o la actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final se podrá conceder en el marco del procedimiento de concesión de licencias de la otra instalación.

### **Construcción y puesta en servicio**

7.23. Al realizar la evaluación de la seguridad, se formularán una serie de supuestos en relación con el diseño, la construcción, la puesta en servicio, la explotación y la clausura de la instalación. Es importante que esos supuestos se cumplan en la práctica. La instalación se debería construir según el diseño evaluado, y las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad deberían someterse a ensayos de puesta en servicio para demostrar que se comportan según lo previsto.

## **Explotación**

7.24. Los procedimientos operacionales de la instalación se deberían elaborar para garantizar que la instalación se explotará según las especificaciones de diseño. Se debería evaluar si son adecuados como parte del proceso general de evaluación de la seguridad.

7.25. Se debería establecer y mantener un procedimiento formal de control de las modificaciones que garantice que todos los cambios propuestos de la instalación o las operaciones propuestas no se salgan de los procedimientos evaluados. También podría llevarse a cabo una evaluación adicional para demostrar la aceptabilidad de una modificación.

## **Monitorización**

7.26. La justificación de la seguridad se debería emplear al evaluar las vías de exposición potencial y al establecer y examinar el programa de monitorización ambiental del emplazamiento y la zona circundante. Se deberían establecer programas de monitorización ambiental con fines de vigilancia para verificar que la instalación o la actividad se comporta según lo previsto y que cada componente cumple su función de seguridad.

## **Controles de gestión**

7.27. La justificación de la seguridad se debería emplear para establecer la combinación necesaria de controles de gestión (que abarquen, por ejemplo, la garantía de la calidad, el mantenimiento, los ensayos de vigilancia, la enseñanza y capacitación del personal, la preparación para emergencias, la protección radiológica, el mantenimiento de registros y la seguridad industrial) para garantizar que el diseño, la construcción, la explotación, la parada y la clausura de la instalación o la realización de la actividad se lleven a cabo de forma segura. Los controles de gestión también deberían contemplar la dispensa y la descarga de materiales.

# **8. PROCESO DE EXAMEN REGLAMENTARIO**

8.1. El proceso de adopción de decisiones reglamentarias puede implicar a uno o varios órganos reguladores y también puede ser examinado por el público y otras

partes interesadas. La credibilidad del proceso aumenta si el órgano regulador adopta un enfoque coordinado para que las partes interesadas observen que las decisiones reglamentarias se basan en un examen minucioso y exhaustivo de la justificación de la seguridad preparada por el explotador y presentada al órgano regulador para su aprobación. El examen se debería llevar a cabo en consonancia con los planes para el proceso de examen reglamentario y con los requisitos establecidos en la referencia [14] y las recomendaciones formuladas en la referencia [31]. En las secciones que figuran a continuación se examinan algunos elementos importantes del proceso de examen reglamentario de la justificación de la seguridad y de la evaluación de la seguridad de instalaciones y actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final.

## OBJETIVOS Y ATRIBUTOS DEL PROCESO DE EXAMEN REGLAMENTARIO

8.2. Al establecer los objetivos del examen de la justificación de la seguridad y de la evaluación de la seguridad que llevará a cabo el órgano regulador, se debería tener en cuenta el estado de la instalación (por ejemplo, si la instalación se ha propuesto, está en desarrollo, se está explotando o reevaluando o está cerrada) y el contexto conexo de la evaluación de la seguridad.

8.3. En general, con el examen reglamentario se pretende verificar que la instalación o la actividad no tendrá consecuencias adversas inaceptables para la salud o la seguridad humanas o para el medio ambiente, tanto en la actualidad como en el futuro. Para ello, el proceso de examen reglamentario suele tener los objetivos siguientes:

- determinar si la evaluación de la seguridad se ha desarrollado a un nivel aceptable (en cuanto a su calidad y al grado de detalle y la profundidad de los conocimientos demostrados) y si es adecuada para los fines previstos;
- verificar que la justificación de la seguridad y los supuestos en que se basa esta cumplen los principios aceptados de gestión de desechos radiactivos y los requisitos y expectativas reglamentarios, o están en consonancia con ellos;
- determinar si la justificación de la seguridad proporciona una base adecuada para demostrar que la instalación propuesta se explotará de forma segura o que la actividad propuesta se llevará a cabo de forma segura, en particular indicando los límites, condiciones y controles que se deberán aplicar para contribuir a que la explotación de la instalación o la realización de la actividad se lleve a cabo en condiciones de seguridad;

- verificar que se han indicado y abordado medidas pertinentes para mitigar los efectos potenciales poco probables y que se han elaborado planes de seguimiento adecuados para llevarlas a la práctica;
- determinar si se han indicado con claridad las cuestiones que el órgano regulador exige que aborde el explotador, y
- determinar los problemas no resueltos y verificar que se han elaborado planes para resolverlos.

8.4. Para facilitar la evaluación de la justificación de la seguridad respecto de los objetivos primarios del examen reglamentario, con frecuencia se especifican una serie de objetivos secundarios, que deberían incluir evaluar si la justificación de la seguridad:

- se ha desarrollado en un contexto adecuado;
- es suficientemente completa, habida cuenta del estado del programa de gestión de desechos y de la instalación o la actividad examinada, y está en consonancia con las actividades previstas;
- presenta los datos y la información con suficiente transparencia, y ha sido preparada por personal competente que aplica un sistema de gestión adecuado que genera confianza en la calidad de la evaluación de la seguridad llevada a cabo por el explotador;
- se basa en supuestos apropiados y utiliza técnicas y modelos de evaluación adecuados, y contiene argumentos satisfactorios que respaldan la adopción de esos supuestos y valores de los parámetros y el uso de los modelos;
- demuestra que la instalación o la actividad se conoce de forma adecuada, lo que incluye determinar y preseleccionar los peligros y escenarios conexos, de manera que se aborden adecuadamente todas las funciones de seguridad pertinentes y todas las preocupaciones potenciales en materia de seguridad;
- describe de forma clara cómo se llevaron a cabo la definición, el establecimiento, la justificación y la optimización de las medidas de seguridad (de procedimiento o de ingeniería) y los límites, controles y condiciones, y que se ha previsto una defensa en profundidad adecuada;
- indica de forma clara las incertidumbres relacionadas con el conocimiento de la explotación y el comportamiento de la instalación o la realización de la actividad, así como con los datos de entrada y los modelos utilizados en las evaluaciones, y las trata de forma adecuada;
- proporciona una evaluación adecuada y la justificación complementaria de que se ha optimizado la protección y los riesgos son tan bajos como sea razonablemente posible, y de que se previenen los accidentes, se han definido las medidas de protección adecuadas y las consecuencias de los accidentes se mitigarán de forma apropiada;

- incluye un examen adecuado de la justificación y la optimización de las medidas correctivas correspondientes a las instalaciones existentes, si procede;
- implementa de forma adecuada el enfoque graduado respecto de los requisitos aplicados a la justificación de la seguridad de la instalación o la actividad;
- contempla todos los factores pertinentes del sistema de gestión que deben aplicarse para la selección de un emplazamiento, la construcción, la puesta en servicio, la explotación y la parada de la instalación, según proceda (por ejemplo, auditorías, verificación y validación internas y externas; empleo de personal debidamente cualificado y experimentado; capacitación; control de los procesos externalizados; aplicación de conclusiones y recomendaciones);
- contempla la planificación adecuada de medidas de preparación para emergencias;
- contempla la planificación adecuada de medidas de vigilancia y mantenimiento;
- demuestra que al desarrollar el diseño de la instalación o la actividad se han utilizado buenas prácticas de ingeniería con una defensa en profundidad adecuada, y
- define un programa para el desarrollo futuro de la justificación de la seguridad de la instalación o la actividad.

8.5. Entre los puntos pertinentes que se deberían considerar al definir los objetivos y el alcance del examen figuran los siguientes:

- los problemas de seguridad importantes para el emplazamiento;
- la amplitud de la información sobre seguridad facilitada por el desarrollador o el explotador, y los recursos de que dispone el órgano regulador para evaluar la información;
- si en el examen solo se considerará el impacto radiológico sobre los seres humanos o si también se considerarán otros efectos, por ejemplo, los relacionados con los materiales de desecho peligrosos;
- si en el examen se considerará el impacto para el público, los trabajadores y las especies no humanas, además del impacto ambiental global de la instalación o la actividad;
- en qué partes de la documentación de la justificación de la seguridad debería concentrarse el examen, y
- el empleo que se dará a los resultados del examen reglamentario, por ejemplo, si se utilizarán como parte de las comunicaciones sobre la concesión de licencias entre el explotador y otras partes interesadas, para

la concesión de licencias a la instalación o para establecer condiciones respecto de una instalación existente.

8.6. Hay una serie de atributos clave que influyen en la calidad y los resultados de un examen reglamentario. Entre ellos figuran los siguientes:

- Los requisitos y expectativas del órgano regulador, así como los criterios que se usarán para evaluar la seguridad, se deberían definir con claridad en las etapas iniciales del proceso. La exhaustividad y la calidad de la justificación de la seguridad y de la evaluación de la seguridad suelen depender de la claridad de los requisitos reglamentarios y de las expectativas y el enfoque del órgano regulador. En el anexo II figura una lista de comprobación a modo de ejemplo de los aspectos que es probable que revistan importancia en el examen reglamentario.
- En el proceso de examen reglamentario no debería haber conflictos de intereses, y durante dicho proceso el grupo de examinadores no debería dejarse influir de forma indebida por consideraciones internas y externas que queden fuera del alcance y el mandato del examen. Los encargados de adoptar decisiones deberían tener en cuenta esas consideraciones en el contexto más amplio de la justificación de la seguridad, junto con las constataciones del examen reglamentario.
- El proceso de examen reglamentario debería estar estructurado y ser rastreable, y se deberían definir con claridad las funciones y responsabilidades y los procesos de adopción de decisiones.
- El órgano regulador debería disponer de personal que tenga conocimientos especializados y experiencia práctica en la evaluación de la seguridad de instalaciones de gestión de desechos radiactivos, y debería contar con expertos a nivel interno o bien debería tener acceso a especialistas en todas las disciplinas necesarias para la evaluación (véase la ref. [14]).
- El examen reglamentario se debería llevar a cabo utilizando un nivel de recursos acorde con el nivel de complejidad de la justificación de la seguridad y los riesgos potenciales asociados a la instalación o la actividad examinada.
- La comunicación entre el explotador y el órgano regulador debería mantenerse a lo largo de todos los procesos de examen reglamentario.
- El proceso de examen reglamentario debería incluir un marco de consulta con las partes interesadas, con etapas de consulta, un reglamento y procesos de toma de decisiones bien definidos. La credibilidad de este proceso puede aumentar si en ese marco se incluyen formas de examinar los avances y el resultado del proceso de examen.

- En el proceso de examen se debería velar por que se documenten los fundamentos y el juicio sobre si los argumentos presentados en la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad están o no respaldados de forma adecuada por la ciencia y la tecnología subyacentes, y si esos argumentos están en consonancia con los requisitos y expectativas reglamentarios.

## GESTIÓN DEL PROCESO DE EXAMEN

8.7. La gestión del examen de una justificación de la seguridad se debería tratar en sí misma como un proyecto, al que se aplican los principios normalizados de la buena gestión de proyectos (véase la sección 3). En función de la envergadura del examen, tal vez sea necesario crear un grupo de personal que se dedique específicamente a llevarlo a cabo. El órgano regulador puede realizar el examen reglamentario con o sin el apoyo de organizaciones externas, pero los resultados del examen son responsabilidad del órgano regulador, que debería asumirlos como propios.

8.8. El órgano regulador debería establecer requisitos, orientaciones y expectativas reglamentarios claros y coherentes sobre las evaluaciones de la seguridad en una fase inicial del proceso. Debería existir un proceso regulador bien definido que incluya puntos de decisión apropiados y se debería garantizar la independencia del proceso de examen reglamentario. El órgano regulador debería disponer de procedimientos bien establecidos y documentados para el proceso de examen.

8.9. La gestión del proceso de examen debería incluir los siguientes aspectos:

- definir los objetivos y el alcance del examen, así como determinar todos los reglamentos, orientaciones y recomendaciones nacionales e internacionales que se aplican al desarrollo de la justificación de la seguridad;
- elaborar un plan de examen que indique las tareas de examen y aborde otros temas relevantes;
- constituir un grupo de examen integrado por personal competente que tenga los conocimientos especializados y la experiencia necesarios para llevar a cabo el examen;
- definir el calendario del proyecto y asignar recursos a la realización de las tareas correspondientes, lo que incluye considerar la realización del examen si los recursos son limitados en una etapa posterior;

- definir las responsabilidades de los miembros del grupo de examen y garantizar que reciban la capacitación y la orientación adecuadas sobre los métodos de examen;
- coordinar la realización de las tareas de examen y garantizar que haya suficiente comunicación entre los miembros del grupo de examen;
- detectar, en una etapa temprana del examen, cualquier aspecto de las orientaciones reglamentarias que sea importante para la toma de decisiones reglamentarias, pero que pueda no estar claro o pueda interpretarse de diferentes maneras;
- establecer un proceso formal para detectar problemas que deba resolver el explotador, y un mecanismo para hacer un seguimiento del examen y la resolución posteriores de los problemas;
- coordinar la comunicación con el explotador de la instalación y con otras partes interesadas durante el proceso de examen;
- estudiar e integrar los documentos generados en el proceso de examen, y
- sintetizar, documentar y comunicar las constataciones del examen.

8.10. Los procedimientos de examen aplicados deberían posibilitar que el órgano regulador verifique que el examen de la justificación de la seguridad ha sido realizado por examinadores competentes, y se ha registrado de manera rastreable y auditable. Los procedimientos específicos del proyecto deberían incluir enfoques estructurados para documentar las observaciones de examen, para especificar la competencia requerida, para especificar las responsabilidades y tareas en el examen, para registrar el estado de las observaciones del examen y para tratar los casos en los que surjan opiniones u observaciones de examen diferentes o contrapuestas sobre la justificación de la seguridad. Tal vez sean necesarios procedimientos adicionales si el examen incluye tareas, como auditorías o cálculos independientes, realizadas por el órgano regulador.

8.11. Para cada examen reglamentario se necesitará un plan de examen que oriente los aspectos técnicos y de procedimiento. Las orientaciones de procedimiento deberían incluir la forma de documentar las constataciones del examen. Las orientaciones técnicas deberían incluir los criterios para juzgar determinados aspectos de la justificación de la seguridad. El plan de examen puede servir como modelo para elaborar el plan de examen para proyectos concretos.

8.12. En la medida de lo posible, el grupo de examen reglamentario debería tener las características siguientes:

- un conjunto de conocimientos especializados adecuados para el examen, incluida experiencia práctica en los ámbitos más importantes para la justificación de la seguridad concreta que se esté examinando;
- experiencia en la realización de exámenes relacionados con justificaciones de la seguridad;
- conocimiento del contexto del examen que se va a realizar (por ejemplo, conocimiento de la instalación o la actividad y de los reglamentos que rigen su autorización);
- amplios conocimientos de las prácticas y programas de gestión de desechos, tanto nacionales como de otros Estados;
- estar integrado por personas cuyas constataciones sean consideradas creíbles por las partes interesadas;
- ser independiente del explotador, y
- estar integrado por personas que no hayan participado en el desarrollo de la justificación de la seguridad que se vaya a examinar ni en ninguna labor complementaria, y que no hayan participado directamente en la gestión, la financiación o la explotación de la instalación o en la gestión, la financiación o la realización de la actividad.

## USO DE UN ENFOQUE GRADUADO POR EL ÓRGANO REGULADOR

8.13. Se debería seguir un enfoque graduado en lo que respecta al grado de detalle y el alcance del examen reglamentario de una justificación de la seguridad. Al adoptar decisiones sobre la profundidad y la amplitud del proceso de examen se debería tener en cuenta lo siguiente:

- la probabilidad y la magnitud de la exposición de los trabajadores o los miembros del público resultante de procesos planificados, o de incidentes operacionales previstos o accidentes;
- la complejidad, la importancia para la seguridad y el grado de sofisticación de los procesos propuestos;
- aspectos relacionados con el explotador (por ejemplo, el historial de resultados del explotador y su experiencia pertinente en el diseño o la explotación de la instalación o la actividad o de otras instalaciones o actividades similares, y en el desarrollo de justificaciones de la seguridad; y la complejidad de la organización);

- la experiencia pertinente en instalaciones o actividades similares (nacionales e internacionales);
- el alcance de la instalación o la actividad evaluada (por ejemplo, una etapa de un proyecto de mayor tamaño, un solo proyecto de gran tamaño o una modificación), y
- preocupaciones técnicas o en materia de seguridad de otras autoridades competentes.

8.14. Para facilitar la aplicación del enfoque graduado, el órgano regulador debería considerar la posibilidad de establecer un conjunto de criterios de preselección deterministas para categorizar las instalaciones o actividades en función de su importancia para la seguridad, según los criterios enumerados en el párrafo 8.13.

