

sometidos a ensayos en que se los proyecta a gran velocidad contra obstáculos rígidos. En algunos de estos ensayos se utilizaron prototipos de tamaño natural de los embalajes, y en otros se utilizaron modelos a escala reducida. Se incluyó también la descripción de métodos analíticos y empíricos para predecir el grado resultante de deterioro del contenedor en función del diseño del mismo, de la velocidad de impacto, de la actitud en el momento del choque y de la dureza del obstáculo.

El Sr. Barker (Estados Unidos de América) examinó la aplicación de sistemas de garantía de la calidad del embalaje de transporte. Todo programa de garantía de calidad debe comprender ensayos de calificación para demostrar que el diseño del embalaje responde a los requisitos establecidos, inspecciones para evitar los errores humanos en el montaje de los embalajes, verificación de niveles de radiación y de contaminación, ensayos de verificación de embalajes individuales seleccionados aleatoriamente, y ensayos en condiciones reales en accidentes simulados expresamente para tal finalidad.

En memorias presentadas por la República Federal de Alemania, el Japón y el Reino Unido, se estudiaron con detenimiento ensayos térmicos mediante los que se simulaban los daños causados a los embalajes por grandes incendios.

En una serie de memorias se describía la experiencia adquirida después de varios años en el transporte de materiales radiactivos, inclusive el combustible irradiado. El Sr. Grella (Estados Unidos de América) examinó el período de 1971 a 1975. De un total de 32 000 incidentes registrados que afectaron a materiales peligrosos solo en 144 casos se trataba de sustancias radiactivas. Únicamente en 36 ocasiones se produjo un derrame del contenido o llegaron los niveles de radiación a exceder los límites prescritos. La mayor parte de dichos derrames se produjeron con embalajes LSA o de Tipo A. Dos incidentes con embalajes de Tipo B que resultaron en el derrame del contenido o en excesivos niveles de radiación se atribuyeron a que durante el embalaje no se habían respetado las instrucciones para la preparación del mismo. En dos graves accidentes de carretera no se produjo ningún derrame del contenido de embalajes de Tipo B. En la hora actual se transportan anualmente en los Estados Unidos de América unos 2,5 millones de bultos de materiales radiactivos.

El Sr. Musialowicz (Polonia) notificó que en el período 1971—1975 se habían producido en Polonia 18 accidentes de transporte de materiales radiactivos; ninguno de ellos había tenido consecuencias desde el punto de vista de la seguridad radiológica. En ese mismo período, las dosis medidas de exposición de los obreros de transportes no superaban las tres décimas partes de la dosis máxima ocupacional permisible.

El Sr. Rollins (Estados Unidos de América) facilitó información sobre la experiencia adquirida en la utilización de los nuevos tipos de cofre de la Nuclear Assurance Corporation para el transporte de elementos de combustible irradiado. Estos cofres han viajado más de 540 000 kilómetros por carretera al servicio de unas diez instalaciones nucleares diferentes.

Durante el seminario se organizaron dos reuniones de expertos para examinar cuestiones relativas a la evaluación y aprobación de diseños de embalaje y considerar el desarrollo futuro de ensayos de embalajes en relación con problemas ecológicos. En ambos casos se subrayó la necesidad de asegurar al público que los actuales requisitos reglamentarios permiten lograr un adecuado nivel de seguridad. Además, convendría informar mejor al público sobre los inmensos beneficios obtenidos mediante el transporte mundial de materiales radiactivos, en comparación con los reducidos riesgos que entraña dicho transporte. En esas discusiones se formularon sugerencias para que el OIEA publicara documentos explicativos, además de los textos de asesoramiento actuales, que pusieran de relieve las finalidades de las normas reglamentarias y demostraran claramente los altos niveles comparativos de seguridad que gracias a su aplicación pueden obtenerse.



# Garantía de calidad de los combustibles nucleares

El Seminario tenía por objetivo impartir enseñanza sobre los conceptos básicos del control y garantía de calidad aplicado a los combustibles nucleares y pasar revista a sus aplicaciones actuales.

La garantía de calidad se utiliza ampliamente en el diseño, construcción y funcionamiento de las centrales nucleares. Esta metodología se aplica a todas las actividades que afectan a la calidad de una central nuclear y tiene por fin cerciorarse de que un elemento o un dispositivo determinados funcionarán satisfactoriamente.

