

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	ANTECEDENTES.....	1
	PROPÓSITO DE LA PRESENTE PUBLICACIÓN.....	2
	ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
	ESTRUCTURA	3
2.	OBJETIVO DE LA SEGURIDAD.....	4
3.	PRINCIPIOS DE SEGURIDAD	4
	INTRODUCCIÓN	4
	Principio 1: Responsabilidad de la seguridad	5
	Principio 2: Función del gobierno.....	6
	Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad.....	7
	Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades.....	8
	Principio 5: Optimización de la protección.....	8
	Principio 6: Limitación de los riesgos para las personas	9
	Principio 7: Protección de las generaciones presentes y futuras.....	10
	Principio 8: Prevención de accidentes	10
	Principio 9: Preparación y respuesta en casos de emergencia	11
	Principio 10: Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados.....	12
	COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y REVISIÓN	14
	ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD.....	14

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. La radiactividad es un fenómeno natural y las fuentes naturales de radiación son una característica del medio ambiente. Las radiaciones⁴ 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 asociados a las radiaciones⁵ que estas aplicaciones pueden entrañar para los trabajadores y la población 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.

1.2. La reglamentación relativa a la seguridad es una responsabilidad nacional. Sin embargo, los riesgos asociados a las radiaciones 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 dañinas. La cooperación internacional se ve facilitada por las convenciones, los códigos de conducta y las normas de seguridad internacionales relacionados con la seguridad.

1.3. 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.

1.4. Los Estados suscriben asimismo convenciones internacionales referentes a las actividades nucleares y relacionadas con las radiaciones que se llevan a cabo dentro de su jurisdicción. La Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, la Convención sobre Seguridad Nuclear y la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos imponen obligaciones concretas a las Partes Contratantes. Las normas de seguridad del OIEA

⁴ Por “radiaciones” se entienden aquí las radiaciones ionizantes.

⁵ La expresión “riesgos asociados a las radiaciones” se utiliza aquí en el sentido general, para referirse a lo siguiente:

- Los efectos nocivos para la salud de la exposición a las radiaciones (incluida la probabilidad de que esos efectos se produzcan).
- Cualesquiera otros riesgos relacionados con la seguridad (incluidos los riesgos para los ecosistemas del medio ambiente) que puedan plantearse como consecuencia directa de:
 - la exposición a las radiaciones;
 - la presencia de material radiactivo (incluidos los desechos radiactivos) o su liberación al medio ambiente;
 - 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.

A los efectos de las normas de seguridad del OIEA, se parte del supuesto de que no existe un umbral en la dosis de radiación por debajo del cual no se incurre en ningún riesgo. En los requisitos de seguridad y en las guías de seguridad se especifican las exposiciones a la radiación y los demás riesgos a los que se refiere cada publicación.

constituyen un instrumento útil para las Partes Contratantes en la evaluación de su desempeño en relación con esas convenciones internacionales. Las normas de seguridad apoyan también la aplicación del Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas y del Código de Conducta sobre la seguridad de los reactores de investigación.

1.5. Las normas de seguridad del OIEA comprenden las nociones fundamentales de seguridad, los requisitos de seguridad y las guías de seguridad; el Organismo y las organizaciones patrocinadoras las aplican en sus operaciones, y se recomienda que los Estados, las autoridades nacionales y otras organizaciones internacionales las utilicen en relación con sus propias actividades. Las convenciones internacionales y las normas de seguridad del OIEA, debidamente complementadas por las normas de la industria y por requisitos nacionales detallados, establecen una base coherente y amplia para la adecuada protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones. En sus actividades, el OIEA seguirá persiguiendo el objetivo fundamental de la seguridad enunciado en la sección 2, de conformidad con los principios de seguridad que se establecen en el presente documento, y alentará a sus Estados Miembros a hacer otro tanto.

1.6. El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) recopila, evalúa y divulga información sobre los efectos de las radiaciones en la salud y sobre los niveles de exposición a la radiación procedente de diferentes fuentes. Sus conclusiones y las recomendaciones de órganos de expertos internacionales, en particular de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), se tienen en cuenta al elaborar las normas de seguridad del OIEA.

