



## Asamblea General

Distr. general  
19 de mayo de 2009  
Español  
Original: inglés

---

### Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

## Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre

### Prólogo

Las fuentes de energía nuclear destinadas a ser utilizadas en el espacio ultraterrestre se han desarrollado y empleado en aplicaciones espaciales en los casos en que los requisitos específicos de la misión y las limitaciones en lo relativo a la energía eléctrica y la gestión térmica excluían el uso de fuentes de energía no nucleares. Entre esas misiones han figurado las interplanetarias a los límites exteriores del sistema solar, para las que los paneles solares no eran adecuados como fuente de energía eléctrica a causa de la larga duración de estas misiones a gran distancia del Sol.

De acuerdo con los conocimientos y medios actuales, las fuentes de energía nuclear en el espacio son la única opción de alimentación energética viable para llevar a cabo algunas misiones espaciales y para ampliar considerablemente otras. Varias misiones en curso y otras previsibles no podrían realizarse sin esas fuentes. Las aplicaciones pasadas, presentes y previsibles de fuentes de energía nuclear en el espacio incluyen sistemas de energía de radioisótopos (como los generadores termoelectrónicos radioisotópicos y los calefactores de radioisótopos) y sistemas de reactores nucleares de potencia y propulsión. Debido a la presencia de materiales radiactivos o combustibles nucleares en las fuentes de energía nuclear que se utilizan en el espacio y a la consiguiente posibilidad de causar daños a las personas y al medio ambiente en la biosfera de la Tierra en caso de producirse un accidente, la seguridad debe ser siempre un elemento inherente al diseño y la aplicación de esas fuentes.

En las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre se han de tener en cuenta factores de seguridad especiales distintos de los de las aplicaciones terrestres. A diferencia de muchas aplicaciones nucleares terrestres, las aplicaciones espaciales se suelen utilizar con poca frecuencia y sus requisitos pueden variar bastante según la misión de que se trate. Los requisitos de lanzamiento y de funcionamiento en el espacio ultraterrestre de las misiones



imponen limitaciones de tamaño y masa, así como de otra índole vinculadas al entorno espacial, que no se plantean en muchas instalaciones nucleares terrestres. En el caso de ciertas aplicaciones, las fuentes de energía nuclear en el espacio deben funcionar con autonomía a grandes distancias de la Tierra y en condiciones duras. Debido a la posibilidad de accidentes como consecuencia de fallos de lanzamiento o de una reentrada por inadvertencia, las fuentes de energía nuclear pueden verse expuestas a condiciones físicas extremas. Estos y otros factores de seguridad exclusivos de la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio difieren considerablemente de las que se aplican a los sistemas nucleares terrestres y no se abordan en las directrices de seguridad para las aplicaciones nucleares terrestres.

Tras un período de examen y preparación iniciales, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión de las Naciones Unidas sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) convinieron en 2007 en elaborar juntos un marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre. Esa asociación aunó los conocimientos especializados de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos sobre la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio y los arraigados procedimientos del OIEA para formular normas de seguridad nuclear respecto de las aplicaciones terrestres. El Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre representa el consenso técnico de los dos órganos.

La finalidad del Marco de seguridad es servir de guía a nivel nacional. Por lo tanto, ofrece orientación de aplicación voluntaria y no es jurídicamente vinculante en virtud del derecho internacional.

El Marco de seguridad no es una publicación que forme parte de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA, sino que complementa esa Colección proporcionando orientación de alto nivel sobre factores de seguridad nuclear propios de las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Complementa igualmente las directrices y normas de seguridad nacionales e internacionales vigentes para las actividades terrestres que entrañan el diseño, la fabricación, el ensayo y el transporte de fuentes de energía nuclear en el espacio. En su elaboración se han tomado debidamente en consideración los principios y tratados pertinentes. El Marco de seguridad no complementa, altera ni interpreta ninguno de esos principios o tratados.

