



El OIEA ha establecido normas de seguridad para los reactores nucleares y presta servicios de seguridad y de examen por expertos a fin de prestar asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de esas normas.

Fomento de la seguridad en las instalaciones nucleares

Fomento de la seguridad en las instalaciones nucleares

En todo el mundo hay actualmente más de 430 centrales nucleares en funcionamiento en 30 países. La participación de la energía nuclear en la producción total de electricidad oscila entre aproximadamente el 20% en la República Checa y los Estados Unidos y casi el 78% en Francia y Lituania. La energía nucleoelectrónica genera aproximadamente el 16% de la electricidad total mundial.

La seguridad de esas instalaciones nucleares es fundamental. Para garantizar la seguridad en cada etapa, los órganos reguladores deben supervisar estrechamente todos los aspectos de las centrales, entre los que figuran el diseño, la construcción, la puesta en servicio, el funcionamiento a prueba, la explotación comercial, la reparación y el mantenimiento, las mejoras de la central, las dosis de radiación a los trabajadores, la gestión de los desechos radiactivos y, por último, la clausura de la central.

Al asignar prioridad máxima a la seguridad, los explotadores y reguladores de las centrales nucleares han logrado un admirable historial en esta esfera. Pero ¿cómo funciona eso en la práctica? ¿Cuáles son los principios rectores que siguen los especialistas en seguridad nuclear? ¿Qué régimen de reglamentación deben cumplir los explotadores? Y ¿qué función desempeñan organizaciones internacionales tales como el OIEA?

Nociones fundamentales de seguridad

Defensa en profundidad

Las medidas de seguridad nuclear se conciben y aplican con el fin de ofrecer protección a los trabajadores, el medio ambiente y el público en general. El principio fundamental que se aplica a la seguridad de las instalaciones nucleares es el concepto de **defensa en profundidad**, que entraña el establecimiento de múltiples niveles de protección.

Aunque las distintas actividades de la central pueden estar relacionadas con la organización, el comportamiento o el

equipo, todas están cubiertas por capas de disposiciones de seguridad superpuestas. De esta manera, una deficiencia o un fallo a un nivel puede compensarse o corregirse a otro nivel.

Función de reglamentación

Todos los países con instalaciones nucleares en funcionamiento tienen que establecer un marco jurídico para reglamentar el uso de la tecnología nuclear. Estas legislaciones abarcan las centrales y el equipo, los materiales y el personal. Asimismo, asignan claramente las responsabilidades con respecto a la seguridad nuclear en una amplia gama de esferas, tales como la producción de electricidad, la medicina y las investigaciones.

Los gobiernos son responsables de adoptar las legislaciones necesarias. En este marco jurídico, la entidad explotadora, que puede ser una compañía de electricidad o un instituto de investigación, es la principal responsable de la seguridad nuclear. Además, las legislaciones establecen un órgano regulador que se encarga de los trabajos de inspección y del cumplimiento de los requisitos jurídicos establecidos en el plano nacional.

Comunicaciones con el público

La autoridad reguladora y la entidad explotadora de la central tienen la responsabilidad de informar al público de manera transparente sobre las cuestiones de seguridad. Visto que el regulador es independiente del explotador, se le reconoce como una fuente fiable de información imparcial y fáctica. Los reguladores de todo el mundo utilizan la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) del OIEA para dar a los medios de información y al público una idea clara de la importancia de los problemas que se plantean en las instalaciones nucleares.

Convención internacional

En 1994 se dio un paso importante en el contexto de la supervisión internacional de la seguridad nuclear al aprobarse la Convención sobre Seguridad Nuclear del OIEA, que es el primer instrumento jurídico internacional que se ocupa directamente de la seguridad de las instalaciones nucleares. La Convención es esencialmente un instrumento incentivador. Su objetivo no es asegurar el cumplimiento de las obligaciones

mediante la imposición de controles y sanciones. Se basa en la determinación común de establecer, promover y lograr niveles de seguridad más elevados mediante reuniones periódicas de las partes.

La Convención obliga a las partes a elaborar informes sobre el cumplimiento de sus obligaciones y a presentar tales documentos para su “examen por homólogos” de todos los países, examen que forma parte de las reuniones de las partes contratantes, que se celebran cada tres años.