## REALIZACIÓN DEL EXAMEN Y COMUNICACIÓN DE LAS CONSTATAIONES

8.15. Un examen reglamentario puede tener hasta cuatro etapas, en función de la complejidad de la justificación de la seguridad y de las circunstancias preexistentes:

- a) Una etapa inicial, previa a la recepción de cualquier documento del desarrollador o el explotador, en la que debería llevarse a cabo la planificación inicial del examen. Para ello, normalmente se celebrarían reuniones con el desarrollador o el explotador con el fin de llegar a un entendimiento sobre la amplitud de la información que se facilitará.
- b) Una etapa de examen inicial, durante la cual el órgano regulador hará una evaluación inicial de los documentos presentados para valorar la exhaustividad de la justificación de la seguridad y la disponibilidad de documentos de apoyo, y para determinar de forma preliminar las cuestiones más importantes para la seguridad (por ejemplo, para basar el examen en el conocimiento de los riesgos). Al evaluar la exhaustividad de la justificación de la seguridad se debería comprobar que la información presentada cumple todas las expectativas del órgano regulador en relación con la justificación de la seguridad. La comprobación se documentará, y se deberían preparar una serie de observaciones de examen detalladas, para lo cual se puede necesitar información adicional. El órgano regulador debería examinar y evaluar toda la información adicional proporcionada por el desarrollador o el explotador en respuesta a las observaciones de examen.

- c) Una etapa principal de examen técnico a la que se dedicará la mayor parte de la labor. Eso debería incluir la elaboración de observaciones de examen detalladas, y puede incluir la evaluación de la información adicional proporcionada por el desarrollador o el explotador en respuesta a las observaciones.
- d) Una etapa de finalización, en la que se deberían formular las principales conclusiones del examen y utilizarlas como base del proceso de adopción de decisiones.

8.16. Además de la evaluación de la documentación presentada por el explotador, en el examen reglamentario de la justificación de la seguridad puede ser necesaria la inspección de la instalación o la actividad, si ya existe, con el fin de verificar la exactitud de la justificación de la seguridad en tanto que descripción de la instalación y sus características operacionales.

8.17. La etapa de finalización del examen incluirá la elaboración de un informe final de examen. No existe una sola forma correcta de organizar y presentar dicho informe, y cada uno se deberá adaptar inevitablemente al examen concreto. El órgano regulador debería considerar la posibilidad de incluir en el informe final de examen lo siguiente:

- los antecedentes del examen, incluida información resumida sobre el emplazamiento, el marco regulador en que se realizó el examen, la finalidad del examen, el enfoque del examen y el proceso de examen seguido;
- las principales constataciones del examen relativas a cuestiones generales, como la estrategia de seguridad, el contexto, el enfoque y los resultados de la justificación de la seguridad y de la evaluación de la seguridad, el tratamiento de las incertidumbres (en escenarios, modelos, parámetros), la gestión y la optimización de los riesgos, los límites y condiciones apropiados, y el programa para el desarrollo futuro de la justificación de la seguridad;
- las principales constataciones del examen relativas a sus esferas técnicas principales, como la caracterización y la modelización de los inventarios de desechos y los flujos de desechos, teniendo en cuenta aspectos relacionados con la ingeniería, la química, la geología, la hidrogeología, el clima y la biosfera;
- las principales constataciones del examen sobre el cumplimiento de los criterios y orientaciones reglamentarios principales;
- las conclusiones del examen relativas a las cuestiones que se deben considerar en la concesión de licencias o autorizaciones, como la información adicional que debe proporcionar el desarrollador o el

explotador, la revisión de la labor de la evaluación de la seguridad, la monitorización y otros controles del emplazamiento o de los desechos, las restricciones con respecto al inventario de desechos, la gestión de los riesgos y los criterios de aceptación de desechos;

- una lista de problemas e incertidumbres no resueltos;
- una lista de referencias, que incluya los documentos considerados en el examen, y los informes de examen subyacentes que respaldan el informe final de examen, e
- información apropiada para demostrar la credibilidad de los miembros del grupo de examen.

En el anexo III figura un modelo de informe de examen reglamentario.

8.18. Al documentar las observaciones y evaluaciones del examen, se debería garantizar lo siguiente:

- Se debería resumir brevemente el enfoque adoptado en la evaluación de la seguridad y los resultados de dicho enfoque y se deberían facilitar referencias específicas a la información.
- Todas las observaciones importantes y su fundamento se deberían exponer con claridad utilizando un formato estándar, y se debería asignar a cada observación un identificador único para facilitar las referencias cruzadas.
- Se debería señalar la importancia de la observación para la seguridad, el conocimiento de los sistemas o el control de la instalación.
- Se deberían formular con claridad recomendaciones sobre las medidas necesarias para resolver las cuestiones señaladas en las observaciones de examen, y cada recomendación se debería justificar.



## REFERENCIAS

- [1] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *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] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 4, OIEA, Viena, 2010.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Almacenamiento del combustible nuclear gastado, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSG-15, OIEA, Viena, 2018.
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Análisis determinista de seguridad para centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSG-2, OIEA, Viena, 2012.
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación de la seguridad para la clausura de instalaciones que utilizan materiales radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° WS-G-5.2, OIEA, Viena, 2012.
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012).*
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSG-1, OIEA, Viena, 2015.
- [9] 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, 2013.
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° RS-G-1.7, OIEA, Viena, 2007.
- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° WS-G-2.3, OIEA, Viena, 2007.
- [12] Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, INFCIRC/546, OIEA, Viena, 1998.

- [13] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: normas básicas internacionales de seguridad – Edición provisional, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3 (Interim)*, OIEA, Viena, 2011.
- [14] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad, Colección Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1*, OIEA, Viena, 2010.
- [15] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Seguridad de las centrales nucleares: puesta en servicio y explotación, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-2/2*, OIEA, Viena, 2012.
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-5*, OIEA, Viena, 2012.
- [17] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clausura de instalaciones que utilizan material radiactivo, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-5*, OIEA, Viena, 2010.
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Liberación de los emplazamientos del control reglamentario después de la finalización de las prácticas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-5.1*, OIEA, Viena, 2010.
- [19] 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.
- [20] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 2009, Publicación ICRP 103*, Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - EDICOMPLET, S.A. - Madrid (1995).
- [21] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Radiological Protection Policy for the Predisposal of Radioactive Waste, Publication 77*, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [22] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Radiation Protection Recommendations as Applied to the Predisposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, Publication 81*, Pergamon Press, Oxford and New York (2000).
- [23] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection, Publication 101*, Pergamon Press, Oxford and New York (2006).
- [24] Sistema de Salvaguardias del Organismo, INFCIRC/66/Rev.2, OIEA, Viena, 1968.
- [25] Modelo de Protocolo Adicional al (a los) Acuerdo(s) entre el (los) Estado(s) y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias, INFCIRC/540 (Corregido), OIEA, Viena, 1997.
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Safety Assessment Methodologies for Near Surface Predisposal Facilities, ISAM, Vol. 1 — Review and enhancement of safety assessment approaches and tools, Vol. 2 — Test cases*, IAEA, Vienna (2004).

- [27] 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.
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste*, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.3, IAEA, Vienna (2008).
- [29] ENVIRONMENT AGENCY AND SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY, *Guidance for the Environment Agencies' Assessment of Best Practicable Environmental Option Studies at Nuclear Sites*, UK (2004).
- [30] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Glosario de seguridad tecnológica del OIEA: terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica, Edición de 2007*, OIEA, Viena, 2007.
- [31] 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).



## Anexo I

### EJEMPLOS DE PELIGROS Y SUCESOS INICIADORES

I-1. La finalidad de este anexo es definir los sucesos iniciadores postulados correspondientes a las instalaciones de gestión de los desechos previa a la disposición final y demostrar, mediante dos ejemplos, el desarrollo de un escenario de exposición. Debido a la singularidad de cada instalación y a las diferencias existentes en cuanto a las condiciones operacionales y los niveles de competencia de los explotadores, los escenarios de exposición deben adaptarse a cada instalación.

#### DETECCIÓN DE SUCESOS INICIADORES POSTULADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

I-2. El proceso de una evaluación de la seguridad consta de distintas etapas para valorar los peligros asociados a la explotación de una instalación. Se deben indicar los diversos controles existentes para gestionar el riesgo asociado a la explotación de la instalación en condiciones normales de funcionamiento, así como en condiciones de accidente, a fin de demostrar que los trabajadores y los miembros del público están protegidos.

I-3. La evaluación de la seguridad correspondiente al funcionamiento normal debe abordar todas las condiciones de la instalación en que los sistemas y los equipos funcionan según lo previsto. Eso incluye todas las etapas de la explotación para las que se haya diseñado la instalación durante el funcionamiento normal y el mantenimiento a lo largo de la vida útil, así como las repercusiones que tienen las desviaciones o variaciones en el material (material de alimentación, material básico, etc.) sobre el funcionamiento normal. Las desviaciones o variaciones pueden dar lugar a un suceso iniciador postulado, que se puede detectar utilizando diversos métodos. Algunos, como el análisis del tipo “¿qué ocurriría si...?”, los análisis de peligros y operabilidad (HAZOP) y el análisis de modos y efectos de fallo (FMEA), se utilizan ampliamente para detectar posibles secuencias de accidente. A continuación, se puede aplicar el análisis del árbol de fallos, el análisis del árbol de sucesos, el análisis de causas y consecuencias y el análisis de fiabilidad humana para analizar en profundidad accidentes específicos que se hayan detectado utilizando los otros métodos mencionados.

I-4. Los sucesos iniciadores postulados suelen agruparse, y los de cada grupo deben evaluarse para determinar cuáles son los sucesos limitadores. A continuación se puede indicar cuáles son los sucesos seleccionados para su análisis posterior. Entre ellos se encuentran aquellos cuyas consecuencias potenciales delimitan todos los demás sucesos iniciadores postulados del grupo.

I-5. Los requisitos de seguridad (de diseño y operacionales) deben aplicarse de forma más estricta a las instalaciones que plantean más peligro, y viceversa. Según este enfoque graduado, las instalaciones del ciclo del combustible y las instalaciones de tratamiento de desechos radiactivos no están obligadas a cumplir los requisitos de defensa en profundidad en la misma medida que una central nuclear.

## DEFINICIONES

I-6. Suceso externo: Todo suceso no relacionado con la explotación de una instalación o con la realización de una actividad que podría incidir en la seguridad tecnológica de la instalación o la actividad. En relación con las instalaciones nucleares pueden citarse como ejemplos habituales de sucesos externos los terremotos, tornados, maremotos o el impacto de un avión [I-1].

I-7. Suceso iniciador postulado: Suceso definido durante el diseño como capaz de dar lugar a incidentes operacionales previstos o a condiciones de accidente. Las causas principales de un suceso iniciador postulado pueden ser fallos de equipo creíbles y errores del operador (tanto en la instalación como fuera de ella), sucesos naturales o provocados por las personas [I-1].

## EVALUACIÓN DE CADA SECUENCIA DE SUCESOS

I-8. Se debe proporcionar información detallada respecto de cada suceso iniciador postulado seleccionado, la cual se puede organizar en los epígrafes siguientes:

- a) determinación de las causas;
- b) secuencia de sucesos y funcionamiento de los sistemas;
- c) análisis de transitorios y análisis de accidentes;
- d) clasificación de los estados de daño;
- e) derivación del término fuente, y
- f) evaluación de las consecuencias radiológicas.

I-9. La amplitud de la información cuantitativa que se debe incluir en cada epígrafe variará en función de los distintos sucesos iniciadores y dependerá de la instalación. En las situaciones en que determinado suceso iniciador postulado no sea limitador, solo es necesario presentar el razonamiento cualitativo que dio lugar a esa conclusión, haciendo referencia a la sección en que se presenta una evaluación del suceso iniciador postulado limitador. Además, en el caso de los sucesos iniciadores postulados que requieran un análisis cuantitativo, ese análisis tal vez no sea necesario en cada epígrafe; por ejemplo, hay varios sucesos iniciadores postulados que no tienen consecuencias radiológicas o las que tienen son mínimas.

I-10. Respecto de cada suceso evaluado, se debe incluir una descripción de los incidentes que dan lugar al suceso iniciador postulado.

## ALCANCE

I-11. En las publicaciones científicas se han tratado de forma detallada las evaluaciones de la seguridad y la detección de sucesos iniciadores postulados en el caso de las centrales nucleares. Se excluyen de este anexo los sucesos iniciadores postulados posibles correspondientes a las centrales nucleares. Se ofrecen ejemplos de sucesos iniciadores postulados posibles respecto de las instalaciones siguientes:

- instalaciones de almacenamiento (para desechos líquidos y sólidos);
- instalaciones de procesamiento o acondicionamiento (por ejemplo, para hormigonado, inmovilización, petrificación, compactación, incineración, fusión);
- instalaciones de almacenamiento a largo plazo;
- instalaciones de clausura;
- instalaciones del ciclo del combustible nuclear;
- laboratorios, e
- instalaciones en que se procesan materiales radiactivos de origen natural.

## SUCESOS INICIADORES POSTULADOS

I-12. A continuación se enumeran los sucesos iniciadores postulados agrupados en las categorías siguientes: factores naturales externos, factores humanos externos y factores operacionales internos, incluidos los factores generales que

son relevantes para todos los tipos de instalaciones y los factores específicos de un tipo de instalación.

### **Factores naturales externos**

- 1) Condiciones meteorológicas extremas:
  - i) vientos fuertes, polvo, tormentas de arena (que tienen efectos abrasivos o causan daños en la cubierta o las estructuras);
  - ii) ciclones (que causan daños y objetos voladores);
  - iii) tornados;
  - iv) huracanes;
  - v) tsunamis;
  - vi) rayos;
  - vii) nieve;
  - viii) lluvia;
  - ix) sequía;
  - x) temperaturas extremas (que causan calentamiento o congelación);
  - xi) inundaciones;
  - xii) mareas extremadamente altas o bajas;
  - xiii) humedad y alto contenido de sal;
  - xiv) granizo;
  - xv) heladas, y
  - xvi) niebla.
- 2) Condiciones sísmicas.
- 3) Inestabilidad del suelo.
- 4) Deslizamientos gravitatorios (por ejemplo, debido al deshielo).
- 5) Erosión.
- 6) Incendios espontáneos.
- 7) Vulcanismo.
- 8) Fenómenos biológicos (por ejemplo, proliferación de algas u otros organismos marinos, invasión de fauna y flora, y contaminación biológica).

### **Factores humanos externos**

- 1) Explosiones.
- 2) Incendios cuyo origen está en:
  - i) el mar tras el derrame de petróleo de un buque;
  - ii) incendios no controlados de matorrales o pastizales.
- 3) Actividades mineras.
- 4) Proyectiles, fuentes de alta energía procedentes de máquinas y objetos voladores.

- 5) Accidentes aéreos y otras fuentes móviles imprevistas.
- 6) Sabotaje.
- 7) Robo.
- 8) Actividades industriales cercanas (gases tóxicos, corrosión, humo).
- 9) Infraestructura de transporte.
- 10) Actividades militares cercanas.
- 11) Conflictos civiles y guerras.
- 12) Interferencias electromagnéticas (por ejemplo, causadas por una central eléctrica cercana).
- 13) Inundaciones debidas a roturas de presas.

### **Factores operacionales internos generales y específicos**

*Aplicables en general a la mayoría de las instalaciones y actividades*

- 1) Interrupción del suministro eléctrico.
- 2) Interrupción de la ventilación.
- 3) Pérdida de la contención.
- 4) Pérdida del confinamiento.
- 5) Pérdida del control de instrumentos.
- 6) Falta de mantenimiento.
- 7) Fallo del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).
- 8) Interrupción de los servicios públicos (por ejemplo, del agua de refrigeración, del vapor, del aire comprimido).