El tema central del Marco de seguridad es la protección de las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra contra los riesgos potenciales vinculados a las fases pertinentes de lanzamiento, funcionamiento y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. La protección de los seres humanos en el espacio es una esfera de investigación constante y trasciende el ámbito del Marco de seguridad. Del mismo modo, la protección de los entornos de otros cuerpos celestes también queda fuera de ese ámbito.

Los términos relativos a la seguridad utilizados en el Marco de seguridad se definen en el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA*. Tal como se entiende en el presente documento, el término “seguridad nuclear” incluye la seguridad radiológica y la protección radiológica. Otros términos específicos de las aplicaciones de

fuentes de energía nuclear en el espacio se definen en la sección del Marco de seguridad titulada “Glosario de términos”.

En resumen, la finalidad del Marco de seguridad es promover la seguridad de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre y, por ello, es válido para todas esas aplicaciones sin excepción.

La Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos y el OIEA desean manifestar su agradecimiento a quienes prestaron asistencia en la redacción y revisión del texto del Marco de seguridad y durante el proceso que culminó en el consenso.

## Índice

	<i>Página</i>
1. Introducción .....	5
1.1. Antecedentes .....	5
1.2. Finalidad .....	6
1.3. Ámbito .....	6
2. Objetivo de seguridad .....	7
3. Orientación para los gobiernos .....	7
3.1. Políticas, prescripciones y procesos de seguridad .....	7
3.2. Justificación de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. ...	8
3.3. Autorización del lanzamiento de la misión .....	8
3.4. Preparación y respuesta en casos de emergencia .....	8
4. Orientación para la administración .....	9
4.1. Responsabilidad de la seguridad .....	9
4.2. Dirección y gestión al servicio de la seguridad .....	10
5. Orientación técnica .....	10
5.1. Competencia técnica en materia de seguridad nuclear .....	11
5.2. Seguridad en el diseño y el desarrollo .....	11
5.3. Evaluaciones de los riesgos .....	12
5.4. Mitigación de las consecuencias de accidentes .....	12
6. Glosario de términos .....	12

## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes

Las fuentes de energía nuclear destinadas a ser utilizadas en el espacio ultraterrestre<sup>1</sup> se han desarrollado y empleado en naves espaciales en los casos en que los requisitos específicos de la misión y las limitaciones relativas a la energía eléctrica y la gestión térmica excluían el uso de fuentes de energía no nucleares. Entre esas misiones han figurado las interplanetarias a los límites exteriores del sistema solar, para las que los paneles solares no eran adecuados como fuente de energía eléctrica a causa de la larga duración de las misiones a gran distancia del Sol.

Las aplicaciones pasadas, presentes y previsibles de fuentes de energía nuclear en el espacio incluyen sistemas de energía de radioisótopos (como los generadores termoeléctricos radioisotópicos y los calefactores de radioisótopos) y sistemas de reactores nucleares de potencia y propulsión. Las fuentes de energía nuclear en el espacio han hecho posibles varias de las misiones actualmente en curso. De acuerdo con los conocimientos y los medios actuales, esas fuentes son la única opción de alimentación energética viable para llevar a cabo algunas misiones espaciales previsibles y para ampliar considerablemente otras.

Las condiciones de funcionamiento normal y de posibles accidentes de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, desde el lanzamiento hasta la puesta fuera de servicio, pasando por la explotación, difieren radicalmente de las condiciones imperantes en el caso de las aplicaciones terrestres. Los entornos del lanzamiento y del espacio ultraterrestre exigen la aplicación de criterios de seguridad muy diferentes en el diseño y la explotación de las fuentes de energía nuclear en el espacio. Además, cada misión espacial impone conceptos de diseño específicos y exclusivos para las fuentes de energía nuclear, las naves espaciales, los sistemas de lanzamiento y las operaciones de la misión.