1.7. 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 asociados a las radiaciones, otros riesgos y cualquier otro efecto perjudicial a que pueda dar lugar esa medida o actividad.

PROPÓSITO DE LA PRESENTE PUBLICACIÓN

1.8. El propósito de la presente publicación es establecer el objetivo fundamental de la seguridad, los principios de seguridad y los conceptos en los que se fundamentan las normas de seguridad del OIEA y su programa relacionado con la seguridad. Los requisitos correspondientes se establecen en las publicaciones relativas a los requisitos de seguridad. En las guías de seguridad conexas figuran orientaciones sobre cómo cumplir esos requisitos.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.9. En la presente publicación se enuncian el objetivo fundamental de la seguridad y los diez principios de seguridad conexos y se describe brevemente su propósito. El objetivo fundamental de la seguridad se aplica a todas las circunstancias en que se planteen riesgos asociados a las radiaciones. Los principios de seguridad se aplican, según el caso, a lo largo de toda la duración de las instalaciones y actividades – ya existentes y nuevas – que tienen

fines pacíficos⁶, y a las medidas protectoras destinadas a reducir los riesgos existentes en relación con las radiaciones. Constituyen la base de los requisitos y medidas de protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones, así como de la seguridad de las instalaciones y actividades que dan lugar a ese tipo de riesgos, en particular, de las instalaciones y los usos nucleares de la radiación y de las fuentes radiactivas, el transporte de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos.

1.10. Las medidas de seguridad tecnológica y física tienen en común la finalidad de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente. Los principios de seguridad conciernen a la seguridad física de las instalaciones y actividades en la medida en que se aplican a disposiciones que contribuyen a la seguridad tanto tecnológica como física, por ejemplo:

- las disposiciones adecuadas en el diseño y la construcción de las instalaciones y otros establecimientos nucleares;
- los controles del acceso a las instalaciones y otros establecimientos nucleares con el fin de prevenir la pérdida, o la retirada, posesión, transferencia y utilización no autorizadas, de material radiactivo;
- los arreglos para mitigar las consecuencias de accidentes y fallos, que facilitan también la adopción de medidas para hacer frente a las violaciones de la seguridad física que generan riesgos asociados a las radiaciones;
- las medidas para la seguridad física de la gestión de las fuentes radiactivas y del material radiactivo.

Las medidas de seguridad tecnológica y física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica, y viceversa.

ESTRUCTURA

1.11. En la sección 2 se establece el objetivo fundamental de la seguridad. En la sección 3 se presentan los diez principios que se habrán de aplicar para alcanzar ese objetivo y se describen el propósito y la aplicación de cada principio.

⁶ La frase "instalaciones y actividades -ya existentes y nuevas- que tienen fines pacíficos" se utiliza en adelante en la forma abreviada "instalaciones y actividades" como expresión general para indicar cualquier actividad humana que pueda causar la exposición de personas a los riesgos asociados a las radiaciones procedentes de fuentes naturales o artificiales. El término "instalaciones" comprende las instalaciones nucleares y de irradiación, algunas instalaciones de extracción y tratamiento de materia prima, como las minas de uranio, las instalaciones de gestión de desechos, y cualquier otro lugar en que se produzcan, procesen, utilicen, manipulen, almacenen o eliminen materiales radiactivos – o en que se instalen generadores de radiación - en escala tal que sea necesario tomar en consideración la protección y la seguridad. El término "actividades" comprende la producción, utilización, importación y exportación de fuentes de radiación para fines industriales, de investigación y médicos, el transporte de materiales radiactivos, la clausura de instalaciones, las actividades de gestión de desechos radiactivos, tales como la descarga de efluentes, y algunos aspectos de la rehabilitación de emplazamientos afectados por residuos de actividades del pasado.

2. OBJETIVO DE LA SEGURIDAD

El objetivo fundamental de la seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.

