

Labor del OIEA en pro de la seguridad operacional de las centrales nucleares

por L.G. Epel, L.F. Franzen y V. Osmachkin*

La labor encaminada a elevar la seguridad operacional de las centrales nucleares absorbe al cabo del año muchos cientos de millones de dólares, y millares de años-hombre de trabajo, en el mundo entero. Ahora bien, la mayor parte de esta labor de investigación y desarrollo, de realización de estudios monográficos y recapitulativos y de establecimiento de reglamentaciones y normas se cumple en la media docena, más o menos, de Estados Miembros adelantados que suministran tecnología nucleoelectrica a todos los demás. Por otra parte, los países en desarrollo no pueden consagrar ingentes sumas a los programas de seguridad nuclear y, por lo tanto, en lo que se refiere a gran parte de la correspondiente tecnología, dependen de quienes se la suministran. Precisamente en este campo —el de la transferencia de tecnología para la seguridad nuclear a los países en desarrollo— puede el Organismo actuar con gran eficacia.

La experiencia de funcionamiento de centrales nucleares civiles acumulada se aproxima ya a los 3000 años-reactor. Consideran muchos que el historial de seguridad de la industria nuclear es superior al de cualquier otra industria con riesgos potenciales comparables. Incluso el accidente más difundido —el ocurrido en Three Mile Island— supuso solo, como exposición adicional de la población en general a las radiaciones, una pequeña fracción de la dosis que se recibe en un año procedente de fuentes naturales. A pesar de que el excelente historial de seguridad alcanzado por la industria nucleoelectrica comercial se debe a la dedicación combinada de investigadores, proyectistas, fabricantes, constructores y entidades reglamentadoras, la responsabilidad de la seguridad de la planta, de la población en general y del entorno incumbe, en última instancia, a la organización explotadora de la central. En una central nuclear típica puede haber doscientas o trescientas personas ocupadas en el funcionamiento cotidiano de la planta. De entre estas personas, quizá no lleguen a cinco docenas las que se encargan directamente de hacer funcionar los elementos materiales de la planta nuclear propiamente dicha; las demás cumplen funciones de apoyo de vital importancia, como son las de vigilancia con fines de protección radiológica, mantenimiento electromecánico, control de la química de la central, planificación y programación, garantía de calidad, capacitación, y análisis de las operaciones en curso.

* Los Sres. Franzen y Osmachkin son funcionarios de la Sección de Seguridad de Instalaciones Nucleares de la División de Seguridad Nuclear del Organismo. El Sr. Epel, que fue funcionario del OIEA, trabaja ahora en el Brookhaven National Laboratory, Upton (New York), 11973, U.S.A.).

Antecedentes

A principios de 1983, casi 300 reactores de potencia suministraban energía eléctrica en 25 países (véase el cuadro 1). La capacidad de generación de energía eléctrica que esta inversión representa ascendía a casi 174 000 megavatios (más del 8% de la capacidad total en el mundo entero). Se espera que para 1985 la energía eléctrica de origen nuclear represente el 17% del total de la generada en todo el mundo. Se espera que durante el período 1983—1987 comiencen a funcionar 200 nuevas unidades con una capacidad instalada de casi 185 000 megavatios.

Como puede verse en el cuadro 1, al 1 de enero de 1983 había 21 unidades en funcionamiento en países en desarrollo, número que se duplicará con creces en los próximos cinco años. Este aumento planteará un desafío a la comunidad nuclear, no solo por la importante cifra de nuevas plantas sino también por las muchas facetas que tiene la seguridad operacional. Ya la complejidad inherente de cualquier central nuclear plantea de por sí una serie de problemas. Otro grupo de problemas dimana del hecho de que los diversos vendedores de equipo han desarrollado gran variedad de tipos de reactores totalmente distintos entre sí: reactores de agua a presión, reactores de agua en ebullición, reactores de tubos de presión, y reactores refrigerados por gas.

Además, estos tipos de diseño han ido modificándose a lo largo de los años a fin de aprovechar las lecciones de la experiencia y adaptarse a la tendencia hacia mayores capacidades y a la evolución de los requisitos de seguridad. El resultado se manifiesta no solo en la gran diversidad de los diseños sino también en la variación de los criterios adoptados en diversos países en materia de seguridad, así como en diferencias en cuanto a los aspectos técnicos de los dispositivos de seguridad, los edificios de contención, las normas para la elección de emplazamientos, etc. E incluso en el caso de un tipo de reactor ya conocido y aceptado pueden surgir dificultades: como la construcción de una central corriente requiere entre seis y doce años, puede ocurrir que, al término de la labor de construcción, la central ya no cumpla todos los requisitos de seguridad que hayan ido perfilándose durante su construcción. En ese caso, hay que enfrentar la cuestión de reacondicionar la planta y actualizar sus procedimientos operacionales. Naturalmente, otro tanto cabe decir de las plantas terminadas hace algún tiempo, que ya han venido funcionando durante un período relativamente largo.