Debido a la presencia de materiales radiactivos o combustibles nucleares en las fuentes de energía nuclear que se utilizan en el espacio y a la consiguiente posibilidad de provocar daños a las personas y al medio ambiente en la biosfera de la Tierra a causa de un accidente, la seguridad ha de ser siempre un elemento inherente al diseño y la aplicación de esas fuentes. La seguridad (es decir, la protección de las personas y el medio ambiente<sup>2</sup>) ha de centrarse en la aplicación en su totalidad y no simplemente en el componente de la fuente de energía nuclear en el espacio. Todos los elementos de la aplicación podrían influir en los aspectos nucleares de la seguridad. Por consiguiente, la seguridad debe abordarse en el contexto de toda la aplicación de una fuente de energía nuclear en el espacio, que comprende la propia fuente, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión y las reglas de vuelo.

---

<sup>1</sup> Tal como se entiende en el presente documento, la expresión “espacio ultraterrestre” es sinónima de “espacio”.

<sup>2</sup> Tal como se entiende en el presente documento, la expresión “las personas y el medio ambiente” es sinónima de “las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra”.

## **1.2. Finalidad**

La finalidad de la presente publicación es facilitar orientación de alto nivel consistente en un marco de seguridad modelo, que sirva de base para la elaboración de marcos de seguridad nacionales e internacionales intergubernamentales y al mismo tiempo ofrezca flexibilidad para adaptar esos marcos a aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio y estructuras orgánicas específicas. Esos marcos nacionales e internacionales intergubernamentales deben incluir elementos técnicos y programáticos para mitigar los riesgos dimanantes de la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio. La implantación de los marcos no sólo fomentaría la confianza del público mundial en que las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio se lanzarían y utilizarían en condiciones de seguridad, sino que podría facilitar también la cooperación bilateral y multilateral en misiones espaciales que utilicen fuentes de energía nuclear. La orientación proporcionada en el presente documento refleja un consenso internacional sobre las medidas necesarias para lograr la seguridad y se aplica a todas las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio sin excepción.

## **1.3. Ámbito**

El Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre se centra en la seguridad de las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Facilita orientación de alto nivel sobre los aspectos programáticos y técnicos de la seguridad, incluidos el diseño y la aplicación de las fuentes de energía nuclear en el espacio. La utilización detallada de esta orientación depende, sin embargo, del diseño y la aplicación concretos. Mediante el empleo de la orientación que se brinda en el Marco de seguridad se complementarían las normas existentes sobre otros aspectos de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Por ejemplo, las actividades que se realizan durante la fase terrestre de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, como el desarrollo, el ensayo, la fabricación, la manipulación y el transporte, se abordan en las normas nacionales e internacionales relativas a las instalaciones y actividades nucleares terrestres. Del mismo modo, los aspectos de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio no relacionados con la seguridad nuclear se abordan en las normas de seguridad de los gobiernos nacionales y las organizaciones internacionales intergubernamentales (como los organismos espaciales regionales) correspondientes a esos aspectos.

Existe un acervo notable de conocimientos para establecer un marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio que proteja a las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra. Sin embargo, no existen todavía datos científicos comparables que proporcionen una base técnicamente sólida para elaborar un marco relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio que proteja a los seres humanos en las condiciones excepcionales del espacio y más allá de la biosfera de la Tierra. Por consiguiente, la protección en el espacio de los seres humanos que participan en misiones con aplicaciones de fuentes de energía nuclear a bordo trasciende el ámbito del Marco de seguridad. Del mismo modo, la protección de los entornos de otros cuerpos celestes también queda fuera del ámbito de este Marco.