2.1. Este objetivo fundamental de proteger a las personas - individual y colectivamente - y el medio ambiente debe alcanzarse sin restringir indebidamente la explotación de las instalaciones o la realización de actividades que sean fuente de riesgos asociados a las radiaciones. Para garantizar que las instalaciones se exploten y las actividades se realicen de modo que se logre el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar, es necesario adoptar medidas con el fin de:

- a) controlar la exposición de las personas a las radiaciones y la liberación de material radiactivo al medio ambiente;
- b) reducir la probabilidad de sucesos que puedan dar lugar a una pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación;
- c) mitigar las consecuencias de esos sucesos, cuando se produzcan.

2.2. El objetivo fundamental de la seguridad se aplica a todas las instalaciones y actividades y a todas las etapas del ciclo de vida de una instalación o fuente de radiación, a saber, la planificación, la selección del emplazamiento, el diseño, la fabricación, la construcción, la puesta en servicio y la explotación, así como la clausura y el cierre. Ello comprende las actividades conexas de transporte de material radiactivo y gestión de los desechos radiactivos.

2.3. Se han formulado diez principios de seguridad, que constituyen la base para elaborar los requisitos y aplicar las medidas de seguridad con el fin de alcanzar el objetivo fundamental de la seguridad. Los principios de seguridad forman un conjunto que se aplica en su totalidad; aunque en la práctica diferentes principios pueden revestir mayor o menor importancia según las circunstancias, es indispensable la aplicación adecuada de todos los principios pertinentes.

3. PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

INTRODUCCIÓN

3.1. Para los fines de la presente publicación, por “seguridad” se entiende la protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones, así como la seguridad de las instalaciones y actividades que dan lugar a esos riesgos. Tal como se utiliza aquí y en las normas de seguridad del OIEA, el término "seguridad" comprende la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad radiológica, la seguridad de la gestión de los desechos radiactivos, y la seguridad en el transporte de material radiactivo; no comprende los aspectos de la seguridad que no se relacionan con las radiaciones.

3.2. La seguridad se ocupa tanto de los riesgos asociados a las radiaciones en circunstancias normales como de esos riesgos cuando son consecuencia de incidentes⁷, y también de otras posibles consecuencias directas de 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. Las medidas de seguridad comprenden acciones encaminadas a prevenir los incidentes, y disposiciones para mitigar sus consecuencias, si llegaran a ocurrir.

Principio 1: Responsabilidad de la seguridad
La responsabilidad primordial de la seguridad debe recaer en la persona u organización a cargo de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones.

3.3. La persona u organización encargada de una instalación o actividad que genere riesgos asociados a las radiaciones, o de la ejecución de un programa de medidas para reducir la exposición a las radiaciones, tiene la responsabilidad primordial de la seguridad⁸.

3.4. La autorización para explotar una instalación o realizar una actividad puede concederse a una entidad explotadora o a una persona, que será el titular de la licencia⁹.

3.5. El titular de la licencia es el responsable principal de la seguridad a lo largo de toda la duración de las instalaciones y actividades, y esa responsabilidad no puede delegarse. Otros grupos, como los autores de los diseños, los fabricantes y constructores, los empleadores, los contratistas y los expedidores y transportistas, también tienen responsabilidades jurídicas, profesionales o funcionales respecto de la seguridad.

3.6. El titular de la licencia es responsable de:

- establecer y mantener las competencias necesarias;
- proporcionar capacitación e información adecuadas;
- establecer procedimientos y arreglos para mantener la seguridad en toda circunstancia;
- verificar la idoneidad del diseño y la adecuada calidad de las instalaciones y actividades y del equipo conexas;
- garantizar el control en condiciones de seguridad de todo el material radiactivo que se utilice, produzca, almacene o transporte;
- garantizar el control en condiciones de seguridad de todos los desechos radiactivos que se generen.

Estas funciones se deben cumplir de conformidad con los objetivos y requisitos de seguridad aplicables que haya establecido o aprobado el órgano regulador, lo cual se logrará mediante la aplicación del sistema de gestión.

⁷ El término "incidentes" comprende los sucesos iniciadores, los precursores de accidentes, los cuasi accidentes, los accidentes y los actos no autorizados (tanto dolosos como no dolosos).

⁸ El hecho de no contar con una autorización no exonerará a la persona u organización encargada de la instalación o actividad de su responsabilidad respecto de la seguridad.