Aunque la obtención de la calidad adecuada incumbe a todos los que participan en un proyecto nucleoelectrico, el establecimiento y ejecución de un programa de garantía de calidad para toda una central es ante todo de la competencia de la entidad propietaria de la misma.

Para tal entidad, la principal preocupación es controlar la calidad de los productos o servicios adquiridos mediante arreglos contractuales con los suministradores. En el caso de la adquisición de combustible nuclear, la aplicación de la garantía de calidad puede tropezar con diversas dificultades debido a la inexistencia de estandarización del combustible nuclear y de suficiente información protegida por las patentes de los fabricantes del combustible relativas a las características del diseño del mismo y a los procedimientos de fabricación.

En el Seminario se examinaron detalladamente los problemas de la garantía de calidad con referencia a la adquisición del combustible nuclear. Debido a la inexistencia de normas generalmente reconocidas, la adecuada aplicación del concepto de la garantía de calidad a la adquisición del combustible depende del volumen de informaciones que el fabricante del combustible pueda facilitar a la compañía explotadora de la central que lo va adquirir, así como de las modalidades y oportunidad en que se facilitará dicha información.

Básicamente, el alcance de esta comunicación de informaciones se especifica en los contratos de compra-venta, aunque también influyen, de manera indirecta, los reglamentos establecidos por los órganos reguladores. Las controversias que pueden producirse se deben, al parecer, a que las compañías eléctricas quieren disponer de un control más amplio sobre el producto que compran. Por su parte, los vendedores son algo reacios a permitir a los compradores que examinen muy de cerca sus técnicas de fabricación y diseño, pero se observa una tendencia siempre creciente a suministrar más informaciones a los compradores. Al parecer la plena aplicación del concepto de garantía de calidad a la adquisición del combustible y a los servicios de fabricación del mismo dependerá en gran medida de la disponibilidad de datos sobre las características de dicho combustible.

Por parte de los compradores de éste existe un evidente interés en obtener todos los detalles posibles sobre sus características a fin de establecer un grado de control adecuado sobre la calidad de los productos que adquieren. Por otra parte, si los compradores fijan esas características de antemano, los fabricantes se lamentan a menudo de que se han especificado, sin tener debidamente en cuenta los más recientes datos técnicos sobre el rendimiento del combustible, sobre los aspectos prácticos de los procesos de fabricación y

sobre las posibilidades técnicas. Cabe resolver este problema combinando adecuadamente las actividades relativas al diseño del combustible con un sistema total de garantía de calidad.

Los debates habidos en el Seminario pusieron de manifiesto que la mayoría de los fabricantes de combustible practican habitualmente sistemas aceptables de garantía de calidad. El comprador del combustible puede poner a prueba tales sistemas controlando el programa de garantía de calidad tal como se ha convenido en los distintos contratos de compra-venta. De esta manera es posible adquirir confianza en la calidad del producto obtenido. Sin embargo, se considera que las relaciones entre los fabricantes de combustible y los compradores podrían mejorarse aún adoptando las siguientes medidas en el plano internacional: 1) estandarización de las características del combustible y de las técnicas de ensayo; 2) difusión de informaciones sobre las características del combustible y su relación con el porcentaje observado de roturas de la vaina del combustible; 3) establecimiento de un programa estandarizado de garantía de calidad para la fabricación del combustible; 4) creación de un servicio central de información para ayudar a las compañías eléctricas a preparar documentos y establecer procedimientos a utilizar en las actividades de garantía de calidad.



#### INFORME ACERCA DE UN SIMPOSIO INTERNACIONAL CELEBRADO EN OTANIEMI, FINLANDIA, DEL 2 AL 6 DE AGOSTO DE 1976

A este Simposio asistieron 140 participantes de 32 países y tres organizaciones internacionales. Se presentaron en el mismo 45 memorias en las ocho sesiones dedicadas a temas técnicos.

## Diseño de laboratorios calientes

La necesidad de disponer de laboratorios especializados para manipular sustancias de alta radiactividad se ha agudizado notablemente debido al incremento de la industria nucleoelectrónica y al empleo cada vez más frecuente de radioisótopos en las investigaciones científicas y en la tecnología.

Dichos laboratorios, denominados "laboratorios calientes", se diseñan y equipan especialmente para manipular materiales radiactivos de alta actividad, entre otros el plutonio y los elementos transplutónicos. La manipulación de tales materiales plantea especiales problemas de protección radiológica y de seguridad debido a su elevada actividad específica y gran radiotoxicidad. Por lo tanto, la planificación, el diseño, la construcción y el funcionamiento de los laboratorios calientes habrán de cumplir condiciones muy estrictas de seguridad, confinamiento, ventilación, blindaje, control de la criticidad y protección contra incendios.