## 2. Objetivo de seguridad

*El objetivo de seguridad fundamental es proteger a las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra de los posibles peligros vinculados a las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.*

Los gobiernos, las organizaciones internacionales intergubernamentales y las entidades no gubernamentales que desarrollan actividades relacionadas con aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio deben adoptar medidas para garantizar la protección de las personas (individual y colectivamente) y el medio ambiente sin limitar indebidamente los usos de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

La orientación para cumplir el objetivo de seguridad fundamental se agrupa en tres categorías: la orientación para los gobiernos (sección 3 *infra*) es aplicable a los gobiernos y las organizaciones internacionales intergubernamentales competentes que autorizan, aprueban o llevan a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio; la orientación para la administración (sección 4 *infra*) está destinada a los administradores de la organización que lleve a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio; y la orientación técnica (sección 5 *infra*) guarda relación con las fases de diseño, desarrollo y misión de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

## 3. Orientación para los gobiernos

En la presente sección se facilita orientación a los gobiernos y las organizaciones internacionales intergubernamentales competentes (por ejemplo, los organismos espaciales regionales) que autorizan, aprueban o llevan a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio. Esas funciones gubernamentales consisten, en particular, en establecer políticas, prescripciones y procesos de seguridad; velar por que se cumplan; cerciorarse de que existe una justificación aceptable para utilizar una fuente de energía nuclear en el espacio en lugar de otras soluciones; establecer un proceso oficial de autorización del lanzamiento de una misión; y prepararse para casos de emergencia y responder a ellos. En el caso de misiones multinacionales o multiinstitucionales, los instrumentos rectores deben definir con claridad la asignación de estas funciones.

### 3.1. Políticas, prescripciones y procesos de seguridad

*Los gobiernos que autorizan o aprueban misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio deben establecer políticas, prescripciones y procesos de seguridad.*

Los gobiernos nacionales y las organizaciones internacionales intergubernamentales pertinentes que autorizan o aprueban misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio, ya sea que esas misiones corran a cargo de organismos gubernamentales o de entidades no gubernamentales, deben establecer políticas, prescripciones y procesos de seguridad, y garantizar su cumplimiento, para alcanzar el objetivo de seguridad fundamental y cumplir sus prescripciones de seguridad.

### **3.2. Justificación de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio**

*En el proceso de aprobación de las misiones por los gobiernos se debe verificar que se hayan justificado adecuadamente las razones para utilizar aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.*

Las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio pueden plantear riesgos para las personas y el medio ambiente. Por este motivo, los gobiernos y las organizaciones internacionales intergubernamentales competentes que autorizan, aprueban o llevan a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio deben velar por que se tomen en consideración otras opciones y por que la utilización de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio esté debidamente justificada. En ese proceso se deben tener en cuenta los beneficios y los riesgos para las personas y el medio ambiente relacionados con las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

### **3.3. Autorización del lanzamiento de la misión**

*Debe establecerse y mantenerse un proceso de autorización del lanzamiento de la misión respecto de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.*

El gobierno que supervise y autorice las operaciones de lanzamiento de misiones portadoras de fuentes de energía nuclear en el espacio debe establecer un proceso de autorización del lanzamiento que se concentre en los aspectos de la seguridad nuclear. Dicho proceso debe incluir una evaluación de toda la información y las consideraciones pertinentes que señalen las demás organizaciones participantes. El proceso de autorización del lanzamiento de la misión debe complementar los procesos de autorización relativos a los aspectos no nucleares y terrestres de la seguridad del lanzamiento. Debe ser parte integrante del proceso de autorización una evaluación independiente de la seguridad (es decir, un examen, independiente de la organización gestora que lleve a cabo la misión, de la suficiencia y validez de la justificación de seguridad). En esta evaluación independiente de la seguridad se deben tener en cuenta las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio en su totalidad -con inclusión de la propia fuente, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión y las reglas de vuelo- al estimar el riesgo que plantean para las personas y el medio ambiente las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de la misión espacial.

### **3.4. Preparación y respuesta en casos de emergencia**

*Se deben realizar preparativos para responder a posibles casos de emergencia que entrañen una fuente de energía nuclear en el espacio.*

Los gobiernos y las organizaciones internacionales intergubernamentales competentes que autorizan, aprueban o llevan a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio deben estar preparados para responder con rapidez a casos de emergencia en el lanzamiento y durante la misión que puedan provocar la exposición de personas a la radiación y la contaminación radiactiva del medio ambiente terrestre. Las actividades de preparación para casos de emergencia comprenden la planificación para emergencias, la capacitación, los ejercicios simulados y la elaboración de procedimientos y protocolos de comunicación, incluida la redacción de notificaciones de posibles accidentes. Los planes de



respuesta en casos de emergencia deben concebirse de manera que limiten la contaminación radiactiva y la exposición a la radiación.