⁹ A los efectos de la presente publicación, se utiliza el término "titular de la licencia"; pueden ser aplicables otras formas de autorización, como la inscripción en registro. En algunas circunstancias, el gobierno o un empleador puede asumir la responsabilidad de la seguridad de las instalaciones y actividades.

3.7. Puesto que la gestión de los desechos radiactivos puede abarcar muchas generaciones humanas, debe prestarse atención al cumplimiento de las responsabilidades del titular de la licencia (y del regulador) en relación con las operaciones del presente y con las posibles operaciones del futuro. Deben preverse asimismo la continuidad de las responsabilidades y la satisfacción de las necesidades de financiación a largo plazo.

Principio 2: Función del gobierno
Debe establecerse y mantenerse un marco de seguridad jurídico y gubernamental eficaz, que incluya un órgano regulador independiente.

3.8. Un marco jurídico y gubernamental debidamente establecido permite la regulación de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados con las radiaciones y una clara asignación de las responsabilidades. El gobierno es responsable de adoptar, en su ordenamiento jurídico nacional, la legislación, reglamentación y demás normas y medidas que puedan ser necesarias para el cumplimiento efectivo de todas sus responsabilidades nacionales y obligaciones internacionales, y de establecer un órgano regulador independiente.

3.9. Las autoridades gubernamentales deben velar por que se adopten las disposiciones necesarias para preparar programas de medidas destinadas a reducir los riesgos asociados a las radiaciones, con inclusión de medidas para hacer frente a situaciones de emergencia, monitorizar las emisiones de sustancias radiactivas al medio ambiente y proceder a la disposición final de los desechos radiactivos. Las autoridades gubernamentales deben asegurar el control de las fuentes de radiación respecto de las cuales ninguna otra organización es responsable, como es el caso de algunas fuentes naturales, de las "fuentes huérfanas"¹⁰ y de los residuos radiactivos de algunas instalaciones y actividades del pasado.

3.10. El órgano regulador debe:

- contar con la autoridad legal, la competencia técnica y de gestión y los recursos humanos y financieros adecuados para cumplir sus funciones;
- ser efectivamente independiente del titular de la licencia y de cualquier otro órgano, de modo que esté exento de toda presión indebida de las partes interesadas;
- establecer medios apropiados para informar a las partes situadas en las cercanías, al público y otras partes interesadas y a los medios de comunicación sobre los aspectos relativos a la seguridad (incluidos los aspectos sanitarios y ambientales) de las instalaciones y actividades y sobre los procesos reglamentarios;
- consultar con las partes situadas en las cercanías, con el público y con otras partes interesadas, según el caso, mediante un proceso abierto y no excluyente.

Los gobiernos y órganos reguladores tienen, por consiguiente, la importante responsabilidad de establecer normas y de crear el marco reglamentario para la protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones. No obstante, la responsabilidad primordial de la seguridad incumbe al titular de la licencia.

¹⁰ Una "fuente huérfana" es una fuente radiactiva que no está sometida a control reglamentario, sea porque nunca lo ha estado, sea porque ha sido abandonada, perdida, extraviada, robada o transferida de otro modo sin la debida autorización.

3.11. En el caso de que el titular de la licencia sea una dependencia del gobierno, esa dependencia debe identificarse claramente como distinta y efectivamente independiente de las dependencias gubernamentales que tienen funciones de reglamentación.

Principio 3: Liderazgo y gestión en pro de la seguridad
Deben establecerse y mantenerse un liderazgo y una gestión que promuevan eficazmente la seguridad en las organizaciones que se ocupan de los riesgos asociados a las radiaciones, y en las instalaciones y actividades que los generan.

3.12. El liderazgo en las cuestiones de seguridad debe ejercerse a los más altos niveles de una organización. La seguridad debe lograrse y mantenerse mediante un sistema de gestión eficaz. El sistema ha de integrar todos los elementos de la gestión, de modo que los requisitos de la seguridad tecnológica se definan y apliquen de forma coherente con los demás requisitos, incluidos los relativos al desempeño humano, a la calidad y a la seguridad física, y de modo que la seguridad tecnológica no se vea comprometida por otros requisitos o exigencias. El sistema de gestión debe también garantizar la promoción de una cultura de la seguridad, la evaluación regular del comportamiento en materia de seguridad y la aplicación de las enseñanzas extraídas de la experiencia.