Normas de Seguridad Nuclear del OIEA

El OIEA elaboró el primer conjunto exhaustivo de publicaciones no nacionales sobre las normas de seguridad para las centrales nucleares. Se está elaborando una versión revisada de estas normas a fin de tener en cuenta los desafíos y tendencias actuales a que se enfrenta la industria nuclear, tales como la desregulación, la competitividad, el envejecimiento de las centrales y la posible pérdida de conocimientos. La mejora de las normas ya se refleja en las directrices, seminarios, talleres, cursos de capacitación y proyectos del OIEA establecidos con arreglo al plan de trabajo del Organismo.

Aspectos de seguridad en el diseño

Conceptos de seguridad

En la etapa del diseño de una instalación nuclear se realizan análisis de la seguridad para toda la gama de situaciones de la central, vale decir el funcionamiento normal, los sucesos operacionales previstos y los posibles accidentes. Al examinarse todas estas situaciones en detalle, se demuestran la solidez del diseño de la central y la eficacia de los sistemas de seguridad.

Una central nuclear diseñada de manera segura es una instalación que garantiza las siguientes funciones básicas en todo momento, incluso en situaciones de accidente:

- el control de la reacción nuclear en cadena en el núcleo del reactor,
- la extracción de calor del núcleo, y
- la contención de los materiales radiactivos.

Es preciso que en una etapa muy temprana del proceso de diseño se tengan en cuenta todos los escenarios de accidentes posibles.

Principios del diseño

En el documento de la Colección Seguridad N° 110, titulado Seguridad de las instalaciones nucleares, se especifican los siguientes principios del diseño:

- El diseño deberá garantizar que la instalación nuclear es adecuada para un funcionamiento fiable, estable y fácilmente factible. El objetivo primordial deberá ser la prevención de accidentes.
- En el diseño deberá incluirse la aplicación debida del principio de defensa en profundidad de modo que existan varios niveles de protección y múltiples barreras para evitar las liberaciones de materiales radiactivos y garantizar que los fallos o combinaciones de fallos que pudieran

conducir a consecuencias radiológicas significativas son de probabilidad muy baja.

- Las tecnologías incorporadas al diseño deberán ser de eficacia comprobada o calificadas por la experiencia o por los ensayos o por ambos métodos.
- En todas las etapas del diseño y en la correspondiente elaboración de requisitos operacionales deberá incluirse la consideración sistemática de la interfaz persona-máquina y de los factores humanos.
- La exposición a las radiaciones del personal del emplazamiento y las liberaciones de materiales radiactivos al medio ambiente deberán mantenerse mediante el diseño en el valor más bajo que sea razonablemente alcanzable.
- Deberá realizarse una amplia evaluación de la seguridad y una verificación independiente para confirmar que el diseño de la instalación cumplirá los objetivos y requisitos de seguridad, antes de que la entidad explotadora complete su presentación técnica al órgano regulador.

Factores humanos

Existen muchas posibilidades de que se produzcan errores al trabajar con sistemas complejos que tienen subsistemas interrelacionados y que generan grandes cantidades de datos. El diseño seguro “es favorable al explotador” y está destinado a tener en cuenta los errores humanos. Para evitar estos errores y limitar sus efectos se utilizan barreras físicas o administrativas. En la interfaz con los usuarios (en la que la posibilidad de que se produzcan errores es relativamente grande), debe proporcionarse información al explotador de manera que sea controlable y permita disponer del tiempo suficiente para la adopción de decisiones y medidas.

El diseño seguro también está destinado a promover la adopción de las medidas apropiadas por el explotador, con la debida atención al tiempo disponible, las exigencias psicológicas de la situación y el entorno físico. La necesidad de la intervención del explotador a corto plazo debe minimizarse. Cuando se requiere la pronta adopción de medidas, éstas deben iniciarse de manera automática. Cuando se requiere la explotación manual de la central, es preciso que el equipo se encuentre en un lugar accesible y que se tengan en cuenta todas las condiciones ambientales previstas.