#### **4. Orientación para la administración**

En la presente sección se brinda orientación para la administración de las organizaciones que desarrollan actividades en materia de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. En el contexto del Marco de seguridad, la administración debe cumplir las políticas, prescripciones y procesos gubernamentales e intergubernamentales pertinentes para alcanzar el objetivo de seguridad fundamental. Las funciones de la administración incluyen asumir la responsabilidad principal de la seguridad, garantizando la disponibilidad de los recursos adecuados para ello y promoviendo y manteniendo una sólida cultura de la seguridad a todos los niveles orgánicos.

##### **4.1. Responsabilidad de la seguridad**

***La responsabilidad principal de la seguridad debe recaer en la organización que lleve a cabo la misión portadora de una fuente de energía nuclear en el espacio.***

La organización que lleva a cabo la misión portadora de una fuente de energía nuclear en el espacio tiene la responsabilidad principal de la seguridad. Dicha organización debe incluir a todos los participantes pertinentes en la misión (el proveedor de la nave espacial, el proveedor del vehículo de lanzamiento, el proveedor de la fuente de energía nuclear, el proveedor del polígono de lanzamiento, etc.), o tener arreglos formales con ellos, a fin de cumplir las prescripciones de seguridad establecidas para las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

Entre las responsabilidades de seguridad específicas de la administración deben figurar las siguientes:

- a) Establecer y mantener las competencias técnicas necesarias;
- b) Facilitar capacitación e información adecuadas a todos los participantes pertinentes;
- c) Establecer procedimientos para promover la seguridad en todas las condiciones razonablemente previsibles;
- d) Elaborar prescripciones de seguridad específicas, según corresponda, para las misiones en que se utilicen fuentes de energía nuclear en el espacio;
- e) Realizar y documentar ensayos y análisis de seguridad como aportación al proceso gubernamental de autorización del lanzamiento de la misión;
- f) Considerar las opiniones contrarias dignas de crédito sobre cuestiones de seguridad;
- g) Facilitar a su debido tiempo información pertinente y exacta al público.

#### **4.2. Dirección y gestión al servicio de la seguridad**

*La organización que lleve a cabo la misión con una fuente de energía nuclear en el espacio debe establecer y mantener una dirección y gestión eficaces al servicio de la seguridad.*

La dirección en las cuestiones de seguridad debe dimanar de los más altos niveles de la organización que lleva a cabo la misión. La gestión de la seguridad debe integrarse en la gestión global de la misión. La administración debe elaborar, aplicar y mantener una cultura de la seguridad que garantice la seguridad y cumpla las prescripciones del proceso gubernamental de autorización del lanzamiento de la misión.

La cultura de la seguridad debe incluir los siguientes aspectos:

- a) Una estructura jerárquica, de responsabilidad y de comunicación bien definida;
- b) Retroinformación activa y mejoramiento continuo;
- c) Un compromiso personal y colectivo con la seguridad a todos los niveles orgánicos;
- d) La obligación de rendir cuentas en materia de seguridad por parte de la organización y de las personas a todos los niveles;
- e) Una actitud crítica y de disposición a aprender que desaliente la autocomplacencia en cuestiones de seguridad.

