

EFFECTOS DE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

LA SEGURIDAD, UN OBJETIVO

POR ANNICK CARNINO Y FRIEDRICH NIEHAUS

Al evaluar las opciones energéticas, los actuales responsables de la planificación de la energía y las autoridades deben examinar algunas cuestiones complejas y difíciles, particularmente en lo referente a la generación de electricidad, en la que intervienen una serie de factores relacionados con toda la cadena del combustible de la fuente de energía, incluidos los resultados técnicos y económicos, así como los efectos para la salud y el medio ambiente. Aunque los costos siguen siendo un factor fundamental, deben medirse estableciendo comparaciones. A esto, y a la necesidad que tienen muchos países de definir sus programas de energía y electricidad de manera sostenible, se debe el creciente interés en la evaluación comparativa de diferentes opciones para la generación de electricidad, en particular desde el punto de vista del medio ambiente y de la sanidad humana.

Teniendo esto en cuenta, el OIEA ha venido brindando apoyo a diversas actividades en esta esfera. (Véase el recuadro.) Otros objetivos conexos han sido proporcionar niveles de referencia y enfoques compatibles para las evaluaciones de la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos; hacer un uso cada vez mayor de los instrumentos cuantitativos; y servir de almacén de información comparativa, incluidos métodos de evaluación y enfoques para las comparaciones.

Se han logrado progresos en ambas esferas, aunque subsisten algunas cuestiones complejas,

como se informa en varios artículos de la presente edición del *Boletín del OIEA*. El OIEA, mediante su trabajo con los Estados Miembros y entidades internacionales, trata de fortalecer la base de información objetiva en la que puedan confiar los responsables de la planificación de la energía y las autoridades, al determinar sus opciones energéticas.

El objetivo de la seguridad en cualquier clase de avance tecnológico es proteger, de forma adecuada, a los individuos y a la sociedad de cualquier riesgo asociado. Sin embargo, a pesar de todas las precauciones que se toman en materia de seguridad, los riesgos asociados a las tecnologías en gran escala, por insignificantes que sean, no pueden ser reducidos a cero. Aunque sería posible reducir los riesgos por debajo de determinados objetivos de seguridad, el costo marginal de la reducción de los riesgos, en términos generales, aumentará de manera exponencial, y, a la larga, se traducirá en una mala asignación o, incluso, en un despilfarro de los limitados recursos financieros y humanos necesarios para otros propósitos.

Para abordar esta situación, es necesario determinar la magnitud de los riesgos residuales de las tecnologías, sobre todo, las utilizadas para la producción de electricidad, con la finalidad de compararlos objetivamente entre sí, o con los riesgos de origen natural, y así tener puntos de referencia para la evaluación. No sorprende que no pueda determinarse la magnitud de

todos los aspectos y que existan grandes incertidumbres en determinadas esferas.

En este marco, el OIEA, dado su mandato internacional, se ha centrado en las cuestiones relacionadas con la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos. En 1992, el Grupo Internacional Asesor de Seguridad Nuclear (INSAG), grupo de expertos que asesora al Director General del OIEA, publicó el informe *La seguridad de la energía nucleoelectrónica*, que incluye los riesgos para la salud que entraña la generación de electricidad teniendo en cuenta la totalidad de las cadenas del combustible. En la información cuantitativa en que se basa el informe ha aumentado la transparencia y comprensión de las evaluaciones comparativas de los riesgos.

NIVELES DE REFERENCIA Y ENFOQUES

Entre los usos de la información comparativa está el de fijar valores como objetivo aplicables al riesgo de baja probabilidad de que ocurran accidentes graves en centrales nucleares. En un informe de 1988 (*Principios básicos de las centrales nucleares*), el INSAG formuló el objetivo de seguridad técnica siguiente: "evitar con elevado grado de confianza los accidentes en las centrales nucleares; asegurar que,

La Sra. Carnino es Directora de la División de Seguridad de las Instalaciones Nucleares del OIEA, y el Sr. Niehaus es Jefe de la Sección de Evaluación de la Seguridad de esa División.

para todos los accidentes considerados en el diseño de la central, incluso los de muy baja probabilidad, las consecuencias radiológicas, si las hubiere, sean poco importantes, y garantizar que la probabilidad de accidentes graves con serias consecuencias radiológicas sea sumamente pequeña”.

En la industria nuclear, el objetivo se aborda teniendo en cuenta diversas condiciones de accidentes, y dotando a las centrales nucleares con dispositivos de seguridad tecnológica para evitar y limitar los accidentes. Más problemático es el objetivo del INSAG de garantizar consecuencias radiológicas “sumamente pequeñas”, en el caso de que ocurriera un accidente grave. Diversos Estados Miembros del OIEA han buscado soluciones, valiéndose de los resultados de las evaluaciones comparativas de los riesgos. (Véase el artículo que comienza en la página 25.) Algunos lo han hecho solamente para las centrales nucleares, mientras que otros han considerado a las industrias potencialmente peligrosas en general.

