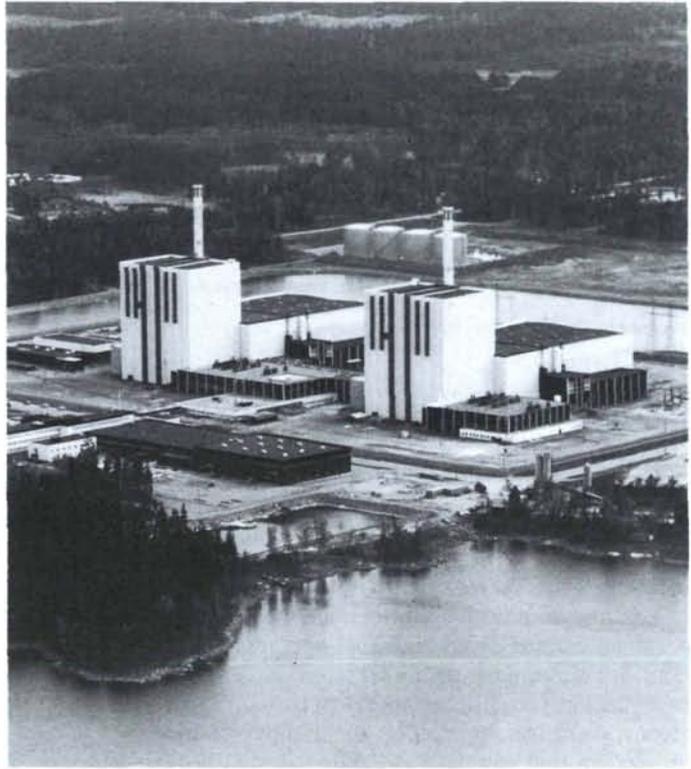


Examen de la seguridad operacional de las centrales nucleares

Informe sobre los programas internacionales del OIEA

por Ferdinand L. Franzen



Aunque las órdenes de nuevas centrales nucleares han disminuido drásticamente y hay menos centrales en construcción, el número de las conectadas a la red ha aumentado de forma sostenida, lo que ha motivado que el interés en la seguridad nuclear se desplace del diseño y la construcción de las centrales a su funcionamiento. Al propio tiempo, aumenta la convicción de que el mero hecho de cumplir con lo reglamentado no basta, y que es preciso lograr la excelencia en la esfera de la seguridad operacional para que el público apoye la expansión cada vez mayor de la energía nuclear. Por su parte, el OIEA sigue elaborando programas que pueden ayudar a sus Estados Miembros y a las entidades explotadoras a alcanzar esa meta. En este artículo se examinan cuatro de estos programas, designados con las siglas GESO, OSIP, GESS e IRS.

GESO: Grupos de Examen de la Seguridad Operacional

Tradicionalmente el Organismo ha brindado asesoramiento y asistencia a los Estados Miembros en cuestiones de seguridad nuclear por medio de misiones de expertos. En 1982 el OIEA estableció el programa denominado GESO, en virtud del cual grupos de expertos

El Sr. Franzen es funcionario de la División de Seguridad Nuclear y coordinador del programa de los GESO. El autor desea expresar su agradecimiento a los señores A. Kenneke, R. Palabrica, V. Tolstykh, B. Thomas y a otros funcionarios por el apoyo y la ayuda que le brindaron.

Véase la foto en esta página:

Dos de las tres unidades de la central de Forsmark (Suecia).
(Cortesía: Naturfotografarna)

internacionales examinan minuciosamente durante tres semanas los procedimientos de seguridad operacional que se aplican en determinadas centrales nucleares. Inicialmente se destinaron a complementar la asistencia técnica que se presta a los países en desarrollo, pero pronto los países industrializados se percataron de que también ellos podían beneficiarse de los exámenes realizados por los GESO. El número de invitaciones procedentes de estos países ha superado al de las enviadas por los países en desarrollo, en especial a raíz del accidente de Chernobyl. La labor de los GESO no consiste en evaluar el diseño ni en realizar una inspección reglamentaria para verificar el cumplimiento de los requisitos nacionales, sino en llevar a cabo un intercambio intensivo de infor-