### **5. Orientación técnica**

En esta sección se ofrece orientación técnica a las organizaciones que desarrollan actividades en materia de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Esta orientación se refiere a las fases de diseño, desarrollo y misión de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Comprende las siguientes actividades fundamentales para elaborar y proporcionar la base técnica de los procesos de autorización y aprobación y de la preparación y respuesta en casos de emergencia:

- a) Establecer y mantener una capacidad de diseño, ensayo y análisis en materia de seguridad nuclear;
- b) Aplicar esa capacidad en los procesos de diseño, calificación y autorización del lanzamiento de la misión de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio (es decir, la fuente de energía nuclear en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión y las reglas de vuelo);
- c) Evaluar los riesgos radiológicos para las personas y el medio ambiente derivados de posibles accidentes y velar por que esos riesgos sean aceptables y los más bajos que puedan razonablemente alcanzarse;
- d) Adoptar medidas para hacer frente a las consecuencias de posibles accidentes.

### **5.1. Competencia técnica en materia de seguridad nuclear**

*Debe establecerse y mantenerse una competencia técnica en materia de seguridad nuclear para las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.*

Es fundamental contar con competencia técnica en materia de seguridad nuclear para cumplir el objetivo de seguridad. Desde el primer momento del desarrollo de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, las organizaciones deben establecer, con arreglo a sus responsabilidades, una capacidad de diseño, ensayo y análisis de la seguridad nuclear, con personas cualificadas e instalaciones adecuadas, según proceda. Dicha capacidad se debe mantener durante todas las fases pertinentes de las misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio.

La competencia en materia de seguridad nuclear debe incluir la capacidad de:

- a) Definir hipótesis de accidentes de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, y sus probabilidades estimadas, con rigurosidad;
- b) Caracterizar las condiciones físicas a las que pueden estar expuestos la fuente de energía nuclear en el espacio y sus componentes en las operaciones normales y durante posibles accidentes;
- c) Evaluar las consecuencias potenciales para las personas y el medio ambiente de los posibles accidentes;
- d) Determinar y evaluar las características de seguridad inherente y tecnológica a fin de reducir el riesgo de posibles accidentes para las personas y el medio ambiente.

### **5.2. Seguridad en el diseño y el desarrollo**

*Los procesos de diseño y desarrollo deben aportar el nivel más alto de seguridad que pueda razonablemente alcanzarse.*

El enfoque básico para cumplir el objetivo de seguridad debe consistir en reducir los riesgos derivados de las operaciones normales y de posibles accidentes al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, estableciendo para ello procesos completos de diseño y desarrollo que incorporen las consideraciones de seguridad en el contexto de toda la aplicación de la fuente de energía nuclear en el espacio (es decir, la propia fuente, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión y las reglas de vuelo). Desde las primeras etapas del diseño y desarrollo, así como durante todas las fases de la misión, debe tenerse en cuenta la seguridad nuclear. Los procesos de diseño y desarrollo deben incluir:

- a) La determinación, evaluación e implantación de características de diseño, controles y medidas preventivas que:
  - i) Reduzcan la probabilidad de posibles accidentes que pudieran liberar material radiactivo;
  - ii) Reduzcan la magnitud de posibles emisiones de material radiactivo y sus consecuencias potenciales;
- b) La incorporación de las lecciones aprendidas de experiencias anteriores;
- c) La verificación y validación de las características de seguridad del diseño y los controles mediante ensayos y análisis, según proceda;

d) La utilización del análisis de riesgos para evaluar la eficacia de las características de diseño y los controles y aportar retroinformación al proceso de diseño;

e) La utilización de exámenes del diseño para dar garantías de la seguridad de éste.

### **5.3. Evaluaciones de los riesgos**

*Deben llevarse a cabo evaluaciones de los riesgos a fin de caracterizar los riesgos radiológicos para las personas y el medio ambiente.*

Deben evaluarse los riesgos radiológicos para las personas y el medio ambiente derivados de posibles accidentes durante las fases pertinentes de lanzamiento, explotación y puesta fuera de servicio de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, cuantificando las incertidumbres en la medida de lo posible. Las evaluaciones del riesgo son fundamentales en el proceso de autorización del lanzamiento de la misión.