3.13. Debe integrarse en el sistema de gestión una cultura de la seguridad que rijas las actitudes y los comportamientos en relación con la seguridad de todas las organizaciones y personas interesadas. Una cultura de la seguridad abarca lo siguiente:

- un compromiso individual y colectivo respecto de la seguridad de parte de los dirigentes, la administración y el personal en todos los niveles;
- la rendición de cuentas de las organizaciones y personas de todos los niveles en lo que concierne a la seguridad;
- medidas que estimulen una actitud inquisitiva y de aprendizaje y que desalienten la autocomplacencia en lo que respecta a la seguridad.

3.14. Un factor importante en un sistema de gestión es el reconocimiento de toda la gama de interacciones de las personas, en todos los niveles, con la tecnología y con las organizaciones. Para evitar los fallos humanos y de organización, deben tenerse en cuenta los factores humanos y deben respaldarse el buen desempeño y las buenas prácticas.

3.15. La seguridad debe evaluarse en todas las instalaciones y actividades, aplicando un enfoque diferenciado. La evaluación de la seguridad entraña el análisis sistemático de las operaciones normales y sus efectos, de las formas en que pueden producirse fallos, y de las consecuencias de éstos. Las evaluaciones de la seguridad abarcan las medidas de seguridad necesarias para controlar el peligro; también se evalúan los elementos de seguridad técnicos y del diseño a fin de comprobar que cumplan las funciones de seguridad para los que fueron concebidos. Cuando se requieren medidas de control o acciones de los operadores para mantener la seguridad, debe efectuarse una evaluación inicial de la seguridad con el fin de verificar que las disposiciones adoptadas sean sólidas y de fiar. Sólo puede construirse y ponerse en servicio una instalación, o comenzarse una actividad, si se ha demostrado, a satisfacción del órgano regulador, que las medidas de seguridad propuestas son adecuadas.

3.16. El proceso de evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades debe repetirse, en su totalidad o en parte, según sea necesario, en una fase posterior de las operaciones para tener en cuenta los cambios en las circunstancias (como la aplicación de

nuevas normas o las novedades científicas y tecnológicas), la retroinformación sobre la experiencia operacional, las modificaciones y los efectos del envejecimiento. En el caso de las operaciones que continúan por períodos prolongados, las evaluaciones se revisan y repiten las veces que sea necesario. La continuación de esas operaciones está supeditada a que las nuevas evaluaciones demuestren, a satisfacción del órgano regulador, que las medidas de seguridad siguen siendo adecuadas.

3.17. No obstante todas las medidas adoptadas, pueden ocurrir accidentes. Deben determinarse y analizarse los precursores de accidentes, y adoptarse medidas para evitar que los accidentes se repitan. La retroinformación sobre la experiencia operacional en las instalaciones y actividades – y, cuando sea el caso, en otras partes – es un medio fundamental para mejorar la seguridad. Deben establecerse procedimientos para la retroinformación sobre la experiencia operacional y para el análisis de esa experiencia, incluidos los sucesos iniciadores, los precursores de accidentes, los cuasi accidentes, los accidentes y los actos no autorizados, a fin de extraer las enseñanzas pertinentes, compartirlas y actuar en consecuencia.

Principio 4: Justificación de las instalaciones y actividades
Las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones debe reportar un beneficio general.

3.18. Para que las instalaciones y actividades puedan considerarse justificadas, los beneficios que reporten deben superar los riesgos asociados a las radiaciones a que den lugar. Al evaluar los beneficios y los riesgos, deben tomarse en consideración todas las consecuencias importantes del funcionamiento de las instalaciones y de la realización de las actividades.

3.19. En muchos casos, las decisiones sobre los beneficios y los riesgos se adoptan a los más altos niveles de gobierno, por ejemplo, cuando se trata de la decisión de un Estado de iniciar un programa de energía nucleoelectrica. En otros casos, puede ser el órgano regulador el que determine si las instalaciones y actividades propuestas se justifican.