*Instalaciones de almacenamiento (por ejemplo, instalaciones de almacenamiento de desechos líquidos y sólidos)*

- 1) Aceptación de material que no cumple los criterios o requisitos de aceptación de desechos, lo cual podría tener como consecuencia que los trabajadores se vieran expuestos a niveles inaceptables de radiación, criticidad accidental o reacciones químicas entre materiales incompatibles colocados cerca unos de otros.
- 2) Determinación incorrecta o ausencia de determinación de las características químicas y otras características de desechos en contenedores, lo cual podría tener las consecuencias siguientes:
  - i) presencia de líquidos en un lugar donde solo se permite una matriz sólida;
  - ii) degradación o corrosión de los contenedores a más velocidad que la pérdida de integridad prevista;

- iii) generación y emisión de gases tóxicos;
  - iv) generación de gases (hidrólisis) que da lugar a daños en la matriz;
  - v) variación de la presión debida a una reacción química dentro de los contenedores;
  - vi) un incendio debido a vapores en la superficie del material matriz (por ejemplo, bitumen), y
  - vii) contaminación biológica.
- 3) Interrupción del suministro eléctrico, que podría originar diversos problemas, como interrupción de la ventilación o del transporte de contenedores, que podrían dar lugar tiempos de exposición prolongados.
  - 4) Colisión de vehículos (por ejemplo, carretillas elevadoras que dañan el blindaje, los equipos de seguridad o los contenedores).
  - 5) Pérdida o mal funcionamiento de la instrumentación, que, específicamente en lo que respecta al almacenamiento, podría provocar la pérdida del control de temperatura y el fallo de la monitorización eficaz del aire.
  - 6) Monitorización individual ineficaz.
  - 7) Fallos o poca eficacia en la vigilancia de la seguridad física.
  - 8) Defectos en los instrumentos de calibración, que dan lugar a problemas de garantía de la calidad y de seguridad.
  - 9) Mala gestión de las actividades de mantenimiento.
  - 10) Mal funcionamiento de los equipos de elevación que haga que se caigan o se dejen caer los bultos de desechos.
  - 11) Pérdida del blindaje (que provoca la sobreexposición de los trabajadores).
  - 12) Criticidad por violación de las disposiciones de almacenamiento.
  - 13) Incendio (debido, por ejemplo, a chispas o al consumo de cigarrillos).
  - 14) Inspección incorrecta o frecuencia de inspección inapropiada.
  - 15) Fallo del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).
  - 16) Combustión espontánea de materiales.
  - 17) Falta de control de fenómenos naturales, como la subida de la superficie freática.
  - 18) Interrupción de la ventilación o ventilación insuficiente, lo que podría provocar contaminación interna y contaminación superficial.

*Instalaciones de procesamiento o acondicionamiento (por ejemplo, instalaciones de hormigonado, inmovilización, petrificación, compactación, incineración o fusión)*

- 1) Mezcla insuficiente o incorrecta de los desechos con el material de acondicionamiento.

- 2) Clasificación o caracterización errónea de los desechos, lo que podría dar lugar a lo siguiente:
  - i) la aplicación de un método de procesamiento erróneo (por ejemplo, compactación de desechos que no son compactables);
  - ii) la presencia de humedad o líquido en desechos compactables, y
  - iii) la presencia de humedad o líquido en un lote de fusión, lo que podría provocar una explosión.
- 3) Peligros químicos presentes en los desechos que se van a procesar (por ejemplo, pH no neutralizado antes del procesamiento).
- 4) Medición incorrecta del nivel o la presión, lo que provoca el llenado excesivo o la sobrepresurización de los contenedores de desechos o los equipos.
- 5) Aplicación de un método de procesamiento erróneo (compresión de material que no es compresible).
- 6) Incompatibilidad del material del proceso y el material de construcción.
- 7) Adición de sustancias químicas en una secuencia incorrecta, lo cual causa daños a los equipos (por ejemplo, por zonas críticas o corrosión).
- 8) Adición de sustancias químicas equivocadas (lo que provoca, por ejemplo, una variación del pH en la dirección equivocada, un fundente o una sustancia química errónea, o la descontaminación, la sedimentación o la separación ineficaces).
- 9) Acumulación de material fisible en los equipos (por ejemplo, en forma de sedimentos en el fondo de la cisterna, en el evaporador), lo que podría provocar criticidad.
- 10) Configuración incorrecta del equipo de control de procesos.
- 11) Mal funcionamiento de la instrumentación o de los equipos, que provoca lo siguiente:
  - i) llenado excesivo o insuficiente de los contenedores;
  - ii) incapacidad de monitorizar.
- 12) Avería del equipo de control de procesos (por ejemplo, calefacción, refrigeración, control de la presión).
- 13) Selección incorrecta de los desechos (por ejemplo, selección incorrecta de los desechos para embalaje y los desechos para acondicionamiento).
- 14) Composición incorrecta de la materia prima o del material de solidificación, o relación incorrecta entre los materiales de mezcla.
- 15) proyectiles internos (por ejemplo, por explosiones, roturas, derrumbes, caída de cargas, maquinaria rotativa de alta energía).
- 16) Fallo de los sistemas de seguridad, alarmas y sistemas de alerta temprana.
- 17) Fallo del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).
- 18) Incendio.

- 19) Explosiones de polvo.
- 20) Chispas procedentes de equipos en funcionamiento.
- 21) Colisión de vehículos de transporte (por ejemplo, carretillas elevadoras).
- 22) Fallo de los equipos de procesos críticos (por ejemplo, revestimientos del horno de fundición).
- 23) Fallo de los equipos (por ejemplo, grúas aéreas) durante su manipulación.
- 24) Interrupción del suministro de agua.
- 25) Control o gestión inadecuados del envejecimiento de los equipos.
- 26) Inundación interna por rotura de tuberías, que podría provocar criticidad u otros fallos en los equipos.
- 27) Vacíos en la tubería metálica que se va a fundir, lo que provoca un aumento de la presión al fundirse y, posteriormente, explosiones.

#### *Instalaciones de almacenamiento a largo plazo*

- 1) Aceptación de desechos que no cumplen los criterios de aceptación de la instalación, de modo que los escenarios de exposición de los trabajadores y el público dejan de ser válidos.
- 2) Caída o deterioro de los contenedores de desechos durante su manipulación o pérdida del contenido, lo que podría comprometer la contención o el blindaje.
- 3) Contenedores de desechos que no cumplen los requisitos.
- 4) Pérdida, puesta en riesgo o deterioro de los controles de ingeniería.
- 5) Descuido de las inspecciones.
- 6) Derrumbe o daño de las estructuras (por ejemplo, zanjas) durante la descarga de bultos de desechos.
- 7) Fugas en los contenedores de desechos.
- 8) Pérdida del blindaje (por ejemplo, daños en los bidones de hormigón durante el transporte).
- 9) Efectos debidos a condiciones meteorológicas naturales no gestionadas (por ejemplo, erosión tras lluvias fuertes).
- 10) Intrusión de animales, como conejos o ratas, no controlada.

#### *Instalaciones del ciclo del combustible nuclear (por ejemplo, instalaciones de conversión de uranio, de enriquecimiento de uranio o de reprocesamiento de combustible)*

- 1) Criticidad durante el mantenimiento debido a la reordenación del material fisible en una geometría poco segura.
- 2) Sobrepresurización y posible rotura de los equipos al añadir material en una secuencia incorrecta.

- 3) Solidificación del material en las cadenas de procesos (por ejemplo, bloques).
- 4) Inundación interna por rotura de tuberías, que podría provocar criticidad u otros fallos en los equipos.
- 5) Mezcla insuficiente o incorrecta de los materiales.
- 6) Incompatibilidad química del material del proceso y el material de construcción.
- 7) Acumulación de material fisible en los equipos (por ejemplo, en forma de sedimentos en el fondo de la cisterna, en el evaporador), lo que podría provocar criticidad.
- 8) Configuración incorrecta del equipo de control de procesos.
- 9) Mal funcionamiento de la instrumentación o de los equipos, que provoca el llenado excesivo o insuficiente de un contenedor o imposibilita la monitorización.
- 10) Fallo del equipo de control de procesos (por ejemplo, calefacción, refrigeración, control de la presión).
- 11) proyectiles internos (por ejemplo, por explosiones, roturas, derrumbes, caída de cargas, maquinaria rotativa de alta energía).
- 12) Fallo de los sistemas de seguridad, alarmas y sistemas de alerta temprana.
- 13) Incendio.
- 14) Explosiones de polvo.
- 15) Chispas procedentes de equipos en funcionamiento.
- 16) Colisión de vehículos de transporte (por ejemplo, carretillas elevadoras).
- 17) Fallo de los equipos de procesos críticos, que provoca la generación de desechos innecesarios.
- 18) Fallo de los equipos (por ejemplo, grúas aéreas) durante su manipulación.
- 19) Control o gestión inadecuados del envejecimiento de los equipos.

### *Laboratorios*

- 1) Interrupción de la ventilación, que provoca la acumulación de gases asfixiantes o tóxicos.
- 2) Pérdida de la instrumentación, que impide controlar los análisis o da lugar a resultados inexactos.
- 3) Falta de calibración eficaz, que da lugar a datos analíticos de mala calidad (un suceso iniciador postulado en un laboratorio puede dar lugar a un suceso en una instalación de procesamiento si se proporcionan datos incorrectos a la instalación).
- 4) Inundación interna por rotura de tuberías, que podría provocar criticidad u otros fallos en los equipos.
- 5) Pérdida del confinamiento o fugas en la contención.

- 6) Fallo del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).

#### *Instalaciones de clausura*

- 1) Caracterización incorrecta de los desechos, con la consiguiente sobrexposición de los trabajadores, y uso incorrecto del equipo de protección personal.
- 2) Fuentes ocultas de radiación o contaminación no detectadas (por ejemplo, de una fuente de alta radiación o sedimentos en el fondo de una cisterna).
- 3) Mal funcionamiento del equipo de monitorización.
- 4) Interrupción de la ventilación, con la consiguiente dispersión de la contaminación.
- 5) Comprometimiento de las estructuras de contención durante el desmantelamiento de los equipos.
- 6) proyectiles internos (por ejemplo, por explosiones, roturas, derrumbes, caída de cargas, maquinaria rotativa).
- 7) Incendio debido a la aplicación de técnicas de clausura incorrectas (por ejemplo, corte en caliente de materiales inflamables).
- 8) Inundación interna por rotura de tuberías, que podría provocar criticidad u otros fallos en los equipos.
- 9) Criticidad debida al comprometimiento de la matriz de ensamblaje específica de los equipos que se están clausurando.
- 10) Daños en las estructuras (que podrían provocar el derrumbe).
- 11) Equipos envejecidos no detectados.
- 12) Fallo o mal funcionamiento del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).

#### *Instalaciones en que se procesan materiales radiactivos de origen natural*

- 1) Pérdida o deterioro de los controles de ingeniería (por ejemplo, daños en el revestimiento de un dique de colas).
- 2) Pérdida o mal funcionamiento de la instrumentación (por ejemplo, mal funcionamiento de la instrumentación ambiental o de la instrumentación de monitorización).
- 3) Mal funcionamiento de los sistemas que controlan las condiciones ambientales (por ejemplo, sistemas de desagüe).
- 4) Actividades humanas que hacen que se hunda el suelo (por ejemplo, cambios en la infraestructura de un emplazamiento de extracción).

- 5) Fenómenos biológicos no controlados adecuadamente (por ejemplo, daños causados por insectos a los controles de ingeniería o dispersión de la contaminación).
- 6) Efectos debidos a condiciones meteorológicas naturales no gestionadas adecuadamente (por ejemplo, erosión tras lluvias fuertes).
- 7) Fallo del equipo para emergencias (por ejemplo, mal funcionamiento de los extintores).

### **REFERENCIA DEL ANEXO I**

- [I-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Glosario de seguridad tecnológica del OIEA: terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica, Edición de 2007*, OIEA, Viena, 2007.

## Anexo II

### CUESTIONES ESPECÍFICAS PARA EL EXAMEN DE LA JUSTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD POR EL ÓRGANO REGULADOR

#### MARCO LEGISLATIVO Y REGULADOR

##### II-1. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Se ha asignado de forma clara e inequívoca la responsabilidad en materia de seguridad durante todo el proceso de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos? Y, en la documentación presentada, ¿asume el explotador la responsabilidad primordial en materia de seguridad en todo el proceso?
- 2) En los casos en que la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos pueda implicar la transferencia de desechos radiactivos de un explotador a otro, ¿se asigna claramente la responsabilidad en materia de seguridad a lo largo de todo el proceso?
- 3) En caso de transferencia de desechos radiactivos fuera de las fronteras nacionales, ¿se cumple lo dispuesto en el artículo pertinente de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos [II-1]?
- 4) ¿La estrategia de gestión de los desechos previa a la disposición final propuesta por el explotador está en consonancia con la política y la estrategia nacionales de gestión de desechos radiactivos? Y ¿se definen en esa política las opciones preferibles para gestionar los desechos radiactivos?
- 5) ¿Se cumplen todos los requisitos de seguridad aplicables al desarrollo de instalaciones o actividades de gestión de desechos radiactivos? Y ¿se han establecido todos los procedimientos para cumplir los requisitos en las distintas etapas del proceso de concesión de licencias?
- 6) El órgano regulador debe examinar y evaluar la justificación de la seguridad y el impacto ambiental de las instalaciones o actividades de gestión previa a la disposición final preparados por el explotador, tanto antes de la autorización como periódicamente durante la explotación.

## **Proceso regulador**

### II-2. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Tiene en cuenta el explotador adecuadamente la relación existente entre el propio explotador, los órganos reguladores que intervienen en el proceso de concesión de licencias de la instalación y otras partes interesadas que intervienen en el proceso de desarrollo de los requisitos de seguridad y autorizaciones para la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos?
- 2) ¿Conoce el explotador el proceso regulador, especialmente en lo que respecta a las características específicas de la propia instalación del explotador?
- 3) ¿Conoce el explotador los requisitos y criterios específicos elaborados por el órgano regulador relativos a...
  - i) ... la manipulación y el transporte de desechos?
  - ii) ... la aceptación de bultos de desechos para su disposición final?
  - iii) ... cualquier otra cuestión relacionada con la propia instalación del explotador?

## **Preparación de la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad**

### II-3. Cuestiones específicas:

- 1) Respecto de cada etapa del proceso de concesión de licencias de la instalación o la actividad, ¿se preparan y actualizan una justificación de la seguridad y evaluaciones de la seguridad complementarias?
- 2) El órgano regulador debe proporcionar orientaciones al explotador sobre la definición de los puntos finales para el análisis y otra información pertinente sobre los productos necesaria para complementar la solicitud de autorización y servir de base para los procesos de toma de decisiones y de aprobación y control reglamentarios.
- 3) ¿Comprueba el explotador todas las disposiciones que se han adoptado para desarrollar justificaciones de la seguridad en etapas anteriores del desarrollo de la instalación y las tiene en cuenta como base del proceso de toma de decisiones reglamentarias y aprobación?
- 4) A medida que avanza el proyecto, ¿se desarrollan y perfeccionan progresivamente esas justificaciones de la seguridad?

- 5) ¿Tiene el explotador toda la responsabilidad en lo que respecta a desarrollar la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad que se presentarán al órgano regulador para su análisis?

### **Alcance de la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad**

#### II-4. Cuestiones específicas:

- 1) En el marco de la justificación de la seguridad presentada, ¿conoce el explotador todos los aspectos de seguridad del emplazamiento, el diseño de la instalación y los controles de gestión para cumplir los criterios reglamentarios?
- 2) En la justificación de la seguridad presentada, ¿demuestra el explotador que se cumplirán los requisitos de seguridad?
- 3) ¿Demuestra el explotador cómo se emplean los resultados de las evaluaciones de la seguridad para introducir mejoras apropiadas relacionadas con la seguridad en la instalación o la actividad?
- 4) En la justificación de la seguridad, ¿indica el explotador cómo se consideran y justifican el diseño de la instalación, las disposiciones para la gestión operacional y los procesos del sistema que se utilizan para garantizar que se cumplan los objetivos y criterios de seguridad establecidos por el órgano regulador?
- 5) En la justificación de la seguridad presentada, ¿demuestra el explotador qué consideraciones se incluyen para reducir los riesgos para los trabajadores, los miembros del público y el medio ambiente durante el funcionamiento normal y en los incidentes operacionales previstos y los accidentes base de diseño?
- 6) ¿Demuestra el explotador que la justificación de la seguridad desarrollada es suficientemente exhaustiva y detallada para contemplar la complejidad de las operaciones y la magnitud de los riesgos asociados a la instalación o la actividad?

### **Documentación de la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad**

#### II-5. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Están la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad complementarias documentadas adecuadamente (en cuanto al grado de detalle y la calidad) para demostrar la seguridad y apoyar el proceso de

toma de decisiones, así como para posibilitar el examen independiente, la justificación, la rastreabilidad y la claridad?

- 2) ¿La documentación presentada por el explotador para su análisis en cada etapa del proceso de concesión de licencias tiene el alcance y la estructura adecuados para exponer con claridad la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad complementarias a fin de respaldar adecuadamente el proceso de aprobación reglamentaria, teniendo en cuenta también consideraciones como la justificación, la rastreabilidad y la claridad?
- 3) En la documentación presentada por el explotador para su análisis, ¿se contemplan adecuadamente las cuestiones de justificación? Es decir, ¿se explica por qué se tomaron las decisiones y se proporcionan los argumentos a favor y en contra de la decisión, especialmente en el caso de las relacionadas con los principales argumentos de seguridad?
- 4) ¿Incluye la documentación presentada por el explotador para el análisis consideraciones de rastreabilidad? Es decir, ¿posibilita la documentación que un examinador independiente siga lo que se ha hecho sin dejar de remitirse a ella?
- 5) ¿Es suficientemente clara la documentación presentada por el explotador para su análisis? Es decir, ¿permite comprender de forma adecuada los argumentos de seguridad y presenta de forma clara la labor realizada?

