

Apoyo en dosimetría, protección radiológica y en la planificación de la respuesta a accidentes y emergencias

J. L. Callejo, P. Marchena y R. Martínez Fanegas

Entre las actividades a desarrollar en las instalaciones nucleares existen algunas que por su carácter estratégico requieren competencias y métodos de trabajo especialmente solventes. Por este motivo, existe la necesidad de adaptarse a los continuos avances en el estado del arte y en la normativa aplicable, lo que implica, en ocasiones, el apoyo externo para mejorar dichas competencias o avanzar en los métodos y prácticas de trabajo empleadas. Tanto en Protección Radiológica y Emergencias como en Dosimetría es importante la existencia de servicios de apoyo que contribuyan al cumplimiento de dichos objetivos. Por otra parte, dado que estas acciones de mejora son comunes a todas las instalaciones, se producen importantes sinergias cuando se llevan a cabo de forma coordinada para todas ellas.

Because of their strategic features, some of the tasks carried out in nuclear facilities require specially reliable skills and work methodologies. Therefore, a continuous adaptation to the 'state-of-the-art' and the regulations in effect is needed. This process often requires an external support to enhance such skills and improve the applied methods and work practices. In order to meet these objectives, it is important to get support services available both for Radiation Protection, Emergency Preparedness and Dosimetry related functions. In addition, given that these enhancing actions are shared among most facilities, important synergies arise when they are developed in a coordinated fashion for all of them.

INTRODUCCIÓN

Los programas de formación de los operadores y supervisores de centrales nucleares cuyo desarrollo, aplicación y evaluación constituyen una de las áreas básicas de actividad de Tecnatom, incluyen materias como la protección radiológica, química y planes de emergencia. El adiestramiento en estas materias requiere de la participación de técnicos especialistas en cada una de las áreas. De esta forma, en los años ochenta se formó un grupo de técnicos expertos que además de impartir esta formación prestaban servicios de apoyo técnico a las centrales en este campo. A finales de esa década, se constituyó una organización en Tecnatom dedicada a la protección radiológica, a los planes de emergencia y a la química, fuertemente reforzada en el año 2000, con la transferencia desde UNESA de los equipos, medios técnicos y personas del Servicio de Dosimetría.

La actual Unidad de Protección Radiológica, Emergencias y Dosimetría tiene como misión colaborar con las centrales nucleares en la mejora de la protección radiológica de los trabajadores y del medio ambiente. Nuestra contribución radica en los diferentes servicios de adiestramiento y apoyo técnico que en las áreas de la protección radiológica,

dosimetría, química, emergencias y accidentes severos ofrecemos a las centrales nucleares.

Una de las estrategias destinada a apoyar a nuestros clientes en el cumplimiento de sus objetivos, va enfocada a colaborar con los servicios de protección radiológica en la formación de sus responsables y de los técnicos que desempeñan sus actividades, apoyarles en el análisis de información y experiencia en otras centrales (ISOE) y colaborar en la mejora de sus procesos y procedimientos. Otra estrategia de la Unidad va encaminada a apoyar a las centrales en la mejora de la actuación de los trabajadores mediante la formación en las áreas mencionadas así como en su protección, principalmente mediante nuestro Servicio de Dosimetría Interna. Por último, el apoyo en la mejora de la preparación y actuación ante emergencias mediante la actualización de los planes y procedimientos de emergencias, la elaboración y actualización de guías de accidentes severos, la formación, ejercicios y simulacros y las mejoras de los medios en los Centros de Apoyo Técnico del Plan de Emergencia constituye nuestra tercera área estratégica.

La participación en actividades de EPRI (Electric Power Research Institute) en sus programas relacionados con la protección radiológica y accidentes



JOSÉ LUIS CALLEJO AVIAL es Ingeniero Industrial, especialidad de Técnicas Energéticas, por la ETSII de Madrid. Trabaja en Tecnatom, en la Unidad de Protección Radiológica, Emergencias y Dosimetría, donde realiza actividades de asistencia y apoyo técnico a las centrales nucleares en temas relacionados con Protección Radiológica y Planes de Emergencia.



PALOMA MARCHENA GONZÁLEZ es Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid Y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales por la CAM. Actualmente trabaja en Tecnatom continúa en los campos de la Dosimetría Interna y la Protección Radiológica.