Explotación segura

Aunque el diseño, la fabricación y la construcción apropiados de la central son requisitos previos necesarios para el logro de altos niveles de seguridad, la responsabilidad final de su explotación segura incumbe a la entidad explotadora. Durante la etapa operacional de la vida útil de la central, los operadores comparten esta responsabilidad. La seguridad operacional depende en gran medida de:

- la capacidad y competencia del personal encargado de todos los aspectos relacionados con el funcionamiento de la central, así como su actitud y política en lo que atañe al cumplimiento de sus responsabilidades.
- las actividades y las características del apoyo prestado por el explotador en la interfaz persona-sistema, y los sistemas locales de gestión que ayudan a los operadores a realizar sus labores, tales como las políticas y

procedimientos, el entorno de trabajo, la formación, los métodos de comunicación, la supervisión, las prácticas de trabajo y los métodos de gestión.

Cultura de la seguridad

Se considera que una central tiene una sólida cultura de la seguridad cuando las características de la organización y la actitud de las personas están orientadas a la protección y la seguridad. La gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad están relacionadas entre sí y son inseparables. La seguridad se desprende de todo lo que el personal directivo haga o deje de hacer. Es preciso adoptar un enfoque sistemático a fin de lograr una gestión eficaz de la seguridad. Al mismo tiempo, como también intervienen el elemento humano y la posibilidad de que se produzcan errores humanos, es preciso tener en cuenta ambos factores. El personal directivo debe ser consciente de cómo su política afecta al comportamiento individual y colectivo.

Adelantos en la seguridad operacional

Hay dos factores que conducen al logro de resultados económicos positivos en la esfera de la generación de energía nucleoelectrónica, a saber, la excelencia en la explotación de las centrales nucleares y una actitud intransigente en lo que respecta a la seguridad. En los últimos años se han realizado mejoras significativas en términos del comportamiento de la seguridad y el aumento de la producción.

Las organizaciones internacionales que evalúan el comportamiento de las centrales han confirmado esos progresos. Las estadísticas conocidas como "indicadores del comportamiento", compiladas por la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares (AMEIN), han registrado continuas mejoras. De la experiencia adquirida de la utilización de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES), que mide la gravedad de los problemas de las centrales, se desprende claramente una disminución del número de sucesos más significativos.

Gestión de riesgos

Evaluación y gestión de riesgos

Los posibles escenarios de secuencias de accidentes en una central nuclear se determinan y analizan en el marco de un procedimiento denominado "evaluación probabilista de la seguridad" (EPS). La mayoría de las centrales existentes en todo el mundo han sido objeto de EPS. En el marco de estas evaluaciones se elaboran modelos de fiabilidad de manera exhaustiva y estructurada a fin de obtener estimaciones probabilistas de los riesgos. Por lo tanto, las EPS son poderosos instrumentos para evaluar los riesgos relacionados con una central en particular.

En el campo de la energía nuclear hay acuerdo general en que la EPS de una central debe ser un proceso permanente de evaluación de la seguridad. En otras palabras, la EPS debe actualizarse en la medida y en el momento en que sea necesario a fin de tener en cuenta las actuales características operacionales y de diseño, y debe ser utilizada tanto por los diseñadores como por las compañías eléctricas y los reguladores. Un creciente número de centrales vienen utilizando las EPS para vigilar los factores de seguridad/riesgo, otorgar prioridad a las mejoras de la seguridad y optimizar la seguridad operacional.

Objetivos de seguridad

El Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG), órgano que presta asesoramiento al Director General del OIEA, ha recomendado objetivos probabilistas que representan un nivel aceptable de riesgo para distintas situaciones hipotéticas de accidente. Esos objetivos recomendados consisten en valores numéricos y se conocen como "criterios probabilistas de seguridad" (CPS). Los reguladores nacionales pueden insistir en que los riesgos sean aún inferiores a los niveles internacionalmente recomendados. Los objetivos abarcan la frecuencia hipotética de daños al núcleo del reactor, la emisión de grandes cantidades de materiales radiactivos, y los efectos para la salud del público.

En cuanto a **la frecuencia de los daños al núcleo**, que es el riesgo más común en el caso de la mayoría de las centrales nucleares, el INSAG ha propuesto una probabilidad entre 10 000 por año para las centrales existentes y una probabilidad entre 100 000 por año para las centrales futuras.