Cuadro 1. Centrales nucleoelectricas en explotacion al 1 de enero de 1983

| País | Año en que empezó la explotación | | | | Total | Capacidad total (MW(e)) | Unidades adicionales que se entrarán en explotación en 1983-87 | |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| | Antes de 1968 | 1968-72 | 1973-77 | 1978-82 | | | Número de unidades | Capacidad (MW(e)) |
| Países desarrollados | | | | | | | | |
| Bélgica | 1 | — | 3 | 2 | 6 | 3 463 | 2 | 2 012 |
| Canadá | 2 | 4 | 4 | 4 | 14 | 6 686 | 8 | 5 064 |
| España | — | 3 | — | 1 | 4 | 1 973 | 12 | 11 156 |
| Estados Unidos de América | 6 | 19 | 39 | 16 | 80 | 62 376 | 55 | 60 368 |
| Finlandia | — | — | 1 | 3 | 4 | 2 160 | — | — |
| Francia | 5 | 3 | 3 | 21 | 32 | 23 355 | 26 | 28 940 |
| Italia | 2 | — | — | 1 | 3 | 1 232 | 2 | 1 964 |
| Japón | 1 | 4 | 10 | 10 | 25 | 16 589 | 11 | 10 289 |
| Países Bajos | — | 1 | 1 | — | 2 | 501 | — | — |
| Reino Unido | 24 | 3 | 4 | 1 | 32 | 6 470 | 8 | 5 066 |
| República Democrática Alemana | 1 | — | 3 | 1 | 5 | 1 694 | 7 | 2 868 |
| República Federal de Alemania | 3 | 3 | 4 | 5 | 15 | 9 831 | 9 | 9 411 |
| Sudafrica | — | — | — | — | — | — | 2 | 1 842 |
| Suecia | — | 1 | 5 | 4 | 10 | 7 330 | 2 | 2 110 |
| Suiza | — | 3 | — | 1 | 4 | 1 940 | 1 | 942 |
| Unión Soviética | 10 | 4 | 13 | 13 | 40 | 17 876 | 22 | 22 420 |
| TOTAL PARCIAL | 55 | 48 | 90 | 83 | 276 | 163 476 | 167 | 164 452 |
| Países en desarrollo | | | | | | | | |
| Argentina | — | — | 1 | — | 1 | 335 | 2 | 1 291 |
| Bulgaria | — | — | 2 | 2 | 4 | 1 632 | 2 | 2 000 |
| Brasil | — | — | — | 1 | 1 | 626 | 1 | 1 245 |
| Cuba | — | — | — | — | — | — | 1 | 408 |
| Checoslovaquia | — | — | — | 2 | 2 | 762 | 8 | 3 354 |
| Filipinas | — | — | — | — | — | — | 1 | 620 |
| Hungría | — | — | — | 1 | 1 | 408 | 3 | 1 224 |
| India | — | 3 | — | 1 | 4 | 809 | 4 | 880 |
| México | — | — | — | — | — | — | 2 | 1 308 |
| Pakistán | — | 1 | — | — | 1 | 125 | — | — |
| República de Corea | — | — | 1 | 1 | 2 | 1 193 | 6 | 5 284 |
| Rumania | — | — | — | — | — | — | 1 | 660 |
| Taiwan | — | — | — | 4 | 4 | 3 110 | 2 | 1 814 |
| Yugoslavia | — | — | — | 1 | 1 | 632 | — | — |
| TOTAL PARCIAL | — | 4 | 4 | 13 | 21 | 9 632 | 33 | 20 088 |
| TOTAL GENERAL | 55 | 52 | 94 | 96 | 297 | 173 108 | 200 | 184 540 |

Fuente: Sistema de información sobre reactores de potencia del OIEA.