3.20. La exposición a la radiación con fines médicos – ya sean de diagnóstico o de tratamiento - es un caso especial, por cuanto los beneficios recaen principalmente en el paciente. La justificación de tal exposición se examina, por lo tanto, primero en relación con el procedimiento específico que se ha de utilizar y luego en relación con cada paciente en particular. La justificación se basa en el dictamen clínico sobre los beneficios que reportaría el procedimiento de diagnóstico o tratamiento. Ese dictamen clínico es tarea principalmente de los facultativos médicos. Por este motivo, los facultativos médicos deben contar con la debida capacitación en protección radiológica.

Principio 5: Optimización de la protección
La protección debe optimizarse para proporcionar el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar.

3.21. Las medidas de seguridad aplicadas en las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados con las radiaciones se consideran optimizadas si proporcionan el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar a lo largo de toda la duración de la instalación o actividad, sin limitar indebidamente su utilización.

3.22. Para determinar si los riesgos asociados a las radiaciones corresponden al nivel más bajo que es razonablemente posible alcanzar, todos esos riesgos, ya sea que se deriven de las operaciones normales o de condiciones anormales o de accidente, deben evaluarse *a priori* (aplicando un enfoque diferenciado) y periódicamente a lo largo de toda la duración de las instalaciones y actividades. Cuando existan interdependencias entre medidas conexas, o entre los riesgos que conllevan (por ejemplo, respecto de diferentes etapas de la duración de las instalaciones y actividades, de los riesgos para diferentes grupos o de los distintos pasos en la gestión de los desechos radiactivos), deben tomarse en consideración también esas interdependencias. Asimismo, deben tenerse en cuenta las incertidumbres en los conocimientos.

3.23. La optimización de la protección requiere la adopción de criterios sobre la importancia relativa de diversos factores, entre ellos:

- el número de personas (entre los trabajadores y el público) que pueden quedar expuestas a las radiaciones;
- la probabilidad de que esas personas sufran una exposición;
- la magnitud y distribución de las dosis de radiación recibidas;
- los riesgos asociados a las radiaciones que se derivan de sucesos previsibles;
- los factores económicos, sociales y ambientales.

Esto significa también utilizar las buenas prácticas y el sentido común para evitar en la mayor medida posible los riesgos asociados a las radiaciones en las actividades cotidianas.

3.24. 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. El control reglamentario no es necesario si la magnitud de los riesgos asociados a las radiaciones no lo justifica.

Principio 6: Limitación de los riesgos para las personas
Las medidas de control de los riesgos asociados a las radiaciones deben garantizar que ninguna persona se vea expuesta a un riesgo de daños inaceptable.

3.25. La justificación y la optimización de la protección no garantizan por sí solas que ninguna persona se vea expuesta a un riesgo de daños inaceptable. Por consiguiente, las dosis y los riesgos asociados a las radiaciones deben mantenerse dentro de límites especificados.

3.26. A la inversa, puesto que los límites de dosis y los límites de los riesgos representan los límites máximos legales de aceptabilidad, no son suficientes por sí solos para garantizar que se logre la mejor protección posible en las circunstancias del caso, y deben, por lo tanto, complementarse con la optimización de la protección. Así pues, para lograr el nivel deseado de seguridad, es necesario a la vez optimizar la protección y establecer límites de las dosis y de los riesgos para las personas.

**Principio 7: Protección de las generaciones presentes y futuras
Deben protegerse contra los riesgos asociados a las radiaciones las personas
y el medio ambiente del presente y del futuro.**

3.27. Los riesgos asociados a las radiaciones pueden trascender las fronteras nacionales y persistir por largos períodos de tiempo. Al juzgar la idoneidad de las medidas que se adopten para controlar esos riesgos, deben tomarse en consideración las consecuencias que puedan tener, ahora y en el futuro, las acciones del presente. En particular, debe tenerse en cuenta que:

- las medidas de seguridad se aplican no sólo a las poblaciones locales, sino también a las que están lejos de las instalaciones y actividades;
- cuando los efectos puedan abarcar más de una generación, las generaciones siguientes deben quedar adecuadamente protegidas sin que tengan que adoptar ninguna medida de protección importante.