Misiones de los GESO (hasta diciembre de 1987)

País	Total de unidades de reactor	Misiones	Tipo de reactor	Año
Alemania, Rep. Fed.	21	3	BWR, PWR	1986, 1987
Brasil	1	1	PWR	1985
Canadá	18	1	PTR	1987
España	8	1	PWR	1987
EE.UU.	103	1	PWR	1987
Filipinas	—	2	PWR	1984, 1985
Finlandia	4	1	BWR	1986
Francia	50	1	PWR	1985
Italia	3	1	BWR	1987
México	—	3	BWR	1986, 1987
Países Bajos	2	3	BWR, PWR	1986, 1987
Pakistán	1	1	PTR	1985
Rep. de Corea	7	2	PWR	1983, 1986
Suecia	12	1	BWR	1986
Yugoslavia	1	1	PWR	1984

BWR = reactor de agua en ebullición.

PWR = reactor de agua a presión.

PTR = reactor de tubos de presión.

Distribución por países de los expertos o visitantes científicos (observadores) integrantes de los GESO (hasta octubre de 1987)

Alemania, Rep. Fed.	17	India	1
Argentina	3	Italia	5
Bélgica	6	Japón	4
Brasil	4 + 5VC	México	3 VC
Bulgaria	2VC	Países Bajos	2
Canadá	9	Pakistán	5VC
Cuba	3VC	Portugal	1VC
Checoslovaquia	2VC	Reino Unido	5
China	2VC	Rep. de Corea	2 + 9VC
España	6	Rep. Dem. Alemana	3
EE.UU.	19	Rumania	2VC
Filipinas	2VC	Suecia	12
Finlandia	6	Suiza	4
Francia	20	URSS	2 + 2VC
Hungría	4VC	Yugoslavia	5 + 3VC

VC = visitantes científicos (observadores)

mación con el personal de la entidad explotadora sobre cómo mejorar los resultados en materia de seguridad.

Las misiones de los GESO suelen abordar ocho importantes esferas de la seguridad operacional: 1) la gestión, organización y administración de la central; 2) la capacitación y cualificación del personal; 3) las operaciones; 4) el mantenimiento; 5) el apoyo técnico; 6) la protección radiológica; 7) la química y 8) la planificación y preparación para casos de emergencia. Al comparar las prácticas de una central con las utilizadas con éxito en otras centrales los GESO se basan en los resultados, es decir, no recomiendan un procedimiento único probado, sino que aceptan otras variantes que puedan ayudar a la gerencia de la central en su objetivo de mejorar la seguridad.

Cada GESO está formado por 10 ó 12 expertos, lo que representa una experiencia nuclear acumulativa que oscila entre 100 y 200 años. Se contratan consultores externos procedentes de centrales nucleares, empresas eléctricas, y autoridades reglamentadoras, a fin de que brinden conocimientos especializados concretos para determinados tipos de reactores. El experto típico ocupa o ha ocupado un alto cargo en una central nuclear, y tiene una experiencia nuclear acumulada de 10 años o más. Los integrantes del grupo que son funcionarios del OIEA garantizan la coherencia entre los distintos exámenes. Típicamente los grupos están compuestos en sus dos terceras partes por expertos que no son funcionarios del OIEA (la mitad de los cuales ha integrado anteriormente otros grupos), y la otra tercera parte consiste en funcionarios del Organismo.

Sus integrantes deben tener buena experiencia en materia de investigación y dominar el idioma de trabajo de los GESO (inglés), así como, de ser posible, tener algunos conocimientos del idioma del país. En cada esfera de examen, los integrantes del grupo, ya familiarizados con las condiciones específicas de la central mediante el estudio de la documentación, analizan los resultados operacionales, observan al personal en la preparación y ejecución de los trabajos, y lo entrevistan a fin de aclarar sus impresiones. A lo largo de la misión, cada experto comunica periódicamente a su contraparte sus observaciones y conclusiones. Diariamente se registra la marcha de los trabajos y se hace una compilación detallada de notas técnicas. Asimismo, para destacar las conclusiones

más importantes, se preparan resúmenes que sirven de base para las conclusiones que se dan a las contrapartes en la reunión final.