### **5.4. Mitigación de las consecuencias de accidentes**

*Deben adoptarse todas las medidas prácticas necesarias para mitigar las consecuencias de posibles accidentes.*

Como parte del proceso de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, deben evaluarse medidas para mitigar las consecuencias de accidentes que puedan entrañar la emisión de material radiactivo al medio ambiente terrestre. Según corresponda, se deben establecer y poner a disposición los medios necesarios para respaldar oportunamente las actividades destinadas a mitigar las consecuencias de accidentes. Ello incluye lo siguiente:

a) Formular e implantar planes para situaciones imprevistas con objeto de interrumpir secuencias de accidentes que pudieran dar lugar a riesgos radiológicos;

b) Determinar si se ha producido una emisión de material radiactivo;

c) Caracterizar la ubicación y la índole de la emisión de material radiactivo;

d) Caracterizar las zonas contaminadas por materiales radiactivos;

e) Recomendar medidas de protección para limitar la exposición de grupos de población en las zonas afectadas;

f) Preparar información pertinente sobre el accidente y facilitarla a los gobiernos, las organizaciones internacionales y las entidades no gubernamentales que corresponda y al público en general.

## **6. Glosario de términos**

En la presente sección figura un glosario de términos que son específicos de las aplicaciones de las fuentes de energía nuclear en el espacio. Los términos relativos a

la seguridad en general que se utilizan en el Marco de seguridad se definen en el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA, edición de 2007*<sup>3</sup>.

*Aplicación de fuente de energía nuclear en el espacio:* Sistema completo (es decir, la fuente de energía nuclear en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión, las reglas de vuelo, etc.) que interviene en una misión espacial portadora de una fuente de energía nuclear en el espacio

*Aprobación de la misión:* Permiso otorgado por una autoridad pública para proceder a las actividades de preparación del lanzamiento y la explotación de una misión

*Autorización del lanzamiento de la misión:* Permiso otorgado por una autoridad pública para proceder al lanzamiento y la explotación de una misión

*Diseño de la misión:* Diseño de la trayectoria y las maniobras de una misión espacial sobre la base de los objetivos de la misión, las capacidades del vehículo de lanzamiento y la nave espacial y las limitaciones relacionadas con la misión

*Fase de lanzamiento:* Plazo de tiempo en que se desarrollan las siguientes actividades: los preparativos previos al lanzamiento en el polígono de lanzamiento, el despegue, la ascensión, el funcionamiento de las etapas superiores (o impulsoras), el despliegue de la carga útil y cualquier otra acción vinculada con la colocación de una nave espacial en una órbita o trayectoria de vuelo predeterminada

*Fase de puesta fuera de servicio:* Período de tiempo que sigue a la vida útil de una nave espacial

*Fuente de energía nuclear en el espacio:* Aparato que utiliza radioisótopos o un reactor nuclear para la generación de energía eléctrica, la calefacción o la propulsión en una aplicación espacial

*Lanzamiento:* Serie de acciones en el polígono de lanzamiento que dan por resultado la colocación de una nave espacial en una órbita o trayectoria de vuelo predeterminada

*Misión:* Lanzamiento y explotación (incluidos los aspectos relacionados con la puesta fuera de servicio) de una carga útil (por ejemplo, una nave espacial) más allá de la biosfera de la Tierra con un objetivo concreto

*Reglas de vuelo:* Conjunto de decisiones planificadas de antemano para reducir al mínimo la cantidad de decisiones en tiempo real que se hayan de tomar en las situaciones nominales y no nominales que afecten a la misión

*Sistema de lanzamiento:* El vehículo de lanzamiento, la infraestructura del polígono de lanzamiento, las instalaciones de apoyo, el equipo y los procedimientos necesarios para lanzar una carga útil al espacio

*Vehículo de lanzamiento:* Todo vehículo propulsor que incluya etapas superiores (o impulsoras) construido para colocar una carga útil en el espacio

---

<sup>3</sup> Organismo Internacional de Energía Atómica, *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA: terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica, edición de 2007* (Viena, 2007).