## **Desarrollo gradual y evaluación de la justificación de la seguridad**

### II-6. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Describe el explotador las distintas etapas del desarrollo de la instalación y presenta los distintos análisis realizados en cada una para respaldar la demostración del comportamiento y la seguridad generales del sistema?
- 2) ¿Demuestra el operador las repercusiones del enfoque graduado respecto del proceso de generación de confianza del análisis de seguridad que justifican los resultados de dicho análisis, tales como...
  - i) ... la recopilación, el análisis y la interpretación de los datos científicos y técnicos pertinentes?
  - ii) ... el desarrollo de diseños de ingeniería y planes operacionales?
  - iii) ... el desarrollo de la propia justificación de la seguridad para la seguridad operacional?

## ELEMENTOS BÁSICOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIACTIVOS

### II-7. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Lleva a cabo el explotador evaluaciones de la seguridad y desarrolla las justificaciones de la seguridad necesarias para la selección de un emplazamiento, el diseño, la construcción, la puesta en servicio, la explotación, la parada y la clausura de las instalaciones? Las justificaciones de la seguridad deben llevarse a cabo de conformidad con los requisitos legislativos y reglamentarios establecidos en el marco regulador.
- 2) ¿Demuestra el explotador el compromiso del personal directivo superior con la seguridad y el establecimiento y el mantenimiento de una cultura de la seguridad dentro de la instalación?
- 3) ¿Demuestra el explotador la aplicación de un enfoque integrado de la seguridad tecnológica y física en la instalación?
- 4) ¿Tiene en cuenta el explotador las interdependencias de todas las etapas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, así como el impacto de la opción de disposición final prevista?
- 5) ¿Aplica el explotador un sistema de gestión eficaz a todas las etapas y elementos de la instalación para la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos? En la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad complementarias se deben indicar con claridad las características que son importantes para la explotación de la instalación o la realización de la actividad en condiciones de seguridad y que se consideran en el sistema de gestión.
- 6) En las justificaciones de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad complementarias, ¿ha contemplado adecuadamente el explotador los elementos básicos de una buena gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, tales como...
  - i) ... la determinación y el control de todos los flujos de desechos radiactivos?
  - ii) ... la adopción de medidas para mantener la generación de desechos secundarios al nivel más bajo posible?
  - iii) ... la reutilización y el reciclado de los materiales, siempre que se cumplan los objetivos de protección?
  - iv) ... la descarga autorizada de efluentes y la dispensa del control reglamentario sobre los materiales, de conformidad con los reglamentos vigentes?

## REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA GESTIÓN PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIACTIVOS

### **Caracterización y clasificación de desechos**

#### II-8. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Se caracterizan y clasifican adecuadamente los desechos radiactivos, de conformidad con los requisitos establecidos y aprobados por el órgano regulador, en las distintas etapas del proceso de gestión previa a la disposición final dentro de la instalación?

### **Tratamiento previo de desechos radiactivos**

#### II-9. Cuestiones específicas:

- 1) En el tratamiento previo de los desechos en la instalación o la actividad, ¿se tienen en cuenta de forma apropiada las características y propiedades de los desechos y los requisitos que imponen las etapas posteriores de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos (tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final)?
- 2) En la instalación o la actividad, ¿se alcanzan adecuadamente los objetivos del tratamiento previo de los desechos, a saber, i) reducir la cantidad de desechos radiactivos que habría que someter a procesamiento adicional y disposición final; y ii) ajustar las características de los desechos radiactivos restantes que podrían requerir tratamiento, acondicionamiento y disposición final para que sean más susceptibles de procesamiento adicional y disposición final?
- 3) Cuando se llevan a cabo operaciones de tratamiento previo, como la recogida, la segregación, el ajuste químico y la descontaminación de los desechos, ¿posibilita la caracterización apropiada de los desechos la asignación apropiada de los procesos de tratamiento y acondicionamiento?

### **Tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos**

#### II-10. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Se tienen debidamente en cuenta las interdependencias de las etapas básicas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos?
- 2) ¿Se selecciona el acondicionamiento apropiado de los desechos radiactivos a fin de que el cuerpo del desecho sea compatible con la opción de

almacenamiento seleccionada y la opción de disposición final seleccionada o prevista?

- 3) ¿El proceso de acondicionamiento seleccionado produce un bulto de desechos que cumple los criterios establecidos de aceptación de desechos para su transporte y su disposición final?
- 4) ¿Es compatible el cuerpo del desecho sólido y embalado con la opción de disposición final seleccionada o prevista? Y ¿cumple también los requisitos de manipulación, transporte y almacenamiento seguros?
- 5) ¿Son compatibles los materiales y procesos seleccionados para el proceso de acondicionamiento con la forma de los desechos radiactivos?
- 6) ¿El procesamiento de los desechos y la selección de los contenedores se llevan a cabo de manera que se garantice la seguridad operacional, suficiente estabilidad entre los desechos, el cuerpo del desecho y el contenedor, y la compatibilidad de los bultos de desechos con el entorno de almacenamiento y disposición final?

### **Almacenamiento de desechos radiactivos**

#### II-11. Cuestiones específicas:

- 1) En la justificación de la seguridad desarrollada para la instalación de almacenamiento, ¿se tienen en cuenta los aspectos relacionados con el funcionamiento normal de la instalación y los escenarios de accidente apropiados?
- 2) En la justificación de la seguridad, ¿se tiene en cuenta el período de almacenamiento? Y, en el diseño de la instalación, ¿se considera el uso de características de seguridad pasiva que puedan hacer frente a la degradación natural de cualquier barrera de seguridad que se vaya a utilizar para el confinamiento de los desechos?
- 3) En la justificación de la seguridad, ¿se tienen también en cuenta las características naturales del emplazamiento (por ejemplo, geológicas, hidrológicas, climáticas) que podrían repercutir en el comportamiento de las características de seguridad de la instalación, a fin de garantizar que el impacto radiológico no sobrepase los límites establecidos?
- 4) En la instalación, ¿se incorporan características de diseño que posibiliten la inspección periódica de las condiciones del embalaje de los desechos, el desarrollo de medidas de mantenimiento, la recuperabilidad, el reacondicionamiento y el transporte, en caso necesario, y una vigilancia radiológica adecuada?

- 5) Respecto del material fisible, ¿se presta especial atención a evitar i) el riesgo de criticidad, incluso en caso de fenómenos naturales, y ii) el riesgo de calentamiento por encima de los límites de seguridad del diseño?
- 6) ¿Comprende el explotador la función que debe desempeñar la instalación de almacenamiento dentro del proceso de gestión de desechos, y ha previsto características que posibiliten...
  - i) ... el confinamiento adecuado de los desechos durante el período de almacenamiento?
  - ii) ... la monitorización de los desechos según lo exigido?
  - iii) ... la facilitación de las siguientes etapas que se deben realizar en el marco del proceso de gestión de desechos, es decir, la desintegración hasta la dispensa, la descarga autorizada o la disposición final autorizada?
- 7) En el diseño de la instalación, ¿se han tenido en cuenta el tipo de desechos radiactivos que se van a almacenar, sus características y los peligros conexos, su inventario y el período de almacenamiento previsto? Y ¿se han previsto las características técnicas y de ingeniería adecuadas?
- 8) En el diseño de la instalación, ¿se ha tenido en cuenta la finalidad de almacenar los desechos, es decir, posibilitar la recuperación de los desechos para su descarga autorizada, su uso autorizado o su dispensa, para su procesamiento o para su disposición final en un momento posterior?
- 9) ¿Ha previsto el explotador la vigilancia, la inspección y el mantenimiento periódicos del embalaje de los desechos y de la instalación de almacenamiento para garantizar la integridad constante de los desechos?
- 10) ¿Existen procedimientos relativos a la adecuación de la capacidad de almacenamiento (teniendo en cuenta los desechos cuya producción se ha predicho, entre otras cosas en condiciones de accidente), la vida útil prevista de la instalación de almacenamiento y la disponibilidad de opciones de disposición final?
- 11) En los casos en que se haya propuesto almacenar desechos radiactivos en la instalación de almacenamiento durante un período de tiempo prolongado, ¿se han adoptado disposiciones (técnicas y de gestión) para garantizar la protección de las generaciones actuales y futuras?
- 12) En el diseño de la instalación, ¿se ha previsto cómo tratar de forma adecuada los desechos líquidos y los gases que produzcan los desechos?

## Criterios de aceptación de desechos radiactivos

### II-12. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Se ajustan las características reales de los desechos aceptados para almacenarlos en la instalación (bultos de desechos o desechos sin embalar) a las características que se tuvieron en cuenta al desarrollar la justificación de la seguridad?
- 2) ¿Conoce el explotador el sistema de clasificación y los criterios de aceptación relativos a la disposición final de desechos radiactivos establecidos por el órgano regulador? Y ¿se aplican a la instalación?
- 3) ¿Conoce el explotador los criterios de aceptación de desechos en lo que respecta a las propiedades radiológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas o a cualquier otra característica aplicable a los bultos de desechos o a los desechos sin embalar?
- 4) ¿Conoce el explotador la función que desempeñan los criterios de aceptación de desechos para garantizar la manipulación y el almacenamiento seguros de los bultos de desechos y los desechos sin embalar, en condiciones normales y anormales, y para su disposición final?
- 5) ¿Conoce el explotador el proceso de aprobación de los criterios de aceptación de desechos por el órgano regulador? ¿Conoce y aplica el explotador las disposiciones que se deben prever para detectar, evaluar y gestionar los desechos o bultos de desechos que no cumplan las especificaciones del proceso o los criterios de disposición final?
- 6) ¿Ha establecido el explotador procedimientos e instrucciones adecuados para determinar la necesidad de procesar los desechos tras el almacenamiento a fin de cumplir los criterios de aceptación? Y ¿está adecuadamente capacitado el personal para seguir dichos procedimientos?
- 7) ¿Ha establecido el explotador disposiciones adecuadas para determinar, evaluar y gestionar los criterios de aceptación de desechos (radiológicos, mecánicos, físicos, químicos y biológicos) establecidos por el órgano regulador?
- 8) ¿Ha establecido el explotador procedimientos e instrucciones adecuados para certificar que el producto resultante del procesamiento de desechos cumple los criterios de aceptación (radiológicos, mecánicos, físicos, químicos y biológicos) establecidos por el órgano regulador?
- 9) El órgano regulador debe aplicar procedimientos (vigilancia en el emplazamiento, ensayos del embalaje) para garantizar que los desechos o los bultos de desechos cumplan los criterios de aceptación requeridos para el almacenamiento.

- 10) ¿Conoce el explotador el reglamento de transporte del OIEA [II-2] y otras normas internacionales o nacionales aplicables? Y ¿cumple adecuadamente las disposiciones de estos, cuando corresponda?

### **Selección de un emplazamiento y diseño de la instalación**

#### II-13. Cuestiones específicas:

- 1) Mediante los análisis realizados durante las etapas de selección de un emplazamiento y diseño, ¿demuestra el explotador que se cumplirán las normas de seguridad tanto en la etapa de explotación como en la de clausura? En el diseño de la instalación, ¿se hace hincapié en el uso del concepto de defensa en profundidad?
- 2) ¿Indica claramente el explotador las características que se han incorporado al diseño de la instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final para gestionar (y que dependen en gran medida de) las propiedades, el inventario total y el potencial de peligro de los desechos radiactivos y para cumplir los requisitos del órgano regulador?
- 3) ¿Es la necesidad de mantenimiento, ensayos, exámenes e inspecciones operacionales a partir de la fase de diseño conceptual adecuada para cumplir los requisitos de seguridad?
- 4) ¿Conoce el explotador el proceso global de selección de un emplazamiento para instalaciones de almacenamiento de desechos radiactivos y las cuestiones que se deben considerar, como...
  - i) ... la investigación de la región propuesta para evaluar sus características actuales y previsibles futuras, la distribución de la población y los usos actuales y futuros de la tierra y el agua?
  - ii) ... la determinación de los niveles ambientales de radiactividad en la región como referencia para futuras investigaciones?
  - iii) ... la estimación de las emisiones previstas y potenciales de material radiactivo por vías directas e indirectas?
  - iv) ... la exposición de la población en los estados operacionales de la instalación y en condiciones de accidente?
  - v) ... la evaluación de los efectos potenciales de sucesos externos naturales y antropogénicos (por ejemplo, sucesos sísmicos, fenómenos meteorológicos, efectos geotécnicos, accidentes aéreos, explosiones)?
  - vi) ... el período probable de almacenamiento, el uso de características de seguridad pasiva, el potencial de degradación durante ese período y la consideración de las características naturales del emplazamiento que podrían afectar al comportamiento, como la geología, la hidrología y el clima?

## Construcción y puesta en servicio de la instalación

### II-14. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Aplica el explotador los sistemas técnicos y de gestión necesarios para garantizar que la instalación se construya según el diseño aprobado por el órgano regulador y descrito en la justificación de la seguridad y las evaluaciones de la seguridad aprobadas? Asimismo, ¿demuestra el explotador que la construcción de la instalación se llevará a cabo de manera que se ofrezcan garantías razonables de seguridad durante el período operacional y la clausura?
- 2) ¿Demuestra el explotador que está claramente asignada la responsabilidad que le incumbe respecto de la construcción de la instalación y la realización de las verificaciones o ensayos que deban llevarse a cabo (soldaduras, cimientos, etc.)? Asimismo, ¿demuestra el explotador que conoce las pruebas exigidas por el órgano regulador para demostrar que cumple con su responsabilidad durante la construcción y se responsabiliza de ellas?
- 3) ¿Conoce el explotador cómo se ha organizado en la instalación el proceso de puesta en servicio y se lo demuestra al órgano regulador? ¿Describe el explotador las etapas llevadas a cabo en el marco del proceso de puesta en servicio de la instalación, es decir, según proceda, finalización e inspección de la construcción, ensayo de los equipos, demostración del comportamiento, puesta en servicio no activa (sin desechos radiactivos) y puesta en servicio activa (con desechos radiactivos)?
- 4) En el informe final de puesta en servicio, ¿ha documentado adecuadamente el explotador la instalación de gestión de los desechos previa a la disposición final de la que es responsable?
- 5) ¿Incluye la documentación lo siguiente?:
  - i) El estado de la instalación conforme a obra, que, además de proporcionar información para facilitar la explotación, es importante al considerar las modificaciones futuras posibles, la parada y la clausura de la instalación.
  - ii) Todos los ensayos realizados y las pruebas de que la construcción ha finalizado de forma satisfactoria, así como de las modificaciones introducidas en ella o en los procedimientos durante la puesta en servicio.
  - iii) Las pruebas que garantizan que se han cumplido todas las condiciones de autorización.
- 6) ¿Demuestra también el explotador al órgano regulador las disposiciones que se han previsto para mantener este informe como parte de la documentación necesaria para la explotación y el desarrollo del plan de clausura de la

instalación? Y ¿se proporciona información actualizada periódicamente al órgano regulador en el proceso?

- 7) En la documentación presentada por el explotador, ¿se expone información clara sobre los códigos y normas que se utilizan para elegir los materiales estructurales, las técnicas de fabricación y construcción y los procedimientos de ensayo?
- 8) ¿Presenta también con claridad el explotador el examen realizado de los efectos potenciales de los desechos, cualquier material conexas y las condiciones ambientales sobre la capacidad de cualquier característica de la instalación relacionada con la seguridad para desempeñar las funciones previstas (por ejemplo, prevención de la corrosión del material a alta temperatura y mitigación de las consecuencias adversas de la irradiación en campos con niveles de radiación altos)?

### **Explotación de la instalación**

II-15. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Los procedimientos operacionales propuestos para la instalación o la actividad cumplen los requisitos vigentes y las condiciones aprobadas por el órgano regulador, tanto durante el período operacional como en la etapa de clausura? Asimismo, ¿tiene previsto el explotador actualizar periódicamente esos procedimientos operacionales a la luz de la experiencia operacional?
- 2) ¿El explotador...
  - i) ... garantiza que todas las operaciones y actividades importantes para la seguridad se circunscriban a los límites, condiciones y controles documentados, y sean realizadas por personal capacitado?
  - ii) ... describe cómo y dónde se documentan los límites, condiciones y controles operacionales para la explotación de la instalación o la realización de la actividad?
  - iii) ... garantiza que los titulares de puestos que tienen responsabilidades en materia de seguridad estén debidamente cualificados y autorizados?
  - iv) ... describe cómo elabora los procedimientos operacionales y los planes de emergencia documentados, y cómo los aprueba el órgano regulador?
  - v) ... garantiza que en los procedimientos documentados se incluya un programa de mantenimiento, ensayo e inspección periódicos de los sistemas esenciales para una explotación segura?