El director de cada GESO, que es un funcionario del OIEA, tiene a su cargo la coordinación general y el enlace con las gerencias de la empresa eléctrica y de la central y con la autoridad reglamentadora, la capacitación de los integrantes del grupo, y la orientación del proceso de examen con miras a garantizar su coordinación. Asimismo, a su regreso a la sede del Organismo en Viena, el director prepara el informe del GESO que posteriormente se remite a las autoridades nacionales competentes por los conductos oficiales.

A fin de garantizar la coherencia de los exámenes, se redactan directrices basadas en los documentos de la Colección Seguridad del Organismo, las regulaciones nacionales pertinentes, y la experiencia de los GESO. Esas directrices no contienen ningún criterio aplicable al proceso de examen, pero ayudan al grupo a centrarse en los elementos clave del programa de seguridad operacional de la central. De ahí que cada experto, tras celebrar consultas con el resto del grupo sobre las prácticas internacionales vigentes, evalúa si se están cumpliendo o no los objetivos de ese programa.

Hasta diciembre de 1987, 23 GESO habían realizado exámenes cuyos resultados fueron comunicados a las autoridades nacionales competentes con carácter confidencial. (Véase el cuadro anexo.) Aunque no se ha autorizado la publicación de algunos de los primeros informes, la mayoría de los realizados a partir de 1986 se han publicado y las personas interesadas pueden obtenerlos dirigiéndose al Organismo.

Además, se encuentra en preparación un informe general sobre los resultados más importantes de los primeros 18 GESO. En resumen, cabe afirmar que todos esos exámenes demostraron que las centrales nucleares eran explotadas por un personal experimentado y celoso, plenamente consciente de su responsabilidad en cuanto a la seguridad operacional.

Si bien no se detectó ningún riesgo inadmisibles para el medio ambiente o el público, los grupos recomendaron medidas prácticas para mejorar la seguridad operacional. Asimismo, hicieron indicaciones en que o bien aprobaban las actividades en marcha, o bien sugerían una mejora del rendimiento. Todas las centrales visitadas aceptaron las propuestas formuladas por el grupo, y en muchos casos se empezaron a adoptar medidas incluso antes de que las misiones hubiesen finalizado.

Se observaron diferencias notables entre las centrales en cuanto a la calidad con que se realizaban diversas funciones importantes. Por ejemplo, la falta de una práctica sistemática y estructurada para garantizar que cada actividad se llevara a cabo según lo previsto provocó en algunas centrales un rendimiento desigual y puso de manifiesto la necesidad de aumentar las actividades de supervisión y elevar las normas de rendimiento.

En cada una de las centrales examinadas se hallaron aciertos que podían ser imitados por las demás, por lo que los expertos del grupo no sólo aportaron sus conocimientos especializados, sino que también recogieron ideas sobre otras prácticas encomiables. Muchas de las deficiencias señaladas por el grupo habían sido ya reconocidas por el personal de explotación, el cual había propuesto soluciones al respecto. Al incorporar esas

propuestas en sus recomendaciones, en muchos casos el grupo ayudó a obtener los recursos y el apoyo de la gerencia necesario para resolver el asunto.

Hasta el momento los GESO han visitado reactores de agua a presión (PWR), reactores de agua en ebullición (BWR) y reactores de tubos de presión (PTR). Se han solicitado visitas de los GESO a reactores magnox y reactores WWER de diseño soviético, y existe la posibilidad de futuras visitas a los demás tipos de reactores. La eficacia del programa de los GESO para ampliar la cooperación internacional en materia de seguridad nuclear se pone de manifiesto en el creciente número de solicitudes (1988: 12 a 15), y en la participación de expertos y observadores procedentes de gran número de países. (Véase el cuadro adjunto.)