En vista de la importancia que el funcionamiento de las centrales nucleares tiene a los efectos de la seguridad, y de que, a juicio de la población en general, el funcionamiento de los reactores nucleares plantea una de las cuestiones más trascendentales en relación con la salud, y con la calidad del entorno, el OIEA viene apoyando, desde hace muchos años, programas encaminados a reforzar la seguridad operacional de las centrales nucleares, cosa que ha hecho de tres maneras: desarrollando Normas y Guías de Seguridad; patrocinando elementos de transmisión para el intercambio de información; y prestando diversos servicios de asesora-

miento. Dos programas relativamente nuevos han conducido al establecimiento de grupos de examen de la seguridad operacional y del Sistema de Notificación de Incidentes.

Normas de seguridad, intercambio de información y servicios de asesoramiento

Desde su creación, el Organismo viene ocupándose de elaborar normas de seguridad en la esfera nuclear. Las principales publicaciones del OIEA en relación con el funcionamiento de centrales nucleares son las Normas

básicas de seguridad en materia de protección radiológica (Colección Seguridad N° 9); y los documentos sobre normas de seguridad nuclear (NUSS) relativos a la explotación (forman parte de la Colección Seguridad N° 50). Las primeras —es decir, las Normas básicas— tratan del sistema de limitación de dosis a las personas profesionalmente expuestas y a la población en general, y se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). Las últimas consisten en un Código de Práctica y once Guías en que se establecen los requisitos básicos para la explotación de las centrales nucleares en condiciones de seguridad: tratan de aspectos de la seguridad tales como la dotación de personal, las inspecciones en servicio, los límites operacionales y el control de los efluentes.

Una de las maneras más eficaces de mejorar la seguridad operacional consiste en el constante intercambio de información y de experiencia de explotación. Los Estados Miembros tienen ocasión de actualizar constantemente sus conocimientos sobre las tendencias actuales y técnicas más recientes en materia de seguridad en el curso de conferencias, simposios, seminarios, cursillos prácticos y reuniones técnicas. También se alienta la transferencia de tecnología para la seguridad mediante la organización de cursos de capacitación y la concesión de becas que se ofrecen a personal cualificado de los países en desarrollo. Todos los años se envía a algunos profesionales de países en desarrollo a que, durante períodos que oscilan entre un mes y un año, se capaciten en Estados Miembros adelantados, en los que reciben capacitación en el trabajo trabajando directamente en simuladores, en laboratorios, en la industria o en un organismo reglamentador.

Es posible que, entre las tareas del Organismo en pro de la seguridad operacional, las más directas sean las que cumple mediante sus servicios de asesoramiento, principalmente en forma de misiones ante las entidades reglamentadoras, las compañías eléctricas y sus asesores. Se envían también misiones de seguridad en relación con los cinco aspectos del programa NUSS: organización nacionales, emplazamiento, diseño, explotación y, garantía de calidad —a los países que solicitan esa asistencia. Además de estas misiones generales, hay misiones muy especializadas, sobre temas relacionados con la seguridad, para prestar asistencia a los Estados Miembros que enfrentan problemas particulares. Misiones de este tipo han evaluado vibraciones de generadores de vapor, aplicando códigos de computadora, formulando recomendaciones para planificar los preparativos para casos de emergencia, y revisando las especificaciones técnicas de una planta. Una misión reciente destinada a evaluar la seguridad operacional de una central que iba a pasar la prueba de régimen de plena potencia y que el vendedor iba a entregar a la compañía eléctrica resultó tan útil para el Gobierno solicitante que se decidió tomarla como modelo para un servicio regular del Organismo.

Grupos de examen de la seguridad operacional

Durante la Conferencia General del OIEA en 1982, el Director General anunció la disponibilidad de un nuevo servicio del Organismo, el de los Grupos de examen de la seguridad operacional. En el marco de

este servicio, se envían, a los Estados Miembros que lo soliciten, grupos de expertos que examinan la situación de una central y evalúan su capacidad para continuar funcionando en condiciones de seguridad. Ya se han recibido algunas solicitudes de Estados Miembros, y en 1983 se efectuarán dos o tres de estos exámenes. Se ha previsto que, en los próximos años, una vez que el programa haya madurado, se efectuarían anualmente de cuatro a seis exámenes.

Cada uno de estos grupos estará integrado por dos o tres funcionarios y tres o cuatro consultores externos con dilatada experiencia en materia de seguridad de centrales nucleares. Los expertos variarán de grupo a grupo conforme al tipo de central que se examine. Este servicio solo se facilitará a los organismos reglamentadores de Estados Miembros, y el grupo actuará con independencia de la compañía eléctrica y de sus consultores, contratistas y proveedores.