- 3) ¿Dispone el explotador de un sistema técnico o de gestión para garantizar que controla la seguridad activamente mientras la instalación o la actividad siga sujeta a control reglamentario?
- 4) En las características de seguridad propuestas para la instalación y en la evaluación de seguridad realizada, ¿tiene en cuenta el explotador la prevención de la criticidad y la extracción adecuada del calor en la gestión de desechos de alta actividad?

### **Parada y clausura de la instalación**

#### II-16. Cuestiones específicas:

- 1) ¿La documentación presentada por el explotador para la concesión de licencias contempla la vida útil de la instalación, incluidas todas las etapas, desde el diseño hasta la parada y la clausura? ¿Es consciente el explotador de la necesidad de obtener la aprobación para esas etapas y de actualizar periódicamente los planes de parada y clausura?
- 2) ¿Es consciente el explotador de la necesidad de tener en cuenta la fase de clausura en la planificación y el diseño de la instalación, abordando específicamente...
  - i) ... el procedimiento para desarrollar el plan de clausura?
  - ii) ... la demostración de que el plan de clausura se puede llevar a cabo de forma segura?
  - iii) ... en qué medida se ha tenido en cuenta la necesidad de clausura durante las fases de planificación y construcción de la instalación?
- 3) ¿La parada y la clausura de la instalación se llevarán a cabo de acuerdo con las condiciones establecidas por el órgano regulador?
- 4) ¿Es consciente el explotador de su responsabilidad en este proceso? Y ¿se han establecido procedimientos adecuados para asignar de forma clara la responsabilidad en caso de transferencia de la propiedad de la instalación?
- 5) ¿Informa el explotador al órgano regulador de cualquier actualización del plan de clausura? Y, en las actualizaciones, ¿se contemplan en particular los cambios en la instalación o los requisitos reglamentarios, los avances tecnológicos y las necesidades de las actividades de clausura?

## **Contabilidad y control de materiales nucleares**

### II-17. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Tiene en cuenta el explotador los requisitos de contabilidad y control de materiales nucleares, cuando proceda, en el diseño y la explotación de la instalación o la realización de la actividad?
- 2) ¿Demuestra el explotador cómo se garantiza que los requisitos de contabilidad y control de materiales nucleares se apliquen de forma que no se vea comprometida la seguridad de la instalación o la actividad?
- 3) Si procede, ¿ha establecido el explotador en la instalación un sistema adecuado de contabilidad y control de materiales nucleares que tenga en cuenta, entre otras cuestiones,...
  - i) ... disposiciones para la rendición de cuentas respecto de los materiales nucleares mediante la aplicación de requisitos para la contabilidad y el control de estos, con el fin de garantizar la rápida detección de cualquier desviación de materiales nucleares hacia fines no autorizados o desconocidos a corto y mediano plazo?
  - ii) ... cómo se organizan en las instalaciones o actividades la vigilancia y los controles activos de los que dependen las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares?
  - iii) ... cómo se aplican en la instalación las medidas de vigilancia de los desechos que contienen materiales fisibles para garantizar la continuidad del conocimiento de los materiales fisibles y la ausencia de prácticas no declaradas en el emplazamiento en relación con dichos materiales?

## **Instalaciones o actividades existentes**

### II-18. Cuestiones específicas:

- 1) ¿Realiza el operador todas las etapas reglamentarias para garantizar unos niveles de seguridad adecuados respecto de las instalaciones o actividades existentes y el cumplimiento de los requisitos de seguridad establecidos por el órgano regulador?
- 2) ¿Se circunscribe la instalación o la actividad a un proceso regulador que abarque el examen de una justificación de la seguridad existente o la elaboración de una nueva, así como de todas las evaluaciones de la seguridad complementarias? Es necesario que el órgano regulador inicie este proceso, a fin de que la instalación existente cumpla todos los requisitos

de seguridad establecidos respecto de las instalaciones o actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final.

- 3) ¿Indica el explotador las restricciones, modificaciones o decisiones operacionales adicionales que se han determinado o aplicado sobre la base del proceso regulador vigente?
- 4) ¿Realiza periódicamente el explotador, respecto de las instalaciones o actividades bajo su responsabilidad, exámenes de la seguridad y mejoras de la seguridad de conformidad con los requisitos especificados por el órgano regulador?

## **REFERENCIAS DEL ANEXO II**

- [II-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, Colección de Derecho Internacional del OIEA N° 1*, Viena, 2006.
- [II-2] 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, 2013.

## **Anexo III**

### **MODELO DE INFORME DE EXAMEN REGLAMENTARIO**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

Breve descripción de la finalidad y los antecedentes del examen, títulos y desarrolladores de los documentos examinados, información sobre las organizaciones que han participado en el examen, etc.

#### **2. ALCANCE Y OBJETIVOS DEL EXAMEN**

Descripción de los documentos examinados, objetivos generales del examen (incluidas referencias a los requisitos reglamentarios aplicables), sinopsis del proceso de examen en relación con el alcance, etc. Si el informe de examen es un resumen (por ejemplo, el informe final antes de la concesión de licencias) o un informe parcial porque previamente se han finalizado otros informes de examen complementarios, estos se describen aquí, junto con su alcance y su aplicabilidad generales.

#### **3. REQUISITOS REGLAMENTARIOS APLICABLES**

Lista de los reglamentos, procedimientos establecidos o recomendaciones internacionales de examen que se deben seguir. Se podrían incluir resúmenes de los puntos principales de los reglamentos, procedimientos o recomendaciones internacionales.

#### **4. METODOLOGÍA Y PROCESO DE EXAMEN**

Descripción del procedimiento de examen, que incluya el plan de examen y las posibles etapas (examen primario, examen principal, examen del documento mejorado), las interacciones con el desarrollador de la justificación de la seguridad, la categorización de las observaciones, los requisitos sobre el formato y la indicación de las observaciones, las interacciones dentro del grupo de examen, etc., así como cualquier documento de orientación utilizado en el examen.

## 5. PRINCIPALES RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Descripción de cada una de las esferas examinadas, haciendo referencia a las esferas concretas (incluido el grado en que la respuesta del solicitante resolvió las cuestiones correspondientes).

## 6. PRINCIPALES OBSERVACIONES

Observaciones generales que resumen las principales deficiencias de los documentos examinados.

### 6.1. Observaciones específicas

Observaciones más detalladas sobre capítulos de los documentos examinados o esferas de investigación concretos.

### 6.2. Observaciones no resueltas

Observaciones que siguen sin resolverse. Se debería indicar su importancia relativa para la seguridad y qué medidas se adoptarán para resolverlas, si es necesario. En esta sección se indican, describen y justifican las condiciones para la autorización.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones del examen y recomendaciones sobre las condiciones de autorización.

## Anexo IV

### **SOLUCIONES EN MATERIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS DETERMINADAS POR LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD: MARCO PARA EL PROCESO GLOBAL**

#### INTRODUCCIÓN

IV-1. En este anexo se desarrolla un marco para el proceso global de gestión de los desechos previa a la disposición final, que puede servir de base de la elaboración de directrices para aplicar las metodologías de evaluación de la seguridad existentes y determinar lo que se necesita respecto de la justificación de la seguridad. Se hace hincapié en las actividades orientadas a los desechos, y no se tienen en cuenta otras cuestiones, como las consideraciones políticas y los aspectos de ingeniería.

II-2. Para complementar esta actividad, se han elaborado diagramas de las principales etapas de la gestión de los desechos previa a la disposición final. En los párrafos IV-4 a IV-42 se describe cada uno de los elementos, así como las relaciones entre ellos dentro del proceso global.

II-3. En los párrafos IV-43 a IV-46 y los cuadros IV-1 a IV-8, respecto de cada actividad de gestión previa a la disposición final que aparece en los diagramas de las figuras IV-1 a IV-6 se tratan los aspectos siguientes:

- 1) Se indican las evaluaciones de la seguridad necesarias;
- 2) Se recopilan las decisiones que deben tomarse en función de las evaluaciones de la seguridad y para las que, en consecuencia, estas deben servir de base;
- 3) Aspectos generales para el contexto de evaluación de estas evaluaciones de la seguridad (se proporcionará información más detallada como parte de actividades posteriores en el marco del proyecto SADRWMS del OIEA).

#### MARCO

IV-4. Las figuras IV-1 a IV-6 ofrecen una sinopsis de las actividades de gestión de los desechos previa a la disposición final. En la figura IV-1 se describe el proceso global. En las figuras IV-2 a IV-6 se detallan las distintas etapas del proceso definidas en la figura IV-1.

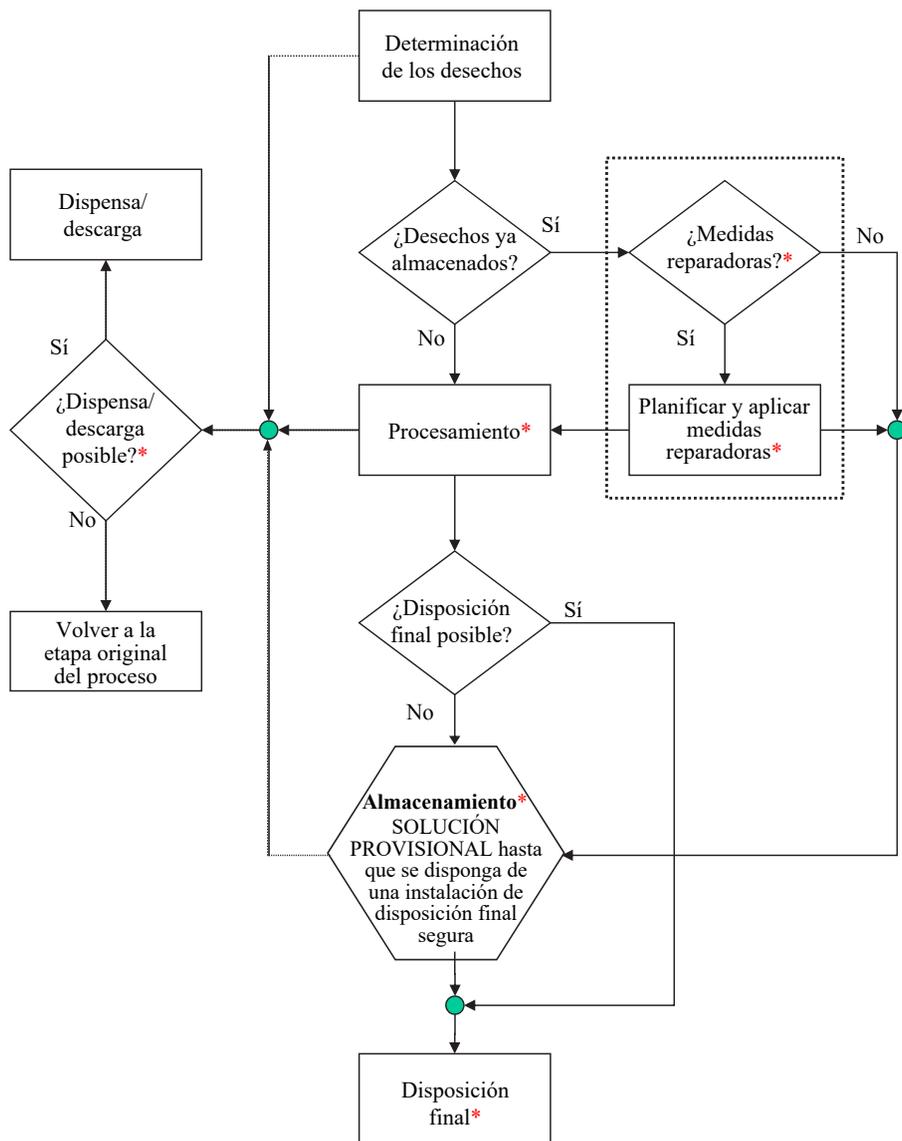


Fig. IV-1. Proceso global (los asteriscos indican las actividades que requieren otras etapas que llevan asociadas decisiones y evaluaciones de la seguridad y se muestran en las figuras IV-2 a IV-6 (véase también la nota 1 de la pág. 133)).