El OIEA ha publicado dos manuales en su Colección Seguridad, uno sobre los aspectos de seguridad del diseño y equipo de laboratorios calientes (SS N° 30) y otro sobre la manipulación sin riesgos del plutonio (SS N° 39).

El objetivo del Simposio de Otaniemi era acopiar información sobre los recientes adelantos en las características de seguridad de laboratorios calientes y pasar revista al estado actual de los conocimientos. Se ha producido una serie de novedades como resultado del

creciente esmero en la interpretación de los conceptos básicos de protección radiológica propuestos en las recomendaciones de la CIPR (Informe N° 22) y en las Normas básicas de seguridad del Organismo (N° 9). Los temas tratados en el Simposio fueron las características de seguridad en la planificación y diseño, depuración del aire, sistemas de transferencia y transporte, control de la criticidad, protección contra incendios, protección radiológica, gestión de desechos, disposiciones administrativas y experiencia operacional.

Cuatro de las ocho sesiones del programa se dedicaron a la planificación, diseño y construcción de edificios para laboratorios calientes, celdas calientes, cajas de guantes, campanas de humos y sistemas de ventilación, protección contra incendios, transferencia, transporte y control de la criticidad y otros sistemas auxiliares, así como a la discusión de las características de seguridad en cada caso.

Se examinaron los efectos de los terremotos, tornados e incluso del impacto de aviones ligeros contra los edificios del laboratorio. Se puso de relieve que el diseño de los edificios para laboratorios debía garantizar que todas las instalaciones internas permanecerían en condiciones de funcionamiento en caso de tales catástrofes. También se examinaron las ventajas de compartimentar instalaciones calientes para aislar las zonas de riesgo elevado y minimizar así las pérdidas de productividad y financieras en caso de accidente.

Se pasó revista a los requisitos que deben exigirse de los informes sobre análisis de la seguridad de laboratorios calientes. Tales informes, que deben contener los principios de seguridad, la descripción detallada de las cuestiones técnicas, de organización y de funcionamiento, el análisis crítico de los principios de seguridad y otras cuestiones conexas, deben ser examinados y aprobados por las autoridades competentes.

Algunas memorias trataban de la estandarización de los componentes de laboratorios calientes y de la automatización de las operaciones empleando sistemas controlados por computadora o de servocontrol. Las ventajas de la estandarización son su flexibilidad de empleo y la posibilidad de intercambiar componentes. La automatización mejora las operaciones de control remoto y aumenta la calidad de los resultados, puesto que se eliminan los factores personales. No obstante, algunos participantes, expresaron el punto de vista de que la estandarización no debe convertirse en un obstáculo para la futura investigación básica ni para la ingeniería, cuyo objetivo es mejorar el estado de la tecnología. Una de las memorias estudiaba el diseño de laboratorios calientes para manipular plutonio en forma pirofórica. En dichas instalaciones es necesario prestar especial atención a la evitación de accidentes debidos a incendios, explosiones o a la criticidad.

Un autor francés describió la conversión de un laboratorio  $\beta - \gamma$  en un laboratorio  $\alpha - \beta - \gamma$  para manipular limitadas cantidades de plutonio. Se indicó que los laboratorios  $\beta - \gamma$  franceses se están convirtiendo gradualmente para realizar operaciones experimentales con elementos que contienen plutonio.

Se estudiaron sistemas de manipulación remota y semi-remota, incluyendo nuevos diseños de instrumentos de manipulación. También se describieron los sistemas de servocontrol y de control remoto empleados en tales instrumentos. Especialmente en trabajos con plutonio y elementos transplutónicos las intensidades de dosis recibidas por las manos y antebrazos durante los trabajos en el interior de una caja de guantes pueden ser muy elevadas. La experiencia ganada en el Instituto de Elementos Transuránicos (EURATOM) demuestra que la manipulación de cantidades de americio-241 del orden del gramo producen en el personal una dosis de irradiación más bien alta, a pesar del blindaje de plomo o acero de la caja de guantes y del blindaje interior de las mismas. Esto indica que la manipulación habitual de americio y curio debe realizarse con manipuladores tras blindaje gamma y neutrónico, y que debe evitarse el contacto directo entre la manopla del guante y el americio.