La preparación anticipada del grupo se basará en los resultados del examen y evaluación amplios de la seguridad ya efectuados como requisito previo para conceder el permiso para el funcionamiento de la central. Esta información —que será sin duda el medio más idóneo de conocer las características de seguridad de la central— se complementará con otra documentación pertinente relativa al historial de funcionamiento de la planta, los procedimientos de explotación, la organización, y las cualificaciones del personal. El examen *in situ*, que durará unas tres semanas, comprenderá el examen de la documentación de la central, la observación de los procedimientos y discusiones con personal de explotación.

Se estudiarán a fondo, por ser decisivos para la seguridad operacional, los aspectos principales siguientes:

1. Aspectos de gestión: estructura orgánica, programas de cualificación del personal, garantía de calidad, control de documentos, enfoque y actitudes respecto de la seguridad.
2. Programas de capacitación: organización de la capacitación; servicios, instalaciones y equipo para el personal de la central, a todos los niveles.
3. Procedimientos operacionales: para circunstancias normales y anómalas de la planta, historial de explotación, documentación y procedimientos de marcaje.
4. Apoyo técnico: grupos de ingeniería y técnicos que participan en las tareas de vigilancia, modificaciones de la central, examen recapitulativo de la experiencia operacional, análisis de ingeniería, etc.
5. Mantenimiento: su organización, procedimientos, controles, documentación, equipo e historial.
6. Protección radiológica: control de la contaminación, tratamiento de desechos radiactivos, control de efluentes, vigilancia del medio ambiente, protección radiológica del personal, controles de organización y administrativos, y capacitación.
7. Química de la central: química del agua, actividades del laboratorio, instrumentación, manipulación de desechos, capacitación y cualificación.
8. Preparativos para casos de emergencia: responsabilidades de la organización explotadora en cuanto a

Detalle de una muestra de las conclusiones de un grupo de examen de la seguridad operacional

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA

OBJETIVO FUNCIONAL: Los controles de contaminación radiactiva deben minimizar la contaminación de zonas, equipo y personal.

Conclusión del grupo: No se exige al personal que se someta a monitoreo a la salida de las zonas de bajo nivel de contaminación. Esto podría dar lugar a que no se detectase la contaminación de personal por radiaciones de baja actividad.

Recomendación: Establézanse requisitos para la realización de monitoreos de la radiactividad corporal a la salida de las zonas señalizadas como contaminadas, con niveles de contaminación superficial eliminable superiores a 1000 dpm/cm² *.

Reacción de la compañía: El historial de la central y la política seguida de mantener bajos niveles de contaminación minimizan la probabilidad de que la contaminación del personal sea tal que resulte detectable con las técnicas convencionales de monitoreo. Los monitores de portal gamma-10 utilizados son más eficaces que los dispositivos portátiles para detectar la contaminación dispersa por toda una zona, en contraposición a los puntos de contaminación aislados. La experiencia ha demostrado que la probabilidad de contaminación del personal aumenta significativamente cuando los niveles de contaminación de una zona son superiores a 10 000 dpm/100 cm². Por lo tanto, hemos propuesto que se efectúe monitoreo de las personas a la salida de dichas zonas. Nuestro historial en cuanto a contaminación del personal y los resultados de los recuentos de la radiactividad corporal indican que el presente programa es satisfactorio.

Comentario: La política actual de monitoreo conforme a la cual el personal solo ha de someterse a un recuento de la radiactividad corporal a la salida de las zonas de contaminación señalizadas en el caso de que los niveles de contaminación superficial eliminable pasen de los 10 000 dpm/100 cm² no es congruente con las mejores prácticas industriales. La experiencia indica que, en la industria, la mayoría de las contaminaciones cutáneas corresponden a puntos aislados situados en el campo de entre 3000 y 5000 dpm/100 cm², que no pueden detectarse con los monitores de portal más sensibles de que se dispone actualmente.

* dpm: desintegraciones por minuto.

Bequerelio: unidad de radiactividad en el sistema internacional de unidades (SI). Su símbolo es Bq y corresponde a la actividad de una transformación por segundo. 60 dpm = 1 Bq.

Fuente: INPO 1982 Evaluation.

preparación para casos de emergencia nuclear, tanto *in situ* como fuera del emplazamiento, incluido el aspecto del enlace con las autoridades públicas.