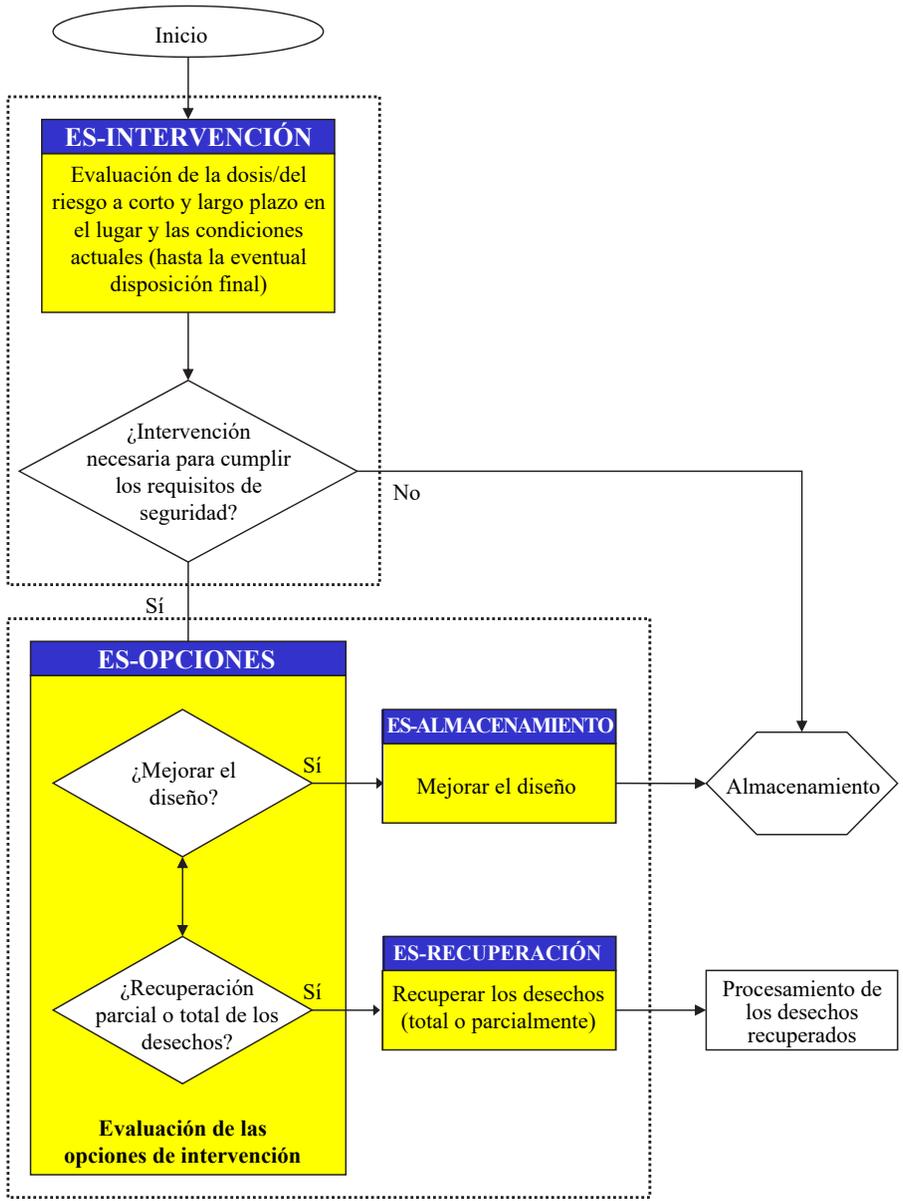


Fig. IV-2. Medidas reparadoras

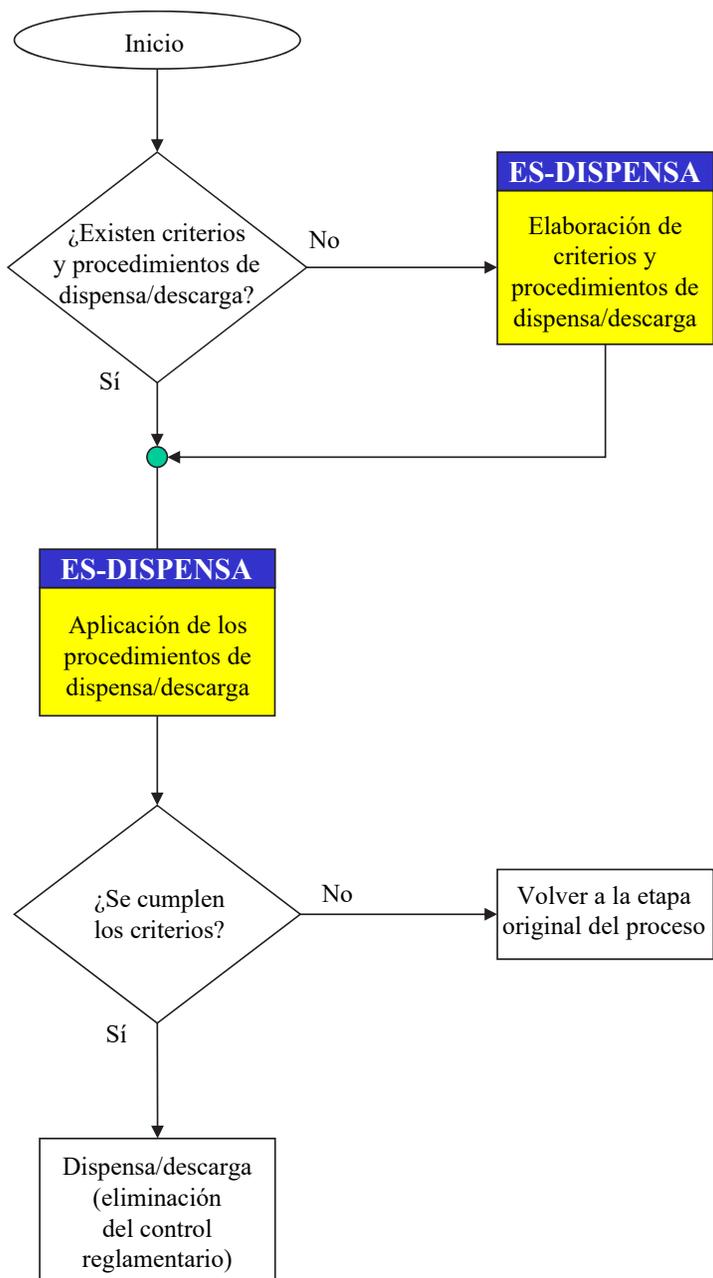


Fig. IV-3. Dispensa/descarga posible

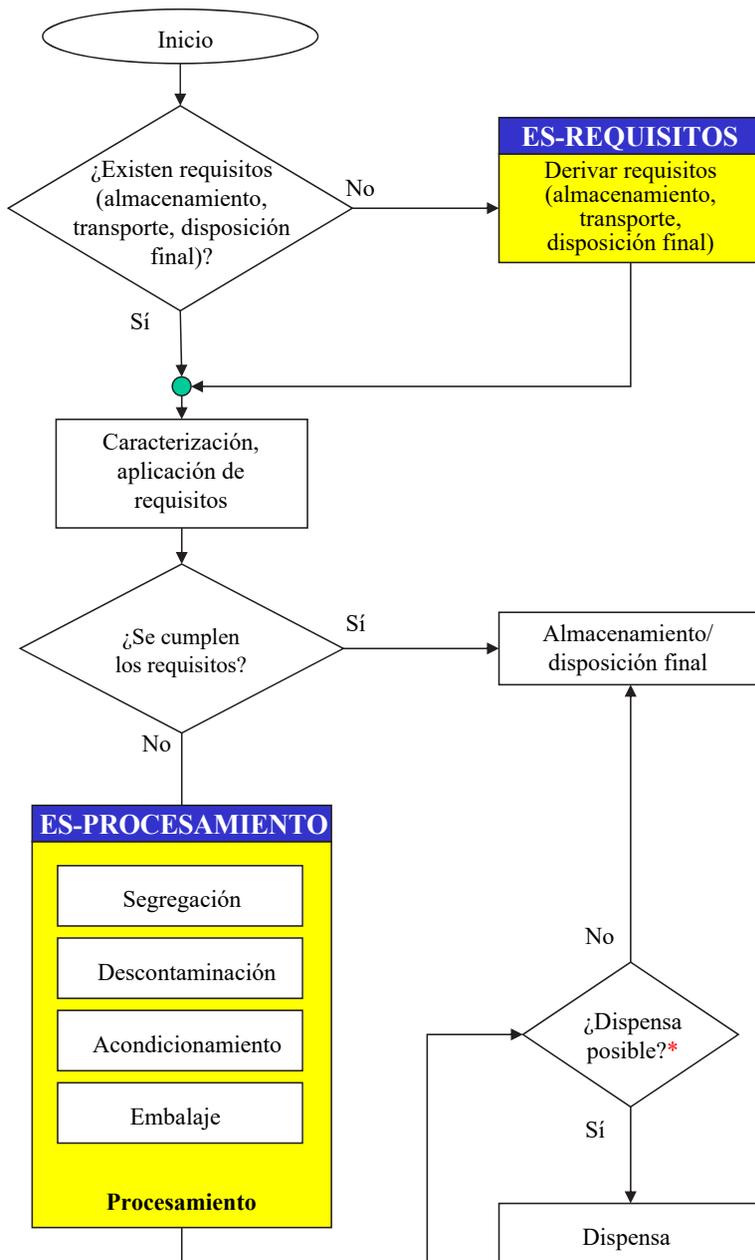


Fig. IV-4. Procesamiento (los asteriscos indican las actividades que requieren otras etapas que llevan asociadas decisiones y evaluaciones de la seguridad (véase también la nota 2 de la pág. 145)).

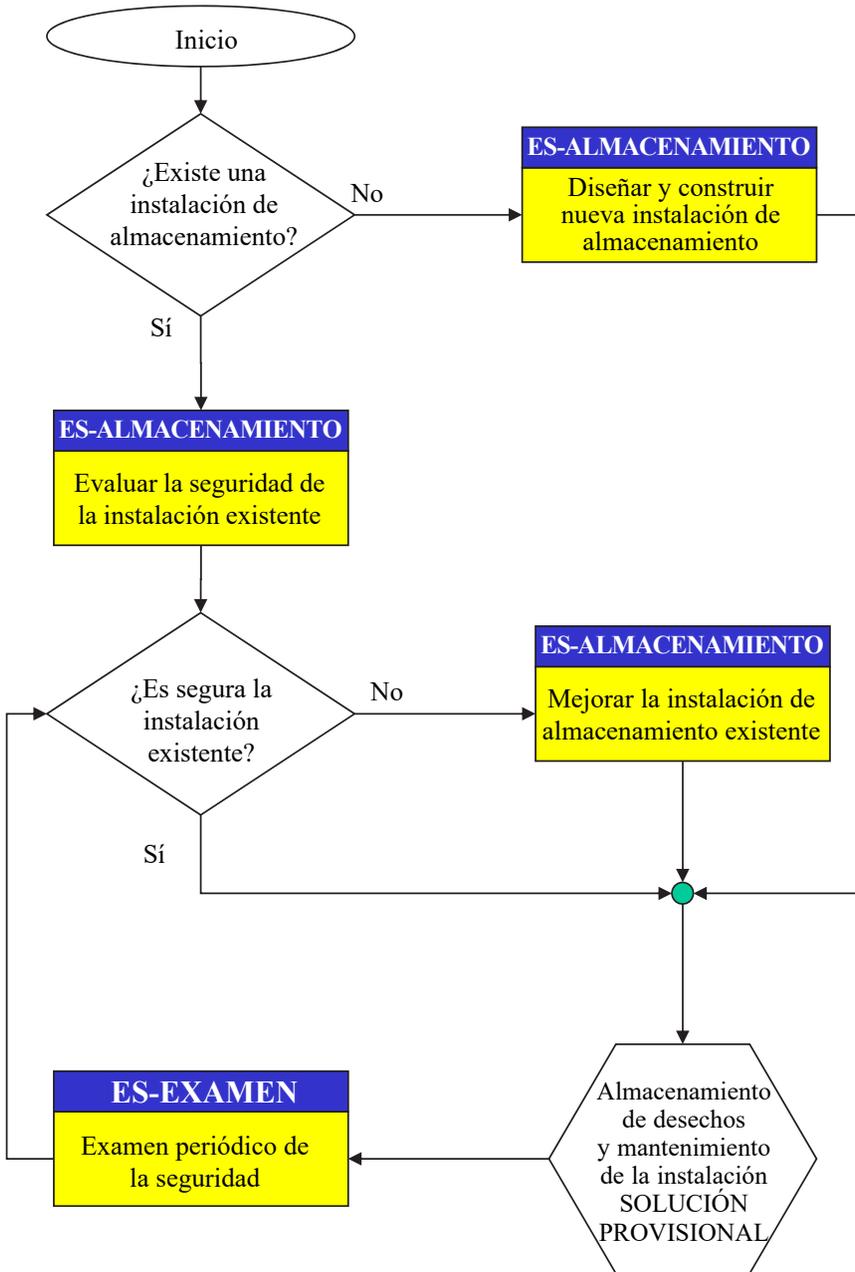


Fig. IV-5. Almacenamiento

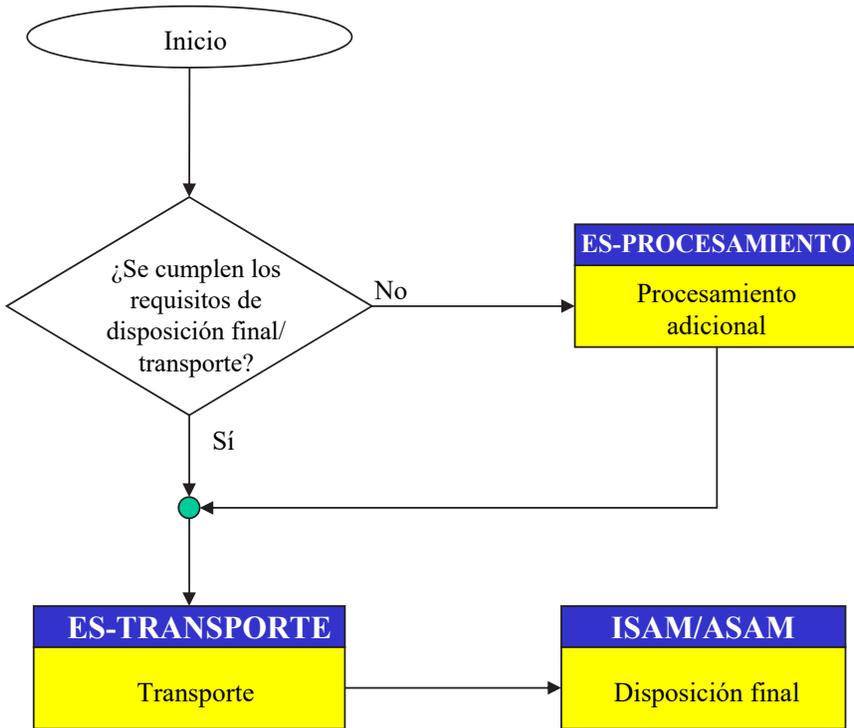


Fig. IV-6. Disposición final

IV-5. En las figuras IV-2 a IV-6, las actividades que requieren una evaluación de la seguridad se indican mediante recuadros con el fondo de color. En la parte superior de cada uno de ellos, una abreviación indica el tipo de evaluación de la seguridad requerida.

IV-6. A continuación se describen las actividades que se indican en los diagramas. En los cuadros IV-1 a IV-8 se describen la finalidad y el alcance de las evaluaciones de la seguridad requeridas.

### Proceso global

IV-7. La primera actividad del diagrama global que se muestra en la figura IV-1 es la determinación del tipo de desechos. Para ello, se deben tener en cuenta todos los parámetros del tipo de desechos concreto que se necesitan para decidir cómo clasificarlo en lo que respecta al diagrama.

*El texto continúa en la pág. 156.*

## CUADRO IV-1. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-INTERVENCIÓN

### Evaluación de la seguridad de los desechos almacenados en una instalación existente

### ES-INTERVENCIÓN

Finalidad de la evaluación	<p>Determinar si la situación existente es aceptable desde el punto de vista de la seguridad tecnológica y física o si son necesarias medidas correctivas para mejorar las medidas de seguridad tecnológica o física</p> <p>Nota: La determinación de las medidas correctivas necesarias no forma parte de esta evaluación (véase ES-OPCIONES).</p>
Puntos finales de la evaluación	<p>Evaluación del impacto de la instalación en las condiciones actuales y del resultante de los posibles cambios (por ejemplo, degradación de las barreras, sucesos externos o internos). Los posibles puntos finales incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— emisiones de radionucleidos procedentes de la instalación de almacenamiento;</li><li>— concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;</li><li>— dosis y riesgos para los trabajadores en actividades como el mantenimiento y la vigilancia;</li><li>— dosis para el público (exposición potencial o exposición real de un miembro de determinado grupo);</li><li>— dosis para la biota no humana, y</li><li>— nivel de seguridad de la instalación.</li></ul>
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— Utilización de supuestos prudentes, pero que, habida cuenta de la situación de intervención, sean lo más realistas posible; es decir, hay que tratar la situación existente de forma realista y solo utilizar supuestos prudentes en la medida en que sea necesario evaluar las repercusiones de los sucesos y procesos que tienen el potencial de afectar a los puntos finales de la evaluación.</li><li>— Utilización de datos reales en la medida de lo posible y justificable; es decir, la utilización de datos genéricos se limita a los casos en que no se disponga de datos específicos del emplazamiento (por ejemplo, datos relativos a las repercusiones de sucesos y procesos potenciales o datos como el contenido de los bultos de desechos que no pueden medirse en esta fase) o no esté justificado realizar muestreos ni mediciones específicos del emplazamiento por la importancia de los datos para los resultados de la evaluación.</li></ul>

## CUADRO IV-1. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-INTERVENCIÓN (cont.)

---

### Evaluación de la seguridad de los desechos almacenados en una instalación existente

### ES-INTERVENCIÓN

---

Plazos de la evaluación	Plazo previsto para el establecimiento de una instalación de disposición final y para el inicio de la recuperación de los desechos Nota: Las frecuentes incertidumbres existentes al respecto se tienen en cuenta aplicando un margen para imprevistos.
Observaciones	El objetivo de esta evaluación es únicamente determinar si es necesario intervenir. Si se demuestra que es necesario, se utilizará ES-OPCIONES para comparar las opciones de intervención disponibles y llegar a determinar la opción de mejora que debe aplicarse.

---

## CUADRO IV-2. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-OPCIONES

---

### Evaluación de las opciones para mejorar la seguridad

### ES-OPCIONES

---

Finalidad de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— Hallar opciones para mejorar la situación actual de los desechos almacenados en la instalación o el estado de la propia instalación mediante:<ul style="list-style-type: none"><li>• la mejora del diseño de la instalación, o</li><li>• la recuperación parcial o total de los desechos de la instalación.</li></ul></li><li>— Comparar las opciones halladas y determinar cuál es la opción óptima con respecto a todos los atributos relevantes para la situación concreta (dosis, riesgos, costos, etc.).</li></ul>
----------------------------	---

---

## CUADRO IV-2. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-OPCIONES (cont.)

---

### Evaluación de las opciones para mejorar la seguridad

### ES-OPCIONES

---

Puntos finales de la evaluación

- Evaluación de la recuperación de desechos o la mejora de la instalación (en la medida en que estas se encuentren entre las opciones consideradas). Los posibles puntos finales incluyen:
    - emisiones de radionucleidos causadas por las operaciones de recuperación y mejora;
    - concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;
    - dosis y riesgos para los trabajadores durante la recuperación de los desechos y la mejora de la instalación;
    - dosis para el público (exposición potencial de un miembro de un grupo), y
    - dosis para la biota no humana.
  - Evaluación del impacto de la instalación mejorada (es decir, diseño mejorado o desechos parcialmente recuperados). Los posibles puntos finales incluyen:
    - emisiones de radionucleidos procedentes de la instalación de almacenamiento;
    - concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;
    - dosis y riesgos para los trabajadores en actividades como el mantenimiento y la vigilancia;
    - dosis para el público (exposición potencial de un miembro de un grupo);
    - dosis para la biota no humana, y
    - nivel de seguridad de la instalación.
  - Evaluación del procesamiento, el almacenamiento o la disposición final de los desechos recuperados (en la medida en que la recuperación de desechos se encuentre entre las opciones consideradas).