OBJETIVOS DE SEGURIDAD DE LAS CENTRALES NUCLEARES

En 1992, el OIEA publicó los objetivos probabilistas de la seguridad para las centrales nucleares en su *Vol. No. 106 de la Colección Seguridad*. Estos objetivos se basaron en la labor que se venía realizando en los Estados Miembros del Organismo. Aunque en lo que respecta a las formulaciones racionales y matemáticas fundamentales, los enfoques adoptados hoy en diversos países pueden variar, éstos en general, están muy cerca de los objetivos publicados por el INSAG en 1988: *“Para las centrales nucleares existentes, la meta congruente con el objetivo de seguridad técnica es una probabilidad de daños graves al núcleo inferior a unos 10^{-4} sucesos por año de explotación de la central. La aplicación de todos los principios de seguridad en las centrales futuras*

debería conducir al logro de una meta más favorable, no superior a unos 10^{-5} sucesos por año de explotación de la central. Las medidas de gestión y de mitigación de accidentes graves deberían reducir en un factor de, por lo menos, 10 la probabilidad de grandes escapes al exterior del emplazamiento que requieran respuesta en breve plazo fuera del emplazamiento.”

La utilización de tales objetivos, y de la evaluación probabilista de la seguridad (EPS) en general, fue explicada de forma más extensa en un informe del INSAG de 1992, titulado *Evaluación probabilista de la seguridad*. En estos momentos, el informe del INSAG de 1988 está siendo revisado.

CONSENSO INTERNACIONAL

Llegar a acuerdo en el plano internacional es, a veces, un proceso muy engorroso. Hasta el momento, no se ha logrado un amplio consenso respecto de los objetivos probabilistas de la seguridad para las centrales nucleares. Los documentos sobre seguridad publicados por el OIEA reflejan esta situación. Por ejemplo, el documento de 1993 del Organismo, *La seguridad de las instalaciones nucleares* (publicado como Nociones fundamentales de seguridad, la categoría más alta entre las normas de seguridad del OIEA) no contiene objetivos probabilistas en el informe principal (lo que indicaría la existencia de consenso entre los Estados Miembros), sino que los incluye en un anexo al documento bajo un título genérico.

Los estudios posteriores realizados en el marco de la evaluación comparativa de los riesgos podrían contribuir al logro de un consenso internacional más amplio respecto de los objetivos probabilistas. Sin embargo, tal vez realizar comparaciones más precisas no tenga una importancia fundamental para establecer los objetivos en esta etapa. No existe una relación matemática estricta entre los objetivos probabilistas y los resultados de las

evaluaciones comparativas de los riesgos. El establecimiento de objetivos en caso de riesgo (u objetivos de seguridad) es una decisión política o de política, y la evaluación comparativa de los riesgos brinda una fuente de información para la selección de los objetivos.

Teniendo en cuenta las incertidumbres en los resultados de la EPS, se mantiene el interrogante de cómo demostrar el cumplimiento de los objetivos si se establecen. Además, parece que en los círculos técnicos tiene cada vez mayor aceptación la interpretación de que los resultados de la EPS son un *indicador cuantitativo de la robustez técnica de una central* y no la medida del “riesgo”. En una central, el riesgo puede estar influido por factores que son difíciles de reflejar en modelos o que no pueden incluirse en una EPS. Por ejemplo, la gestión de la seguridad de la central y su cultura de la seguridad general son factores que influyen de manera significativa en los niveles generales de seguridad, pues interponen barreras adicionales para que no ocurran accidentes. Sin embargo, estos elementos sólo están parcialmente reflejados en los resultados de la EPS.

Actualmente, los miembros de los círculos nucleares debaten en torno al diseño de futuros reactores. Algunas personas están a favor de los reactores diseñados con dispositivos de seguridad, que prácticamente eliminarían las consecuencias radiológicas graves. Otras abogan por un enfoque más evolutivo, según el cual, los reactores se modifican para lograr que cada vez existan menos probabilidades de que ocurran daños en el núcleo y emisiones radiológicas. Parece que mediante la evaluación comparativa de los riesgos no pueden encontrarse las soluciones a este debate.

INTERCAMBIO DE INFORMACION

Parte de la labor del OIEA en esta esfera continúa siendo la recopilación

ción de información comparativa objetiva que ayude a los responsables de tomar decisiones. En 1991, el Simposio de expertos superiores sobre electricidad y medio ambiente, celebrado en Helsinki, recomendó el establecimiento de una base de datos, amplia y coordinada a nivel internacional, sobre los efectos de diferentes fuentes de energía para la salud y el medio ambiente. Esa base de datos ya está creada, e incorpora los resultados de todos los estudios recientemente publicados. También se ha recopilado información en el marco de un programa coordinado de investigaciones en el que participan doce países.