En 1988-1989, luego de responder a solicitudes de Checoslovaquia, Japón, Hungría, el Reino Unido y la URSS, el programa de los GESO habrá llegado a todos los confines del mundo, a países en desarrollo e industrializados de Oriente y Occidente, lo que pone aún más de manifiesto el carácter internacional de la seguridad nuclear. La experiencia indica que esta cooperación voluntaria en el marco de la comunidad nuclear acelera la adopción de prácticas de seguridad superiores y eleva el nivel de la seguridad operacional en el mundo.

OSIP: Programa de indicadores de la seguridad operacional

Para apoyar el programa de los GESO, en 1985 el Organismo emprendió actividades encaminadas a complementar los juicios subjetivos con datos objetivos y específicos de las centrales para ayudar a los expertos de los grupos a determinar las esferas clave que requirieran una investigación a fondo y dar a las esferas menos importantes un tratamiento más somero.

La elaboración y aplicación de indicadores de la seguridad operacional están estrechamente relacionadas en este programa, y en ellas participan expertos consultores que trabajan activamente en este campo. (Se están llevando a cabo actividades similares en muchos países que tienen centrales nucleares en explotación.)

Existe un conjunto de indicadores definidos que abarca las actividades centrales, como, por ejemplo, la explotación, la vigilancia y el mantenimiento desde el punto de vista de la seguridad del reactor, la seguridad del trabajador, la protección ambiental y la fiabilidad operacional. Otro grupo abarca las actividades complementarias, como el proceso de la experiencia de explotación, incluida la determinación de los problemas relacionados con la seguridad, el análisis de las causas directas y de las causas subyacentes y la aplicación de medidas para mejorar la seguridad.

A modo de ejemplo se puede decir que la seguridad del reactor se desglosa en indicadores generales relacionados con 1) la importancia que revisten, desde el punto de vista de la seguridad, los sucesos notificados; 2) los márgenes de seguridad en la explotación normal; 3) la impracticabilidad de las funciones relacionadas con la seguridad y 4) su fiabilidad; 5) la indisponibilidad de sistemas y componentes de seguridad; 6) las consecuencias de los fallos humanos para la fiabilidad de las funciones relacionadas con la seguridad; 7) la realización de comprobaciones de vigilancia de las funciones rela-

cionadas con la seguridad; y 8) la eficacia de dichas comprobaciones; 9) los transitorios del equipo por envejecimiento; 10) los campos de corrosión. Existen indicadores más pormenorizados que complementan estos y otros indicadores generales.

En diciembre de 1986 se llevó a cabo, en la estación de generación nuclear de Bruce (Canadá), una prueba para validar los indicadores de la seguridad operacional. Desde entonces se vienen reuniendo expresamente datos para esos indicadores como parte de la información que se ofrece por adelantado a los GESO que han de visitar Pickering (Canadá), Calvert Cliffs (EE.UU.), Philippsburg (RFA), y Almaraz (España). La experiencia adquirida por los expertos de los GESO y sus contrapartes de las centrales se usa para perfeccionar estos materiales, de manera que los GESO y las entidades explotadoras puedan utilizarlos como referencia para determinar e investigar los parámetros clave de la seguridad operacional.

GESSS: Grupos de evaluación de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad

Los GESSS constituyen un nuevo servicio del OIEA, creado en respuesta a las conclusiones reiteradas a que arribaban las misiones de los GESO enviadas a las centrales nucleares, a saber, la insuficiencia de las actividades de vigilancia para determinar problemas incipientes antes de que condujeran a la avería del equipo, y la falta de un análisis sistemático de las causas subyacentes de los sucesos insólitos. La determinación de las causas subyacentes debe servir de guía para la revisión de las actividades de vigilancia a fin de aumentar la eficacia.

A solicitud de los Estados Miembros, los GESSS envían misiones de expertos en las disciplinas técnicas pertinentes, técnicas de análisis, e interfaz hombre-máquina para investigar: 1) un suceso determinado que tenga importancia desde el punto de vista de la seguridad, para evaluar la idoneidad y la integridad de las medidas correctivas previstas (puede recomendarse la modificación de las medidas correctivas); y 2) problemas genéricos de la seguridad operacional, incluidos determinados sucesos, fallos humanos, actividades de vigilancia, dosis de radiación y producción de desechos.