3.28. Mientras que los efectos de la exposición a las radiaciones sobre la salud humana se conocen relativamente bien, aunque con incertidumbres¹¹, los efectos de las radiaciones en el medio ambiente no se han investigado tan a fondo. El sistema actual de protección radiológica proporciona en general una protección adecuada de los ecosistemas del entorno humano contra los efectos nocivos de la exposición a las radiaciones. Las medidas que se han adoptado para proteger el medio ambiente han tenido por finalidad, en general, proteger los ecosistemas contra la exposición a radiaciones que pudieran tener consecuencias adversas para las poblaciones de una especie (no para los organismos individualmente).

3.29. Los desechos radiactivos deben tratarse de modo que no se imponga una carga indebida a las generaciones futuras; es decir, las generaciones que producen los desechos deben encontrar y aplicar soluciones seguras, viables y ambientalmente aceptables para su gestión a largo plazo. La producción de desechos debe mantenerse en el nivel más bajo posible mediante medidas de diseño y procedimientos adecuados, como el reciclado y la reutilización del material.

**Principio 8: Prevención de accidentes
Deben desplegarse todos los esfuerzos posibles para prevenir los accidentes
nucleares o radiológicos y para mitigar sus consecuencias.**

3.30. Las consecuencias más dañinas a que han dado lugar las instalaciones y actividades se han debido a la pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva u otra fuente de radiación. Por lo tanto, para asegurarse de que la probabilidad de accidentes con consecuencias perjudiciales sea extremadamente baja, deben adoptarse medidas encaminadas a:

- prevenir la aparición de fallos o de condiciones anormales (incluidas las violaciones de la seguridad física) que puedan conducir a esa pérdida de control;
- prevenir la escalada de los fallos o condiciones anormales que se produzcan;
- prevenir la pérdida, o la pérdida de control, de las fuentes radiactivas u otras fuentes de radiación.

¹¹ En particular, debe trabajarse con hipótesis debido a las incertidumbres acerca de los efectos en la salud de la exposición a la radiación a dosis bajas y a tasas de dosis bajas.

3.31. El principal medio de prevenir y mitigar las consecuencias de los accidentes es la “defensa en profundidad”. Ésta consiste fundamentalmente en la combinación de una serie de niveles de protección consecutivos e independientes que tendrían que fallar para que se produjeran efectos nocivos para las personas o el medio ambiente. Si fallara un nivel de protección o una barrera, el nivel o la barrera siguientes cumplirían su función. Correctamente aplicada, la defensa en profundidad garantiza que ningún fallo técnico, humano o de organización pueda, por sí solo, dar lugar a efectos perjudiciales, y que las combinaciones de fallos que pudieran causar efectos perjudiciales importantes sean sumamente improbables. La eficacia independiente de los diferentes niveles de defensa es un elemento necesario de la defensa en profundidad.

3.32. La defensa en profundidad se establece mediante una combinación apropiada de los elementos siguientes:

- Un sistema de gestión eficaz, con un firme compromiso de la administración a favor de la seguridad y una sólida cultura de la seguridad.
- Una adecuada selección del emplazamiento y la incorporación de elementos técnicos y de diseño apropiados, que proporcionen márgenes de seguridad y garanticen la diversidad y la redundancia, principalmente mediante la utilización de:
 - un diseño, una tecnología y materiales de alta calidad y fiabilidad;
 - sistemas de control, limitación y protección y elementos de vigilancia;
 - una combinación apropiada de elementos de seguridad inherentes y técnicos.
- Procedimientos y prácticas operacionales completos, así como procedimientos de gestión de accidentes.

3.33. Los procedimientos de gestión de accidentes deben elaborarse por anticipado a fin de contar con mecanismos para recuperar el control del núcleo del reactor nuclear, de la reacción nuclear en cadena o de otra fuente de radiación, cuando ese control se haya perdido, y para mitigar toda consecuencia nociva.