Una vez terminado el examen, el grupo regresará a la Sede del Organismo para redactar su informe. Este se presentará, por conductos oficiales, al gobierno del país solicitante y para su utilización exclusiva. El informe comprenderá diferentes conclusiones. Como ejemplo del tipo de detalle que cabría incluir en las conclusiones del grupo puede consultarse el texto que aparece en el recuadro (cuya información se ha tomado de un informe preparado por el INPO (Institute of Nuclear Power Operations, de los Estados Unidos)). Inicialmente, para los exámenes de los grupos del OIEA se tomarán como modelo los procedimientos del INPO.

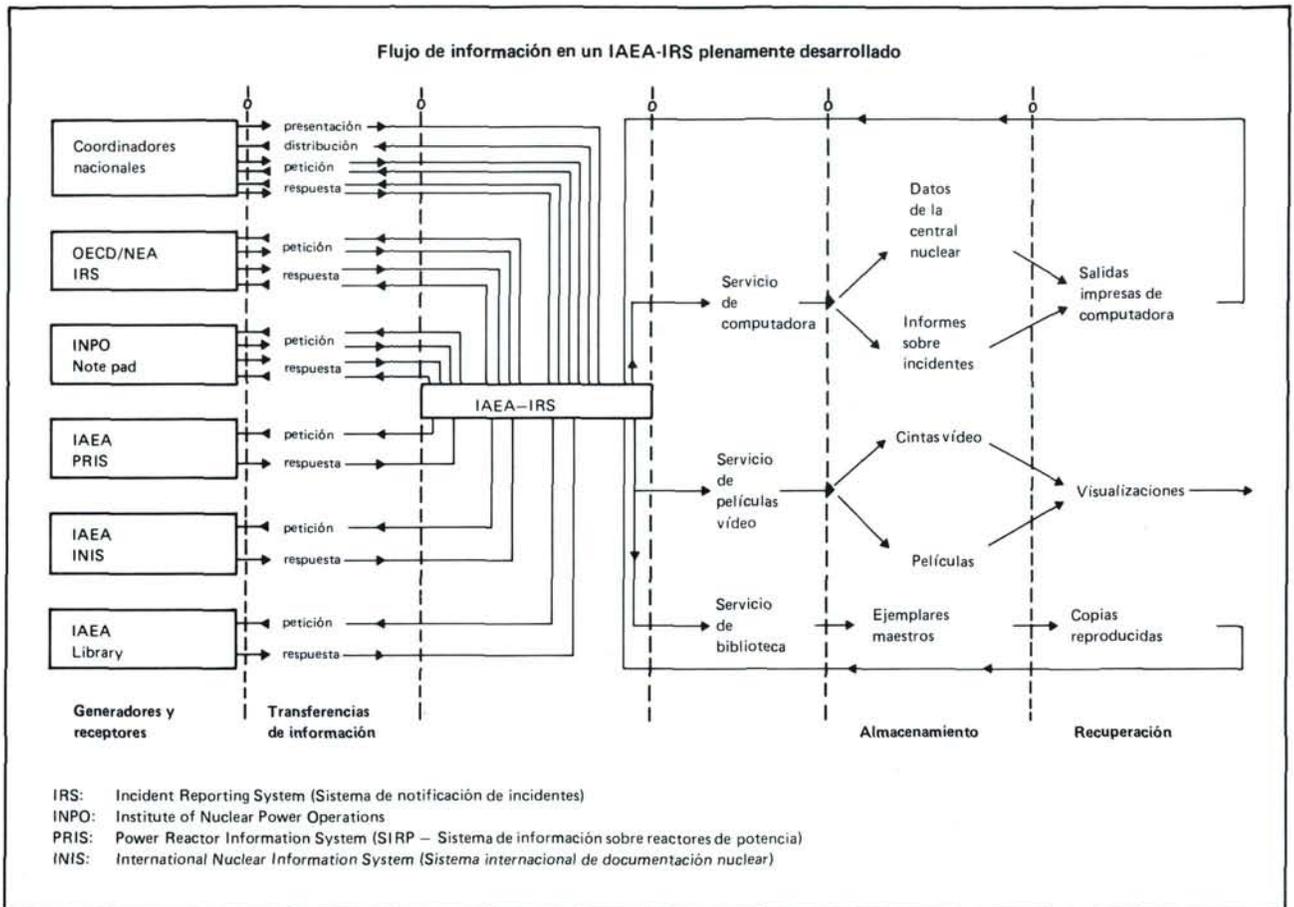
El servicio de grupos de examen se encuentra aún en la fase de desarrollo. Conforme vaya adquiriéndose experiencia, en los meses próximos, se definirá mejor el modo de actuar y se establecerán directrices que utilizar en lo sucesivo.