La base de datos es manejada en colaboración con otras organizaciones internacionales. Para el año 2000, el Organismo prevé celebrar una reunión de comité técnico para recopilar y revisar lo que se ha aprendido de toda la labor realizada.

La información evidencia que durante el último decenio se hicieron importantes progresos en la reducción de los efectos para la salud y el medio ambiente de todos los sistemas energéticos utilizados en la producción de electricidad.

Cabe mencionar los notables adelantos que han tenido lugar en la esfera de la seguridad de las centrales nucleares, y los relacionados con otras fuentes de generación de electricidad. En las centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles se han instalado filtros y depuradores para eliminar los gases contaminantes; ha aumentado la seguridad en las minas de carbón; se han reducido los riesgos derivados de los medios de transporte vinculados a la producción de energía; y ha aumentado la eficiencia de las tecnologías para la generación de gas, así como la de las energías renovables.

Por consiguiente, los problemas pendientes en la evaluación comparativa de los riesgos de los sistemas energéticos se han reducido a unos cuantos, aunque

COOPERACION INTERNACIONAL EN LA EVALUACION COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS ENERGETICOS

Mediante la labor realizada en colaboración con entidades regionales e internacionales, el OIEA ha apoyado durante mucho tiempo estudios de las opciones energéticas para la producción de electricidad. Entre las actividades están el auspicio de simposios internacionales y el respaldo a estudios técnicos y científicos. El OIEA en el marco de un programa denominado Evaluación Comparativa de Fuentes de Energía, de su Departamento de Energía Nuclear, realiza una serie de actividades. Algunos artículos que aparecen en esta edición del *Boletín del OIEA* se centran en estudios relacionados con los efectos y los riesgos de los sistemas energéticos para la salud y el medio ambiente, elemento del Programa ejecutado por el Departamento de Seguridad Nuclear del OIEA. Para más información sobre el programa de evaluación comparativa, consulte las respectivas páginas del Departamento de Energía Nuclear y el Departamento de Seguridad Nuclear en el espacio *WorldAtom*, en Internet, en <http://www.iaea.org>. Más adelante, se enumeran determinados simposios relacionados con esta esfera, que han sido patrocinados por el OIEA y otras organizaciones en los últimos decenios. El OIEA ha publicado las actas de las reuniones.

JUNIO, 1981: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE LOS EFECTOS DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA EN LA SALUD, NASHVILLE, EE.UU. Organizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) y el OIEA.

ABRIL, 1984: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE LOS RIESGOS Y BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA, JUELICH, ALEMANIA. Organizado por el OIEA, el PNUMA y la OMS.

MAYO, 1991: SIMPOSIO DE EXPERTOS SUPERIORES SOBRE ELECTRICIDAD Y MEDIO AMBIENTE, HELSINKI, FINLANDIA. Organizado por la Comisión Europea (CE), Organismo Internacional de Energía, Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIA-AS), Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), PNUMA, Banco Mundial, Organización Meteorológica Mundial (OMM), antiguo Consejo de Ayuda Mutua Económica y OIEA.

OCTUBRE, 1995: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE ELECTRICIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE: EVALUACION COMPARATIVA EN APOYO A LA ADOPCION DE DECISIONES, VIENA, AUSTRIA. Organizado por la CE, Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas para Asia y Pacífico, Organización de Países Exportadores de Petróleo, Banco Mundial, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, IIAAS, OMM, PNUMA y OIEA.

muy significativos, a saber, la importancia de la formación de pequeñas partículas secundarias a partir de las emisiones de dióxido de azufre; el efecto del dióxido de carbono en el cambio climático; el ulterior análisis de los efectos a muy largo plazo de las dosis bajas procedentes de sustancias químicas o radiactivas; y la evaluación de sucesos que tienen poca probabilidad de ocurrir, pero graves consecuencias si se produjeran.

Puede que estos problemas importantes y difíciles no se solucionen logrando un consenso internacional. Es más probable que tengan que ser evaluados

de forma independiente, y juzgados por separado, caso por caso, por los gobiernos en el proceso de análisis y definición de las opciones energéticas sostenibles para la adopción de decisiones.

El OIEA, mediante sus actividades, trabaja para fortalecer esferas clave de la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos. Un aspecto importante es que el trabajo se realiza en el marco más amplio de las evaluaciones comparativas de la seguridad de todos los sistemas energéticos principales utilizados para la generación de electricidad, e involucra a diversas entidades a nivel mundial. □