Nota: La necesidad y el alcance de esta parte de la evaluación dependerán en muy gran medida de cada caso y de si ya existen capacidades de procesamiento, almacenamiento o disposición final de desechos. En cualquier caso, es importante incluir el destino de los desechos recuperados (en particular, las dosis, los riesgos y los costos derivados de su gestión) en la comparación de las opciones de intervención.
-

## CUADRO IV-2. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-OPCIONES (cont.)

---

### Evaluación de las opciones para mejorar la seguridad

### ES-OPCIONES

---

Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— Utilización de supuestos prudentes, pero que, habida cuenta de la situación de intervención, sean lo más realistas posible (véase el cuadro IV-1):<ul style="list-style-type: none"><li>• en general, la comparación de las opciones debe basarse en supuestos realistas;</li><li>• la evaluación de si se cumplen las normas reglamentarias en cada una de las opciones consideradas requerirá supuestos suficientemente prudentes.</li></ul></li><li>— Utilización de datos reales en la medida de lo posible y justificable; es decir, la utilización de datos genéricos se limita a los casos en que no se disponga de datos específicos del emplazamiento (véase el cuadro IV-1).</li></ul>
Plazos de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— Evaluación de la recuperación de desechos o la mejora de la instalación: duración de estas actividades.</li><li>— Evaluación del impacto de la instalación mejorada: plazo previsto para el establecimiento de una instalación de disposición final y para el inicio de la recuperación de los desechos (incluido el margen para imprevistos, véase el cuadro IV-1).</li><li>— Evaluación del procesamiento, el almacenamiento o la disposición final de los desechos recuperados: depende de casa caso (véase más arriba).</li></ul>
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>— Solo habrá que realizar esta evaluación si los resultados de ESINTERVENCIÓN indican que es necesaria una intervención.</li><li>— La planificación de las medidas para mejorar la instalación o recuperar los desechos en sí misma no forma parte de esta evaluación de la seguridad (véanse ES-ALMACENAMIENTO, ES-RECUPERACIÓN). Así pues, solo habrá que evaluar estas actividades en la medida y con el grado de detalle que permita comparar las opciones. Solo será necesario hacer una planificación detallada en el caso de la opción considerada óptima (es decir, la opción que se vaya a implementar).</li></ul>

---

### CUADRO IV-3. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-RECUPERACIÓN

#### Evaluación de la recuperación de desechos

#### SA-RECUPERACIÓN

Finalidad de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Evaluación de la seguridad de las operaciones de recuperación, para posibilitar su planificación detallada.</li> <li>— Establecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• límites (restricciones cualitativas o cuantitativas de cualquier parte de la actividad, que se aplican para garantizar que se cumplan los principios y requisitos de seguridad);</li> <li>• controles (procesos, procedimientos u otros instrumentos que se establecen para garantizar que se cumplan los principios y requisitos de seguridad), y</li> <li>• condiciones (requisitos previos, requisitos respecto de funciones, instalaciones u organizaciones que deben existir para garantizar la seguridad) respecto de las operaciones de recuperación.</li> </ul> </li> </ul>
Puntos finales de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Evaluación de las operaciones de recuperación. Los posibles puntos finales incluyen:</li> <li>— emisiones de radionucleidos causadas por las operaciones de recuperación y mejora;</li> <li>— concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;</li> <li>— dosis y riesgos para los trabajadores durante la recuperación de los desechos y la mejora de la instalación;</li> <li>— dosis para el público (exposición potencial de un miembro de un grupo), y</li> <li>— dosis para la biota no humana.</li> </ul>
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Utilización de supuestos prudentes, pero que, habida cuenta de la situación de intervención, deberían ser lo más realistas posible (véase el cuadro IV-1).</li> <li>— Utilización de datos reales en la medida de lo posible y justificable; es decir, la utilización de datos genéricos se limita a los casos en que no se disponga de datos específicos del emplazamiento (véase el cuadro IV-1).</li> </ul>
Plazos de la evaluación	Duración de las actividades de recuperación
Observaciones	La evaluación del destino de los desechos recuperados no forma parte de esta evaluación de la seguridad. Esa cuestión se tratará en otras evaluaciones de la seguridad que aborden las etapas de la gestión de los desechos, es decir, la dispensa, la descarga, el procesamiento, el almacenamiento, el transporte y la disposición final.

## CUADRO IV-4. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-DISPENSA

---

### Deducción de niveles y procedimientos de dispensa y descarga

### ES-DISPENSA

---

Finalidad de la evaluación	<p>Respecto de la dispensa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— establecer niveles de dispensa genéricos para los desechos en general o para determinados tipos de desechos, posiblemente incluyendo también determinadas restricciones respecto de la dispensa (por ejemplo, niveles de dispensa de la chatarra que se vaya a fundir), o</li><li>— determinar si es posible la dispensa incondicional o condicional de determinados tipos de desechos (es decir, si el tipo concreto de desechos cumple los criterios de dispensa).</li></ul> <p>Respecto de las descargas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— establecer límites de descarga generales o específicos para la instalación.</li></ul> <p>Respecto de la dispensa y las descargas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— elaborar procedimientos de dispensa y descarga (en particular, sobre el tipo y el alcance de las mediciones y la monitorización necesarias).</li></ul>
Puntos finales de la evaluación	<p>Evaluación de la exposición debida a los desechos tras su dispensa o descarga. Los posibles puntos finales incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— dosis para el público (exposición potencial de un miembro de un grupo).</li></ul> <p>Nota: Respecto de la dispensa, los escenarios deben determinarse en función del tipo de material y de las opciones posibles (en el caso de la dispensa incondicional) o restringidas (en el caso de la dispensa condicional) para la disposición final y el reciclado de los materiales.</p>
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— En general, se utilizan supuestos prudentes. Sin embargo, en particular cuando se aplican los niveles de dosis bajos que cumplen los criterios de dispensa, se deberían evitar los supuestos demasiado conservadores (véase la ref. [IV-1]).</li><li>— En el caso de los niveles de dispensa y los límites de descarga genéricos, así como de la dispensa incondicional de determinados tipos de desechos, hay que utilizar necesariamente datos genéricos. Solo será posible utilizar datos específicos del emplazamiento en determinados casos de dispensa condicional (es decir, cuando las rutas de reciclado o disposición final se conozcan y estén garantizadas por disposiciones reglamentarias) y respecto de los límites de descarga específicos de la instalación.</li></ul>

---

CUADRO IV-4. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-DISPENSA  
(cont.)

---

**Deducción de niveles  
y procedimientos de  
dispensa y descarga**

**ES-DISPENSA**

---

- Plazos de la evaluación
- En principio, las evaluaciones de la dosis en el caso de dispensa deben realizarse durante períodos ilimitados. Sin embargo, en la práctica, las limitaciones de los plazos que se deben tener en cuenta se derivan de los períodos de semidesintegración de los radionucleidos en cuestión y del hecho de que, en los escenarios que se suelen considerar, la exposición más elevada se produce inmediatamente o poco después de la dispensa (excepción: los cursos de agua).
  - En el caso de las descargas, la exposición suele tener lugar durante períodos breves, salvo en el caso de la resultante de la acumulación de radionucleidos en el medio ambiente (por ejemplo, mediante adsorción por los sedimentos fluviales o deposición de aerosoles en el suelo). Este último caso debe tratarse de forma análoga a la dispensa.
- Observaciones
- Como se muestra en la figura IV-1, la dispensa y las descargas pueden ser una opción de gestión de desechos en todas las fases del proceso global. Suele ser más sencillo y eficaz deducir niveles de dispensa y límites de descarga generales que abordar la dispensa en cada fase del proceso.
  - Puesto que los escenarios y las evaluaciones de la dosis utilizados para deducir los niveles de dispensa suelen ser muy generales, parece adecuado en la mayoría de los casos utilizar niveles de dispensa genéricos deducidos a escala internacional (por ejemplo, ref. [IV-1]). Posteriormente, determinadas evaluaciones pueden limitarse a determinados tipos de desechos o al establecimiento de niveles de dispensa condicional.
  - En general, al elaborar procedimientos de dispensa habrá que tener en cuenta los tipos de desechos y los radionucleidos en cuestión para determinar los procedimientos adecuados de muestreo y medición.
-

## CUADRO IV-5. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-REQUISITOS

---

### **Deducción de requisitos (para el almacenamiento, el transporte y la disposición final)**

### **ES-REQUISITOS**

---

Finalidad de la evaluación	Deducción de requisitos para las distintas etapas de la gestión de desechos: <ul style="list-style-type: none"><li>— almacenamiento;</li><li>— transporte, y</li><li>— disposición final, al objeto de definir los requisitos de procesamiento de desechos.</li></ul>
Puntos finales de la evaluación	Los puntos finales dependen de la actividad en cuestión (véanse las observaciones).
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— En general, se utilizan supuestos prudentes.</li><li>— Los datos son genéricos (en el caso de actividades de gestión de desechos que no se refieren a una instalación concreta) o bien específicos del emplazamiento (cuando se deducen requisitos para una instalación concreta).</li></ul>
Plazos de la evaluación	Los plazos dependen de la actividad en cuestión (véanse las observaciones).
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>— La deducción de los requisitos formará parte de las evaluaciones de la seguridad realizadas respecto de las distintas actividades de gestión de desechos (véanse ES-ALMACENAMIENTO, ES-TRANSPORTE, e ISAM [IV-4] y ASAM). Los puntos finales y los plazos se determinarán como parte de esas evaluaciones.</li><li>— Los requisitos deducidos son de carácter genérico (como en el caso del transporte), o bien se basan en evaluaciones de la seguridad de instalaciones de almacenamiento o disposición final concretas y, por lo tanto, solo son válidos para determinadas rutas de gestión de desechos.</li><li>— Los requisitos deducidos tienen que ser suficientemente específicos para determinar el tipo de procesamiento de desechos necesario y su alcance.</li></ul>

---

CUADRO IV-6. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE  
ES-PROCESAMIENTO

**Evaluación del  
procesamiento de  
desechos**

**ES-PROCESAMIENTO**

Finalidad de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Directrices para la selección de un emplazamiento, o selección del emplazamiento para la instalación de procesamiento de desechos.</li> <li>— Evaluación de la seguridad de las operaciones de procesamiento de desechos, para posibilitar su planificación detallada.</li> <li>— Establecimiento de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• límites;</li> <li>• controles, y</li> <li>• condiciones respecto de la operación de procesamiento de desechos.</li> </ul> </li> </ul>
Puntos finales de la evaluación	<p>Evaluación de las operaciones de procesamiento de desechos. Los posibles puntos finales incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— emisiones de radionucleidos causadas por las operaciones de procesamiento de desechos;</li> <li>— concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;</li> <li>— dosis y riesgos para los trabajadores durante el procesamiento de desechos;</li> <li>— dosis para el público (exposición potencial de un miembro de un grupo), y</li> <li>— dosis para la biota no humana.</li> </ul>
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— En general, se utilizan supuestos prudentes.</li> <li>— Utilización de datos reales en la medida de lo posible y justificable; es decir, la utilización de datos genéricos se limita a los casos en que no se disponga de datos específicos del emplazamiento (por ejemplo, datos relativos a las repercusiones de sucesos y procesos potenciales) o a los casos en que recopilar datos sobre los desechos que se vayan a procesar no esté justificado por la importancia de los datos para los resultados de la evaluación.</li> </ul>
Plazos de la evaluación	Duración de las actividades de procesamiento de desechos
Observaciones	El tipo de procesamiento necesario y su alcance dependen de los requisitos deducidos para las etapas posteriores de la gestión de desechos (véase el cuadro IV-5).

## CUADRO IV-7. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-ALMACENAMIENTO

---

### Evaluación del almacenamiento de desechos

### ES-ALMACENAMIENTO

---

Finalidad de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— Directrices para la selección de un emplazamiento, o selección del emplazamiento para la instalación de almacenamiento.</li><li>— Evaluación de la seguridad del almacenamiento de desechos, para posibilitar la planificación detallada.</li><li>— Establecimiento de:<ul style="list-style-type: none"><li>• límites;</li><li>• controles, y</li><li>• condiciones respecto del almacenamiento de desechos.</li></ul></li></ul>
Puntos finales de la evaluación	<p>Evaluación de la instalación de almacenamiento. Los posibles puntos finales incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— emisiones de radionucleidos causadas por la operación de almacenamiento y los desechos almacenados;</li><li>— concentraciones de radionucleidos en el entorno circundante;</li><li>— dosis y riesgos para los trabajadores durante las actividades que comprende el almacenamiento de los desechos y actividades como el mantenimiento y la vigilancia;</li><li>— dosis para el público (exposición potencial de un miembro del grupo) durante la operación de almacenamiento y durante el período de almacenamiento;</li><li>— dosis para la biota no humana, y</li><li>— nivel de seguridad de la instalación.</li></ul>
Filosofía de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>— En general, se utilizan supuestos prudentes.</li><li>— Utilización de datos reales en la medida de lo posible y justificable; es decir, la utilización de datos genéricos se limita a los casos en que no se disponga de datos específicos del emplazamiento (por ejemplo, datos relativos a las repercusiones de sucesos y procesos potenciales) o a los casos en que recopilar datos sobre los desechos que se vayan a almacenar no esté justificado por la importancia de los datos para los resultados de la evaluación.</li></ul>
Plazos de la evaluación	<p>Plazo previsto para el establecimiento de una instalación de disposición final (incluido el margen para imprevistos (véase el cuadro IV-1)).</p>
Observaciones	<p>Se deberán examinar periódicamente los controles y las condiciones relativos a la seguridad del almacenamiento de desechos. Estas cuestiones se abordan en ES-EXAMEN (cuadro IV-8).</p>

---

## CUADRO IV-8. CONTEXTO DE EVALUACIÓN DE ES-EXAMEN

<b>Evaluación de los exámenes periódicos de la seguridad de una instalación de almacenamiento</b>	<b>ES-EXAMEN</b>
Finalidad de la evaluación	Determinar la frecuencia y el alcance de los exámenes periódicos requeridos de la seguridad de una instalación de almacenamiento de desechos
Puntos finales de la evaluación	Los puntos finales de la evaluación son idénticos a los de ESALMACENAMIENTO (cuadro IV-7) relativos al período de almacenamiento de los desechos
Filosofía de la evaluación	Idéntica a la de ES-ALMACENAMIENTO
Plazos de la evaluación	Idénticos a los de ES-ALMACENAMIENTO
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>— Esta evaluación de la seguridad aborda los mismos sucesos y procesos ya considerados en ES-ALMACENAMIENTO, por lo que normalmente se llevará a cabo en combinación con ESALMACENAMIENTO o incluso como parte de ella.</li><li>— Durante los exámenes periódicos, los supuestos formulados en las evaluaciones de la seguridad subyacentes (ES-ALMACENAMIENTO, ES-EXAMEN) pueden resultar inadecuados (por ejemplo, no se tienen en cuenta determinados sucesos o procesos, los supuestos son demasiado conservadores). Por ello, pueden ser necesarias actualizaciones de esas evaluaciones de la seguridad y medidas adicionales para mantener la seguridad.</li></ul>

IV-8. Es importante distinguir entre los tipos de desechos que ya existen y se encuentran en una instalación de almacenamiento y los desechos nuevos que se produzcan. En el caso de los desechos existentes que se hayan depositado en una instalación de almacenamiento en el pasado, es posible que la seguridad tecnológica y física de los sistemas de almacenamiento no sea adecuada según las normas vigentes. Tal vez sean necesarias medidas reparadoras para mejorar las medidas de seguridad tecnológica y física introduciendo cambios en el estado

de los desechos o mejoras en la instalación de almacenamiento o recuperando los desechos y almacenándolos en otra instalación<sup>1</sup>.

IV-9. Tanto en el caso de los desechos nuevos como en el de los recuperados de una instalación de almacenamiento antigua, el siguiente paso es determinar si es necesario procesarlos y, en caso afirmativo, qué tipo de procesamiento es necesario para que los desechos se puedan almacenar de forma tecnológica y físicamente segura. Lo ideal es que el procesamiento se planifique y se lleve a cabo de forma que los desechos también sean aptos para el transporte y la disposición final posteriores.

IV-10. Una vez procesados en la medida necesaria, los desechos se depositarán en una instalación de almacenamiento, a menos que sea posible la disposición final directa. Esa instalación sirve como solución provisional durante el tiempo necesario para establecer una instalación de eliminación adecuada.

IV-11. Durante todas las fases del proceso, puede ser posible la dispensa de los desechos, es decir, su retirada del control reglamentario y su disposición final como desechos no radiactivos o el reciclado de los materiales de desecho (por ejemplo, en el caso de los metales). La dispensa del control reglamentario es una opción de gestión de desechos que puede estar disponible desde el comienzo mismo del proceso, es decir, tras la determinación del tipo de desechos. Otra alternativa sería considerar la dispensa en fases posteriores del proceso, pues esa opción tal vez solo esté disponible tras el procesamiento de los desechos (segregación, descontaminación) o después de almacenarlos para su desintegración radiactiva.

IV-12. En el caso de los desechos líquidos o gaseosos, una opción análoga de gestión de desechos es su descarga. Como se ha indicado en el caso de la dispensa, la descarga puede ser una opción en cualquier fase del proceso global. Ejemplos de descarga de desechos en fases posteriores son la descarga de desechos líquidos o gaseosos producidos durante las actividades de gestión

---

<sup>1</sup> La decisión que se muestra en la figura IV-1 de si adoptar medidas reparadoras (es decir, una intervención) en el caso de desechos ya almacenados no se aplica a los desechos que se encuentran en almacenamiento provisional a la espera de ser procesados en el marco de una actividad de gestión de los desechos previa a la disposición final. Se aplica a los desechos respecto de los cuales ya se ha tomado la decisión de almacenarlos en su forma actual, de modo que cualquier cambio se consideraría una intervención. Los desechos que se encuentran en almacenamiento provisional se tratarían de la misma manera que los desechos nuevos que se produzcan en una actividad, y se decidiría si es necesario el procesamiento en el punto de decisión correspondiente a este.

de desechos (en particular, el procesamiento) y la descarga de líquidos tras su almacenamiento para la desintegración radiactiva.