La metodología de los GESSS comprende cinco etapas: 1) examen del suceso, incluidas la detección y las medidas de recuperación; 2) análisis de "árbol de fallos" (diagrama de series) para identificar los elementos precursores y la causa directa; 3) análisis de "puntos débiles" (diagrama paralelo) para determinar los elementos contribuyentes o las causas subyacentes, por ejemplo, las deficiencias que presenten las actividades de vigilancia de los equipos, los medios auxiliares de los explotadores y la cualificación del personal; 4) revisión de las enseñanzas extraídas en cuanto a la eliminación de la causa directa y la reducción de las causas subyacentes; y 5) comprobación de las medidas correctivas previstas o ya aplicadas y recomendación de las modificaciones pertinentes.

Durante la primera misión GESSS, enviada a la central nucleoelectrónica de Krsko (Yugoslavia) en 1986, el grupo de expertos en operaciones, metodología de análisis, intercambio de experiencias operacionales, in-

terfaz hombre-máquina y factores humanos, investigó sucesos seleccionados importantes desde el punto de vista de la seguridad. Entre esos sucesos figuraron la pérdida de la segunda fuente de potencia fuera del emplazamiento; la despresurización inadvertida del sistema de refrigeración del reactor; la fuga por el anillo de sellado interno del reborde de la vasija del reactor; el aumento de la presión de contención debido a una fuga del aire de los instrumentos; y el funcionamiento deficiente del sistema de protección del generador diesel. Asimismo, se analizaron las estadísticas de los sucesos relacionados con la seguridad que fueron notificados a la autoridad reglamentadora en 1983, 1984 y 1985.

El GESSS concluyó que se estaban adoptando medidas adecuadas para eliminar las causas directas descubiertas, en general mediante la sustitución de los elementos en que habían ocurrido los fallos y la revisión de los procedimientos de mantenimiento (en los casos en que se detectaron deficiencias de montaje) y los procedimientos operacionales (cuando se detectó una exposición nociva de componentes delicados). No obstante, al comprender el grupo que la rectificación de las causas subyacentes no era exhaustiva, formuló otras sugerencias sobre el modo de mejorar las actividades de vigilancia (por ejemplo, en relación con los equipos de instrumentación y control) y el intercambio de experiencia operacional (incluidos, por ejemplo, los sucesos que incidieran en los sistemas de apoyo). También se analizó el establecimiento de procedimientos operacionales para casos de emergencia a fin de hacer frente a sucesos tales como los cortes en el suministro eléctrico de la central, las pérdidas de agua de servicio y las pérdidas de aire instrumental.

IRS: Sistema de notificación de incidentes

Los sucesos insólitos constituyen una de las principales fuentes de intercambio de experiencia operacional en la industria nuclear. Pueden incluirse entre ellos los fallos espontáneos del equipo y las desviaciones descubiertas durante la vigilancia y el mantenimiento. Como hay más de 400 reactores de potencia en funcionamiento en los Estados Miembros, los sucesos de esta índole ocurren con regularidad. La compilación, evaluación y difusión de las experiencias extraídas de tales sucesos constituye una parte importante del proceso de perfeccionamiento permanente de la seguridad operacional.

Para facilitar el libre intercambio internacional de información sobre sucesos relacionados con la seguridad, el Organismo, en cooperación con la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN-OCDE) dirige un Sistema de Notificación de Incidentes (IAEA-IRS). Los coordinadores de los Estados Miembros presentan informes nacionales al IAEA-IRS y reciben ejemplares de los demás informes que se envían a dicho Sistema para su distribución ulterior. Se han concertado acuerdos para garantizar que la información así intercambiada se use solamente con fines oficiales.

La información notificada mediante este mecanismo abarca información básica (suceso, central/empresa eléctrica, fecha, categoría de la notificación); una descripción narrativa del suceso (sistema/fallos en los componentes, sucesos anteriores, consecuencias); una

evaluación de la seguridad; la medida correctiva adoptada o prevista; las causas subyacentes y las experiencias extraídas; y una lista de alerta codificada (para permitir el almacenamiento computadorizado y la recuperación de datos clave).