Sistema OIEA de Notificación de Incidentes

Como se puso de manifiesto con motivo de la investigación del accidente de Three Mile Island, en el historial de explotación de las centrales nucleoelectricas del mundo entero se encuentra soterrado un rico acervo de información relacionada con la seguridad. Los sucesos poco comunes, cuando se analizan en el contexto del entorno de una central determinada, pueden revelar debilidades generales en cuanto a diseño, construcción y funcionamiento. Estima el Organismo que a todos los Estados Miembros poseedores de centrales nucleares ha de resultarles ventajoso participar en un intercambio internacional de información sobre incidentes acaecidos en centrales nucleares. Como ya en muchos países se exige que las organizaciones explotadoras informen a sus autoridades reglamentadoras respectivas de todo suceso relacionado con la seguridad, el Organismo considera que su función consistirá en desarrollar un Sistema de Notificación de Incidentes (IAEA-IRS) que armonizará con los sistemas de ámbito nacional, a los efectos de reunir, examinar, conservar y difundir información en el ámbito mundial (véase la Figura).

El año pasado se propusieron y discutieron los arreglos referentes al IAEA-IRS, y se distribuyó a los Estados Miembros información sobre esos arreglos. Además, se produjo y publicó, como documento de trabajo, una guía sobre sistemas nacionales de notificación ("Guide on National Reporting Systems"). Durante 1982 se celebró en Madrid la primera reunión del Comité técnico para la evaluación de incidentes en centrales nucleoelectricas; y en abril de este año se enviaron a los Estados Miembros sendas comunicaciones en las que se les invitaba oficialmente a participar en el IAEA-IRS.

Como son muchos los sucesos insólitos que acaecen al cabo del año en las centrales nucleares, el problema crucial es el de escoger los pocos incidentes que pueden tener significación en cuanto a la seguridad y que son interesantes para la comunidad internacional. Para su notificación, el Organismo ha establecido ocho categorías inspiradas en el sistema de notificación de



incidentes desarrollado por la Agencia para la Energía Nuclear (AEN) de la OCDE, para identificar tales sucesos. Las categorías mencionadas son las siguientes:

1. Exposición a las radiaciones o liberación de material radiactivo.
2. Degradación de elementos de importancia para la seguridad (estructuras, sistemas, componentes).
3. Deficiencias de diseño, construcción o explotación, y garantía de calidad.
4. Problemas genéricos (sucesos recurrentes que, tomados en conjunto, tienen consecuencias para otras centrales similares).
5. Medidas consiguientes significativas (medidas tomadas por el órgano reglamentador como resultado de sucesos notificados).
6. Sucesos de potencial significación para la seguridad (casos en que un sistema de protección actúa innecesariamente o bien no actúa cuando hubiera debido hacerlo).
7. Sucesos insólitos, debidos al hombre o de origen natural, que, directa o indirectamente, ponen en peligro la capacidad de la central de funcionar en condiciones de seguridad.
8. Sucesos que, si bien no tienen importancia desde el punto de vista de la seguridad, suscitan un interés público significativo.

Al igual que ocurre en relación con otros aspectos de la seguridad de funcionamiento, es importante celebrar reuniones periódicas en las que pasar revista a los sucesos de interés para la comunidad internacional. Es probable que de estas reuniones periódicas de recapitulación dimanen recomendaciones de aplicabilidad general dirigidas a gran número de centrales nucleares y a muchas organizaciones explotadoras y reglamentadoras.

Un problema importante, y quizá de difícil solución, es el de identificar los sucesos que, aunque carentes de significación si se consideran por separado, al considerarse en su conjunto denotan la existencia de un problema de seguridad significativo. Al principio, se confiará en que los participantes identifiquen tales sucesos de acuerdo con sus respectivos sistemas nacionales y alerten al OIEA, a fin de que se pueda informar a otros países. Todo suceso que pudiera ser precursor de incidentes graves ha de indagarse detenidamente, y el disponer las cosas de modo tal que los Estados Miembros compartan esta información podría ser especialmente útil.

Se considera que la participación mundial en el intercambio de información sobre sucesos insólitos con significación a los efectos de la seguridad aportaría una contribución valiosa a la seguridad, particularmente si se analizan las causas y se difunden adecuadamente las enseñanzas que ello depara. El IAEA-IRS puede ser un elemento auxiliar esencial para el logro de este objetivo.