### **Determinación del tipo de desechos**

IV-13. Para determinar qué opciones de gestión son adecuadas para los desechos en cuestión, es necesario conocer varias de las características principales de estos, a saber:

- 1) ¿Son líquidos, sólidos o una mezcla de líquidos y sólidos?
- 2) ¿La tasa de dosis es alta o baja?
- 3) Los radioisótopos dominantes, ¿son de período largo o corto?
- 4) ¿Son inflamables o no inflamables?
- 5) ¿Son explosivos o no explosivos?
- 6) ¿Contienen partículas alfa o no?
- 7) ¿Son corrosivos o no corrosivos?
- 8) ¿Emiten gases o no emiten gases?
- 9) ¿Son fisibles o no fisibles?
- 10) ¿Tienen contención o no?
- 11) ¿La contención es buena o mala?
- 12) ¿Se dispone de registros?
- 13) ¿Están bien etiquetados los desechos?

IV-14. Sin embargo, la caracterización de los desechos en esta fase solo es general y se realiza únicamente en la medida necesaria para tomar decisiones sobre la línea de actuación ulterior y sobre las medidas inmediatas que podrían ser necesarias (por ejemplo, para mejorar la seguridad o las disposiciones de respuesta a emergencias). La recopilación de datos detallados se lleva a cabo como parte de la preparación de las evaluaciones de la seguridad en fases posteriores del proceso para no tomar muestras ni realizar mediciones innecesarias (por ejemplo, la caracterización química y física detallada de desechos que más tarde se determinará que son candidatos a dispensa o descarga).

### **Medidas reparadoras**

IV-15. En el caso de los desechos que se encuentran en una instalación de almacenamiento antigua (no en almacenamiento provisional como parte de una actividad en curso, como se explica en la nota 1, párr. IV-8), puede ser necesario adoptar medidas reparadoras para mejorar la seguridad tecnológica y física (véase la fig. IV-2).

IV-16. La primera pregunta a la que se debe responder es si la situación existente es aceptable desde el punto de vista de la seguridad tecnológica y física o si son necesarias medidas correctivas para mejorar la seguridad tecnológica y física. Eso quiere decir que solo se aborda la pregunta de si es necesario adoptar medidas correctivas, no la de qué medidas correctivas deberían adoptarse (en caso de que se consideraran necesarias). En la evaluación de la seguridad requerida en esta fase (“ES-INTERVENCIÓN”) se examinan, en particular, las dosis y los riesgos derivados del lugar y las condiciones actuales de los desechos. El período de tiempo que debe considerarse llega hasta el momento en que está previsto que esté disponible una instalación de disposición final para los desechos.

IV-17. Si esta evaluación de la seguridad indica que es necesaria una intervención, se deben determinar y evaluar las opciones para mejorar la situación (“ES-OPCIONES”). Puede ser necesario introducir mejoras en el diseño de la instalación de almacenamiento o recuperar los desechos total o parcialmente.

IV-18. En caso de que se considere necesaria una intervención en el marco de ES-INTERVENCIÓN, esta evaluación de la seguridad se combinará probablemente, en la práctica, con la evaluación de la seguridad ES-OPCIONES para determinar el tipo de intervención y su alcance. No obstante, estas dos evaluaciones de la seguridad tienen alcances diferentes y se llevarán a cabo de forma consecutiva. Desde un punto de vista metodológico, se tratan por separado.

IV-19. En caso de que los desechos se vayan a recuperar de una instalación de almacenamiento existente, los desechos recuperados se tratarán de forma análoga a los desechos nuevos que se produzcan, es decir, se determinarán las opciones para su procesamiento y para su almacenamiento y, cuando sea posible, su disposición final en condiciones de seguridad. Sin embargo, en el caso de la recuperación de los desechos se deben tener en cuenta consideraciones especiales de seguridad. Eso ocurre, en particular, cuando los desechos se almacenaron originalmente sin procesar o bien el procesamiento fue limitado y su forma es inadecuada (por ejemplo, no tienen embalaje). La planificación y la ejecución de tales actividades de recuperación se basarán en la evaluación de la seguridad “ES-RECUPERACIÓN”.

IV-20. Para almacenar los desechos tras su recuperación y su procesamiento, se puede utilizar la instalación existente, normalmente después de adoptar medidas para mejorar su seguridad tecnológica y física. Otra alternativa sería almacenar los desechos en otra instalación existente o en una nueva. La evaluación de la seguridad “ES-ALMACENAMIENTO” requerida en esta fase es, en principio,

idéntica a la requerida para el almacenamiento cuando se producen desechos nuevos, que se aborda en los párrafos IV-34 a IV-38.

### **Dispensa o descarga**

IV-21. La dispensa (principalmente de desechos sólidos) y la descarga (de desechos líquidos y gaseosos) son opciones importantes para reducir el volumen de los desechos que hay que almacenar y, en última instancia, que deben ser objeto de disposición final. En algunos casos (por ejemplo, el del acero inoxidable), el valor económico también puede incentivar la dispensa de los desechos.

IV-22. La primera pregunta que se plantea en la figura IV-3 es si existen criterios y procedimientos para la dispensa o la descarga, según proceda. Si no es el caso, se deben elaborar (“ES-DISPENSA”<sup>2</sup>).

IV-23. Respecto de los niveles de dispensa, se pueden aplicar los enfoques genéricos recomendados en la referencia [IV-1]. Otra alternativa sería elaborar criterios y procedimientos de dispensa específicos para determinados tipos de desechos o para determinadas opciones de disposición final o reciclado. En este último caso pueden deducirse criterios para la dispensa condicional, es decir, solo se retirará el control reglamentario si la entidad que produce los desechos puede garantizar al órgano regulador que se cumplen determinadas restricciones en materia de disposición final o reciclado de desechos.

IV-24. En la referencia [IV-2] se ofrecen orientaciones sobre la elaboración de criterios y procedimientos para las descargas.

IV-25. Una vez elaborados los criterios y procedimientos de dispensa y descarga, se aplicarán a los desechos en cuestión y se determinará si es posible la dispensa o la descarga de estos. El objetivo de la evaluación de la seguridad ES-DISPENSA es proporcionar, como parte de los procedimientos elaborados para el muestreo y las mediciones, requisitos para esta decisión.

IV-26. Si los desechos cumplen los criterios, se puede proceder a su dispensa o su descarga. En caso contrario, permanecerán en el proceso global de gestión

---

<sup>2</sup> En aras de la brevedad, la abreviación de esta evaluación de la seguridad hace referencia únicamente a la dispensa, pero en ella también se abordan los criterios y procedimientos para la descarga, según proceda.

de desechos radiactivos y pasarán a la etapa de procesamiento adecuada según la figura IV-1.

IV-27. En caso de dispensa incondicional, los desechos se retirarán del control reglamentario. En caso de dispensa condicional y de descarga en general, se mantendrán algunos requisitos reglamentarios, como garantizar que la dispensa y la descarga se realizan de conformidad con las restricciones especificadas y prescribir, en particular en el caso de las descargas, requisitos de monitorización.

### **Procesamiento**

IV-28. El procesamiento de los desechos consiste en cualquier operación que modifique sus características, incluidos el tratamiento previo, el tratamiento y el acondicionamiento. Su objetivo es modificar la forma de los desechos, según sea necesario, para cumplir los requisitos para su almacenamiento, transporte y disposición final (fig. IV-4).

IV-29. Si no existen tales requisitos, se deberán elaborar antes de tomar cualquier decisión sobre el procesamiento de los desechos (“ES-REQUISITOS”). Como ya se ha indicado, lo ideal sería que en esta fase se dedujeran los requisitos para todas las etapas posteriores de la gestión de desechos, incluidos el transporte y la disposición final. Así no será necesario volver a someter los desechos a procesamiento en una fase posterior, lo cual sería desfavorable desde el punto de vista económico y además, en caso de que se pueda evitar, entraría en conflicto con el requisito general de optimizar el proceso. En la práctica, sin embargo, eso no será posible en todas las situaciones, como en el caso, que se da con frecuencia, de que no exista una instalación de disposición final o no se haya planificado su construcción.

IV-30. Tras elaborar los requisitos, o si estos ya existen, los desechos en cuestión se caracterizarán en la medida necesaria para determinar si los cumplen o no. El objetivo de la evaluación de la seguridad ES-REQUISITOS es proporcionar las especificaciones necesarias para la caracterización requerida.

IV-31. Si los desechos en su forma actual no cumplen los requisitos, se deberán someter a procesamiento. Eso puede implicar las etapas principales siguientes:

- 1) segregación de los tipos de desechos que se someten a diferentes tipos de tratamiento, dispensa o descarga;

- 2) almacenamiento de los desechos para su desintegración radiactiva con el fin de facilitar su tratamiento o posibilitar su dispensa o su descarga, y
- 3) acondicionamiento y embalaje de los desechos.

IV-32. Después del procesamiento, los desechos se trasladarán para su almacenamiento o su disposición final. Los procedimientos de dispensa o descarga se aplicarán a las partes segregadas o descontaminadas de los desechos que podrían cumplir potencialmente los niveles de dispensa o descarga (véanse los párrs. IV-21 a IV-27).

IV-33. Las actividades detalladas relacionadas con el procesamiento de desechos pueden ser bastante complejas. En función de la naturaleza de los desechos y de los cambios necesarios en su forma química y física, habrá que tener en cuenta los riesgos para los trabajadores, así como para el público y el medio ambiente. Estos aspectos se abordan en la evaluación de la seguridad “ES-PROCESAMIENTO”, en que se examinan la instalación en la que se está llevando a cabo el procesamiento de los desechos y todas las actividades conexas que se realizan en ella.

### **Almacenamiento**

IV-34. Como ya se ha indicado en los párrafos IV-7 a IV-12, el almacenamiento de los desechos se considera únicamente una solución provisional hasta que se disponga de una instalación de disposición final. Sin embargo, dado que en muchos Estados no se dispone de instalaciones de disposición final, ni se dispondrá de ellas a corto plazo, los sistemas de almacenamiento tecnológica y físicamente seguros desempeñan un papel importante en la gestión de desechos radiactivos en general (fig. IV-5).

IV-35. La primera pregunta que se plantea es si ya existe una instalación de almacenamiento. En caso afirmativo, se debe evaluar si los desechos se pueden almacenar en ella de forma tecnológica y físicamente segura. Si la instalación no es segura, habrá que mejorarla. En este caso, la situación es comparable a la expuesta en la figura IV-2, relativa a la evaluación de la adecuación de los sistemas de almacenamiento de los desechos existentes.

IV-36. Si hasta la fecha no existe ninguna instalación, habrá que diseñar y construir una nueva, teniendo en cuenta los requisitos de seguridad tecnológica y física aplicables a los tipos concretos de desechos que haya que almacenar.

IV-37. La evaluación de la seguridad “ES-ALMACENAMIENTO”, que aborda la adecuación de una instalación de almacenamiento, será, en principio, idéntica en ambos casos. La principal diferencia radica en que las evaluaciones se basarán en la situación actual y en las opciones para mejorarla en el caso de una instalación existente, mientras que en el de una instalación nueva la evaluación se basará en el diseño previsto.

IV-38. Tras la puesta en servicio de una instalación de almacenamiento, serán necesarios exámenes periódicos de la seguridad, en particular en el caso de períodos de almacenamiento prolongados. Entre los parámetros que se deben abordar figuran los cambios en el cuerpo del desecho o en las estructuras de contención, así como el funcionamiento adecuado de todos los sistemas relacionados con la seguridad tecnológica y física. Los detalles de los procedimientos de examen requeridos vendrán determinados por la evaluación de la seguridad “ES-EXAMEN”, que en la práctica se desarrollará en la mayoría de los casos junto con ES-ALMACENAMIENTO, o incluso podrá formar parte de ella.

### **Disposición final**

IV-39. El objetivo último es la disposición final de los desechos radiactivos en condiciones de seguridad. Cuando exista una instalación de disposición final adecuada, los desechos se trasladarán a ella directamente después de su procesamiento o tras un período de almacenamiento.

IV-40. Puede ser necesario volver a someter los desechos a procesamiento para que se cumplan los criterios relacionados con el transporte y la disposición final, aunque eso debería evitarse en la medida de lo posible (véanse los párrs. IV-28 a IV-33). No obstante, si es necesario someter los desechos a procesamiento adicional, el tipo de actividades y la evaluación de la seguridad “ES-PROCESAMIENTO” requeridos son idénticos a los descritos en los párrafos IV-28 a IV-33.

IV-41. Para el transporte de los desechos, se necesitará una evaluación de la seguridad “ES-TRANSPORTE”. Esta puede ser muy sencilla en el caso de los desechos no problemáticos, y consistirá únicamente en demostrar que se cumplen los criterios sobre el contenido, las tasas de dosis, etc., de la actividad estipulados en el reglamento de transporte del OIEA [IV-3]. En el caso de desechos más problemáticos (en particular, los de actividad alta), puede ser necesario realizar evaluaciones más detalladas de los riesgos relacionados con el transporte.

IV-42. La eventual disposición final de los desechos requerirá una evaluación de la seguridad exhaustiva que abarque tanto la etapa operacional del repositorio como su seguridad a largo plazo. En el proyecto coordinado de investigación ISAM [IV-4] y el proyecto sucesor de este, ASAM, se desarrolló una metodología para este fin. El examen de esta etapa de la gestión de desechos radiactivos queda fuera del alcance del proyecto SADRWMS.

## FINALIDAD Y ALCANCE DE LAS EVALUACIONES DE LA SEGURIDAD

IV-43. En función de la descripción de las etapas pertinentes de la gestión de desechos, las evaluaciones de la seguridad consideradas necesarias para las distintas etapas del proceso pueden caracterizarse en relación con los siguientes aspectos:

- 1) la finalidad de la evaluación de la seguridad, es decir, las preguntas que se deben abordar y responder;
- 2) los aspectos generales del contexto de evaluación de cada evaluación.

IV-44. Las distintas evaluaciones de la seguridad se denominan con las abreviaciones ya definidas. Respecto de cada una, en los cuadros se indican los elementos principales en cuanto a:

- 1) su finalidad;
- 2) sus puntos finales;
- 3) su filosofía, y
- 4) sus plazos.

IV-45. Además, se incluyen observaciones sobre el contenido de cada evaluación de la seguridad y su relación con otras evaluaciones de la seguridad.

IV-46. En los cuadros IV-1 a IV-8 no se mencionan algunos aspectos generales de las evaluaciones de la seguridad, como el marco regulador como parte del contexto de evaluación y el empleo de la evaluación de la seguridad para contribuir a aumentar la confianza del público. Esos aspectos dependerán en gran medida de las condiciones concretas en que se lleven a cabo las evaluaciones.

## REFERENCIAS DEL ANEXO IV

- [IV-1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.7*, OIEA, Viena, 2007.
- [IV-2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.3*, OIEA, Viena, 2007.
- [IV-3] 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, 2013.
- [IV-4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities, ISAM, Vol. 1 — Review and enhancement of safety assessment approaches and tools, Vol. 2 — Test cases*, IAEA, Vienna (2004).



## COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Ávila, R.	Facilia AB (Suecia)
Fischer, C.	Autoridad de Clausura de Instalaciones Nucleares (Reino Unido)
François, P.	Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear (Francia)
Goldammer, W.	Consultor (Alemania)
Grossman, C.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Guskov, A.	Empresa Unitaria Estatal MosSIA RADON (Federación de Rusia)
Keyser, P.	Autoridad Sueca de Protección Radiológica (Suecia)
Kinker, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ledroit, F.	Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear (Francia)
McKenney, C.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Metcalf, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Oppermann, U.	Sociedad para la Seguridad de Instalaciones y Reactores (Alemania)
Raicevic, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Selling, H.	Dirección de Sustancias Químicas, Desechos y Protección Radiológica (Países Bajos)





# IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

## PEDIDOS DE PUBLICACIONES

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

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

### AMÉRICA DEL NORTE

#### ***Bernan / Rowman & Littlefield***

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

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

Correo electrónico: [orders@rowman.com](mailto:orders@rowman.com) • Sitio web: [www.rowman.com/bernan](http://www.rowman.com/bernan)

### RESTO DEL MUNDO

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

#### ***Eurospan Group***

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

#### ***Pedidos comerciales y consultas:***

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

Correo electrónico: [eurospan@turpin-distribution.com](mailto:eurospan@turpin-distribution.com)

#### ***Pedidos individuales:***

[www.eurospanbookstore.com/iaea](http://www.eurospanbookstore.com/iaea)

#### ***Para más información:***

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

Correo electrónico: [info@eurospangroup.com](mailto:info@eurospangroup.com) • Sitio web: [www.eurospangroup.com](http://www.eurospangroup.com)

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

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

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

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

Correo electrónico: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) • Sitio web: <https://www.iaea.org/es/publicaciones>





# Seguridad mediante las normas internacionales

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
VIENA