A los fines de la notificación, se distinguen las categorías de sucesos siguientes: 1) liberación de material radiactivo o exposición a la radiación; 2) deterioro de partes importantes para la seguridad; 3) deficiencias del diseño, la construcción y la explotación, incluidos el mantenimiento y la vigilancia, la garantía de calidad o la evaluación de seguridad; 4) problemas genéricos; 5) sucesos que, como consecuencia, exijan medidas importantes o conduzcan a ellas; 6) sucesos potencialmente significativos desde el punto de vista de la seguridad; 7) sucesos insólitos de origen humano o natural que afecten directa o indirectamente a la seguridad operacional; y 8) sucesos que puedan suscitar considerable interés público.

Atendiendo a su importancia para la seguridad y la frecuencia con que se producen, los sucesos insólitos pueden clasificarse de la manera siguiente: sucesos no relacionados con la seguridad: 0,5 a 1 semanal; sucesos relacionados con la seguridad: 0,5 a 1 mensual; sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad: 0,5 a 1 anual. Estas cifras constituyen promedios a largo plazo y no son necesariamente representativas de una unidad. No obstante, permiten ilustrar el hecho de que se notifica al sistema nacional de información sólo una fracción de todos los sucesos que habrán de analizar la central nucleoelectrica y la empresa eléctrica (segundo y último grupos de sucesos), y una fracción aún menor (sólo el último grupo) al IAEA-IRS. De ahí que los más de 400 informes enviados al Sistema hasta octubre de 1987 constituyan solamente un pequeño subconjunto de la información de otros sistemas nacionales o regionales de notificación.

Durante los últimos años el IAEA-IRS se ha ido ampliando, y de un centro de distribución de información sobre incidentes y accidentes ha pasado a ser una red cooperativa para la compilación, tratamiento, evaluación y difusión de información sobre las desviaciones, los incidentes y los accidentes que ocurren en las centrales nucleares. Se incluyen las desviaciones detectadas durante la vigilancia y el mantenimiento.

Un comité técnico que representa a los Estados Miembros participantes supervisa las actividades enca-

Distribución por países de la participación en el IAEA-IRS (hasta diciembre de 1987)

Tipo de participación

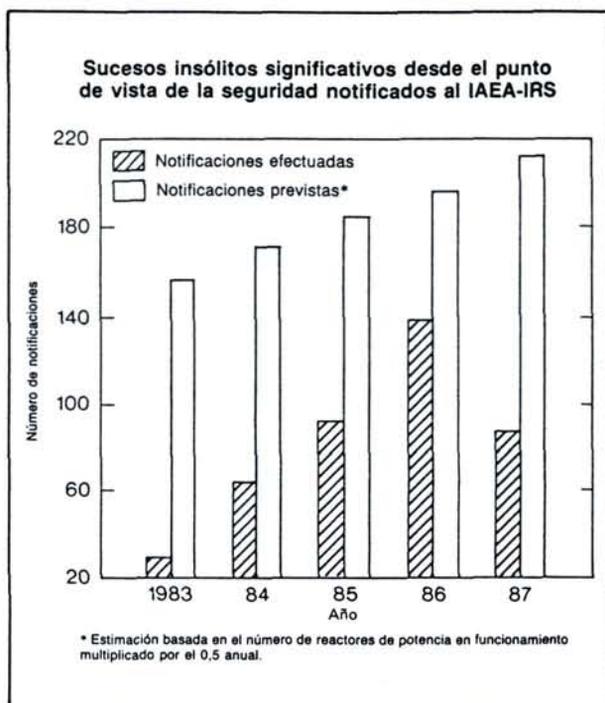
Plena:	Argentina; Brasil; Bulgaria; Checoslovaquia; España; Finlandia; Hungría; India; Países Bajos; Pakistán; Reino Unido; Rep. de Corea; Rep. Dem. Alemana; URSS; y Yugoslavia
Por conducto del NEA-IRS:	Bélgica; Canadá; EE. UU.; Francia; Italia; Rep. Fed. de Alemania; Suecia; y Suiza
Mediante reuniones:	Japón
Esperada: (cuando las centrales entren en funcionamiento)	Filipinas; México