La emisión de grandes cantidades de materiales radiactivos tendría consecuencias graves para el público y requeriría la aplicación de medidas de emergencia fuera del emplazamiento. En este caso, los objetivos del INSAG son una probabilidad entre 100 000 por año para las centrales existentes y una probabilidad entre 1 000 000 por año para las centrales futuras.

En cuanto a **los efectos para la salud del público**, el INSAG no ha dado ninguna orientación con respecto a los objetivos. Ahora bien, en algunos países el objetivo con respecto al riesgo de muerte para las personas se ha fijado en una probabilidad entre 1 000 000 por año.

Supervisión y eficacia reglamentarias

Infraestructuras esenciales

La reglamentación de la seguridad nuclear se basa en infraestructuras básicas en el plano estatal y legal. Esas infraestructuras deben abarcar no sólo las operaciones de los reactores, sino también la seguridad radiológica, la gestión de los desechos radiactivos y el transporte de materiales nucleares. Las orientaciones proporcionadas en esta esfera están encaminadas al establecimiento de la estructura jurídica necesaria para la creación de un órgano regulador nuclear. Asimismo, especifican las facultades que deben otorgarse al órgano regulador para que pueda desempeñar sus funciones de manera apropiada y cumplir sus responsabilidades.

Una de las funciones principales del órgano regulador es autorizar las actividades de los que utilizan la energía nuclear. El órgano regulador debe, en primer lugar, establecer los principios y criterios de seguridad que empleará como base para adoptar sus decisiones. Sólo entonces estará realmente en condiciones de otorgar los permisos para las distintas actividades que se vayan a realizar.

Otra actividad importante del órgano regulador es la realización de actividades de inspección con el fin de determinar si los titulares o solicitantes de la licencia cumplen las condiciones establecidas. Si se determina que no se cumplen las condiciones de la licencia, el órgano regulador está facultado para hacerlas cumplir. Por ejemplo, el órgano regulador puede negarse a renovar la licencia de explotación de la central hasta que se cumplan ciertas condiciones importantes.

Funciones del OIEA

El OIEA desempeña dos funciones relacionadas con la seguridad, que se establecen en su Estatuto (artículo III.A.6) y que se indican a continuación:

- establecer normas de seguridad para proteger la salud contra los efectos de la radiación, y
- proveer a su aplicación a petición de un Estado Miembro.

El OIEA está poniendo gran empeño en las actividades de seguridad nuclear en todo el mundo y, a estos efectos:

- facilita la concertación de acuerdos jurídicos internacionales;
- elabora normas de seguridad que representan el consenso internacional;
- presta servicios de seguridad y de examen por expertos internacionales y proporciona capacitación; y
- fomenta la investigación científica, la cooperación técnica y el intercambio de información.

El OIEA ha elaborado una amplia diversidad de normas de seguridad en las esferas de la energía nuclear, la protección radiológica, la gestión de desechos radiactivos y el transporte de materiales radiactivos. En algunas ocasiones, esta labor se ha realizado conjuntamente con otras organizaciones internacionales. Las normas se actualizan de vez en cuando a fin de asegurar que puedan proporcionar orientación acerca de los métodos más modernos disponibles para lograr un alto grado de seguridad.

Al proveer a la aplicación de sus normas de seguridad, el OIEA presta, previa solicitud, servicios de asesoramiento y examen en materia de seguridad a las centrales nucleares y los reactores de investigación. Un elemento fundamental de estos servicios son las misiones de examen por homólogos, a cargo de expertos internacionales, que prestan asesoramiento independiente en las esferas de la infraestructura en el plano legal y estatal, del diseño y la explotación de centrales nucleares y reactores de investigación y de diversas evaluaciones de la seguridad, sobre la base de las normas de seguridad del OIEA y las mejores prácticas internacionales. El OIEA realiza anualmente unas 50 misiones de examen de la seguridad relacionadas con las diversas esferas de la seguridad de las instalaciones nucleares.



Para mayor información, dirigirse al:

Departamento de Seguridad Nuclear
División de Seguridad de las Instalaciones Nucleares
Oficina B-0825
Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Viena (Austria)
Tel: +43-1-2600-22520

Sitio web: <http://www.iaea.org/ns/nusafe/index.html>

Colección de Información del
Organismo Internacional de Energía Atómica
División de Información Pública
02-02467/FS Series 2/01/S