**Principio 9: Preparación y respuesta en casos de emergencia
Deben adoptarse disposiciones de preparación y respuesta en caso
de incidentes nucleares o radiológicos.**

3.34. Los principales objetivos de la preparación y respuesta ante una emergencia nuclear o radiológica son:

- cerciorarse de que se hayan tomado las disposiciones necesarias para dar una respuesta eficaz en el lugar de los hechos y, según proceda, a los niveles local, regional, nacional e internacional, en caso de emergencia nuclear o radiológica;
- asegurar que, en el caso de los incidentes que razonablemente quepa prever, los riesgos asociados a las radiaciones sean de poca importancia;
- cuando se produzcan incidentes, adoptar medidas prácticas a fin de mitigar toda consecuencia para la vida y la salud humanas y para el medio ambiente.

3.35. El titular de la licencia, el empleador, el órgano regulador y las dependencias competentes del gobierno deben adoptar, de antemano, disposiciones de preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica en el lugar de los hechos, en los planos local, regional y nacional y, cuando así lo acuerden los Estados, a nivel internacional.

3.36. El alcance y la extensión de las disposiciones de preparación y respuesta ante emergencias deben estar en consonancia con:

- la probabilidad y las posibles consecuencias de una emergencia nuclear o radiológica;
- las características de los riesgos asociados a las radiaciones;
- la naturaleza y ubicación de las instalaciones y actividades.

Las disposiciones de preparación y respuesta deben comprender:

- criterios, establecidos por anticipado, para determinar cuándo adoptar las diferentes medidas de protección;
- medios para poder tomar medidas con el fin de proteger e informar al personal en el lugar de los hechos y, de ser necesario, al público durante una emergencia.

3.37. Al elaborar las disposiciones de respuesta a emergencias, debe prestarse atención a todos los sucesos que quepa razonablemente prever. Los planes de emergencia deben ensayarse periódicamente para comprobar el estado de preparación de las organizaciones con responsabilidades en la respuesta a las emergencias.

3.38. Cuando deben adoptarse sin tardanza medidas protectoras urgentes en una emergencia, puede ser aceptable que los trabajadores de los servicios de emergencia que hayan dado su consentimiento con conocimiento de causa reciban dosis que excedan de los límites de dosis ocupacionales normalmente aplicados, pero sólo hasta un nivel previamente determinado.

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

Las medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados deben justificarse y optimizarse.

3.39. Los riesgos asociados a las radiaciones pueden ser fruto de situaciones distintas de las que se dan en las instalaciones y actividades sometidas a control reglamentario. En esas situaciones, cuando los riesgos asociados a las radiaciones son relativamente altos, debe examinarse si es razonablemente factible adoptar medidas protectoras para reducir la exposición a las radiaciones y poner remedio a las condiciones adversas.

- Un tipo de situación se refiere a las radiaciones de origen esencialmente natural. Esas situaciones comprenden la exposición al gas radón en las viviendas y los lugares de trabajo, por ejemplo, ante la cual es posible tomar medidas reparadoras, si es necesario. Sin embargo, en muchas situaciones es poco lo que puede hacerse en la práctica para reducir la exposición a las fuentes naturales de radiación.
- Un segundo tipo de situación es la exposición ocasionada por actividades humanas del pasado que nunca se sometieron a control reglamentario, o que se sometieron a un régimen de control anterior, menos riguroso. Un ejemplo de ello son las situaciones en que quedan residuos radiactivos de antiguas operaciones de extracción minera.

- Un tercer tipo de situación se refiere a las medidas protectoras, por ejemplo las medidas de reparación, que se adoptan después de una liberación no controlada de radionucleidos al medio ambiente.

3.40. En todos estos casos, las medidas protectoras que se pueden adoptar tienen algunos costos económicos, sociales y, posiblemente, ambientales previsibles, y pueden entrañar ciertos riesgos asociados a las radiaciones (por ejemplo, para los trabajadores que aplican esas medidas). Las medidas protectoras se consideran justificadas sólo si reportan suficientes beneficios como para contrarrestar los riesgos asociados a las radiaciones y los demás daños que pueda ocasionar su aplicación. Además, las medidas protectoras deben optimizarse para que produzcan el máximo beneficio que sea razonablemente posible alcanzar en relación con los costos.