minadas a perfeccionar el sistema y mejorar al máximo su aprovechamiento del intercambio de experiencia operacional. El comité se reúne por lo menos una vez al año para analizar los sucesos notificados durante ese período, a fin de llegar a conclusiones de aplicación general y formular recomendaciones adecuadas a las entidades explotadoras y a las autoridades reglamentadoras para su aplicación. Puede asimismo preparar un informe sobre sucesos que suscitaron especial interés en el plano internacional. El examen de los informes realizados durante los tres primeros años del sistema (1983 a 1985) reveló que:

- La calidad de los informes fue desigual, en especial respecto de la descripción de los sucesos, la determinación de las causas subyacentes, el examen de las consecuencias para la explotación de la central y las medidas correctivas adoptadas.
- Sólo el 8% de los sucesos notificados se catalogaron como de "gran" importancia desde el punto de vista de la seguridad y el 22% de "relativa" importancia.
- Las causas principales fueron deficiencias en el diseño (18,7%) y errores operacionales (17,5%).
- El efecto más importante en la explotación de las centrales fue el disparo del reactor (53,2%).
- El tipo de fallo más frecuente fue el sencillo (40,1%), y los menos frecuentes fueron los fallos múltiples o de causa común.

La evaluación de los sucesos de gran importancia desde el punto de vista de la seguridad confirmó que son significativas las siguientes cuestiones relacionadas con la seguridad: la interacción en el sistema por inundación o aspersión con agua; la interacción en el sistema eléctrico; los fallos múltiples de los distintos sistemas; los fallos de causa común; los errores de mantenimiento y las medidas adoptadas por el explotador. No obstante, la evaluación exigió gran experiencia y conocimientos técnicos debido a la limitada base de datos (un total de 169 informes iniciales y 29 informes de continuidad), las acentuadas desigualdades en la calidad de los informes, la diversidad de tipos de reactores y la variedad de prácticas operacionales.

En sus primeros cinco años de servicio, el IAEA-IRS ha logrado prácticamente una participación total. A excepción de dos Estados Miembros con centrales nucleares en explotación, todos participan, ya sea directamente o por conducto del AEN-IRS. Además, ha establecido una estrecha cooperación con el AEN-IRS y desarrollado una sólida infraestructura para apoyar mejoras ulteriores. Entre las cuestiones que tienen alta prioridad para el futuro figuran el mejoramiento de la calidad en la presentación de los informes (requisito indispensable para una evaluación minuciosa) y el fomento de una notificación más completa de los sucesos insólitos significativos desde el punto de vista de la seguridad.



Resulta indispensable que los especialistas efectúen un análisis periódico y exhaustivo de los sucesos notificados al IAEA-IRS con el fin de evaluar su importancia desde el punto de vista de la seguridad, determinar las enseñanzas que se habrán de extraer, y estudiar la mejor forma de ampliar su aplicación. Quizás se necesiten también directrices y manuales nuevos que respondan a los propósitos y la realidad del IAEA-IRS, para que coadyuven a ampliar su utilización, verificar las tendencias, y satisfacer intereses específicos. Es menester que se intensifique cada vez más la cooperación internacional en el intercambio de experiencia operacional para evitar la duplicación de esfuerzos, permitir el acceso a la mayor cantidad de información posible y fortalecer la capacidad de evaluación en todo el mundo.

Estrecha cooperación

Los cuatro programas del Organismo brevemente resumidos en este artículo reflejan que Estados Miembros están en condiciones de cooperar más estrechamente en las cuestiones de la seguridad nuclear. Si bien el programa de los GESO es el que ha alcanzado mayor notoriedad y se ha extendido con más rapidez, se espera que en un futuro previsible los cuatro programas sigan apoyándose mutuamente y se hagan más precisos, eficaces y adaptables a las necesidades en constante evolución.