RAFAEL MARTÍNEZ FANEGAS es Ingeniero Industrial por la ETSII-Madrid. Actualmente trabaja en la Unidad de Protección Radiológica, Emergencias y Dosimetría de Tecnatom.

La explotación segura y eficiente de una central nuclear exige un personal cualificado y acreditado para poder dirigir, supervisar y ejecutar las distintas actividades con un alto nivel de exigencia y profesionalidad cuya máxima expresión es la Cultura de Seguridad.

Es objetivo de la Protección Radiológica conseguir que las actividades que implican riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes se realicen en las debidas condiciones de seguridad. Para ello, una formación adecuada en materia de protección radiológica y acorde con la responsabilidad de cada trabajador en la central es un aspecto fundamental para que el personal conozca y aplique correctamente las normas de protección radiológica.

Contribuir en la mejora de las competencias de las personas que desarrollan su actividad profesional en los Servicios de Protección Radiológica, tanto de los responsables como de los técnicos, es una de las actividades básicas de esta Unidad, así como apoyarles en el análisis de información y experiencia en otras centrales y colaborar en la mejora de sus procesos y procedimientos.

La formación constituye una herramienta básica para dotar a los trabajadores, tanto permanentes en la instalación como subcontratados, de las competencias necesarias que permitan mantener las dosis recibidas en valores tan bajos como razonablemente se pueda alcanzar. Los programas de formación inicial se adaptan a las características de cada puesto. La formación continua, o planes de reentrenamiento periódico, deben incluir los cambios en normativa y procedimientos, la experiencia operativa, las actividades y tareas más complejas del puesto.

Los programas de formación de los trabajadores de las centrales nucleares españolas se han realizado aplicando una metodología sistemática que abarca desde la identificación de las competencias requeridas para realizar un trabajo hasta el desarrollo y realización del entrenamiento para alcanzar dichas competencias y su posterior evaluación. Este proceso se ha aplicado para diseñar los planes de formación de los puestos del Servicio de Protección Radiológica.

El diagrama de flujo de la Formación Profesional (FP) se estructura de la siguiente manera:

- Formación General** (Caja roja)
- Formación Específica** (Caja naranja)
- Módulos de Gestión** (Caja naranja)
- Entrenamiento en el puesto** (Caja naranja)

Las flechas indican la progresión principal de izquierda a derecha. Una flecha curva roja retroalimenta desde el final hacia la Formación General. Una flecha curva naranja retroalimenta desde el final hacia la Formación Específica.

Desde la Formación Específica, se ramifica la formación:

- Formación específica propia de la ocupación** (Caja roja)
- Formación específica para el personal con responsabilidad de gestión** (Caja naranja)

La Formación específica para el personal con responsabilidad de gestión incluye:

- Formación diseñada para preparar a los futuros ocupantes del puesto en la correcta ejecución de las tareas o actividades en el propio entorno del puesto de trabajo.

La Formación específica propia de la ocupación incluye:

- Formada por:
 - 2º Un módulo común, cuyo alcance y profundidad depende del PT.
 - 2º Un módulo de Formación Básica que puede ser común y propio de un grupo de PT.

Normativa española vigente, en la que se recogen los requisitos sobre la cualificación y la formación en protección radiológica que todos los trabajadores expuestos de una central nuclear deben acreditar.

Teniendo en cuenta que la implantación eficaz de un entrenamiento de este tipo no puede considerar tantos programas diferentes como puestos de trabajo existen en la instalación, en función del riesgo del trabajo y de la responsabilidad del personal en materia de PR, se han desarrollado programas específicos de formación en protección radiológica para los siguientes colectivos:

- Jefe del Servicio de Protección Radiológica.
- Técnicos del Servicio de Protección Radiológica.
- Personal de Operación con Licencia.
- Personal de la Central sin Licencia.
- Trabajadores externos.

El programa de formación inicial (figura 1) consta básicamente de formación general de la instalación, formación específica en Protección Radiológica y entrenamiento en el puesto.

Esta formación cumple con la Instrucción del CSN, IS-03, sobre cualificaciones para obtener el reconocimiento de Experto en protección contra las radiaciones ionizantes, donde se regula la formación específica inicial necesaria para obtener el Diploma de Jefe del SPR y para ser reconocido como Técnico Experto en Protección Radiológica.

Estos programas se han aplicado recientemente en diversas centrales españolas con resultados satisfactorios. Los alumnos han superado los exámenes para la obtención del Diploma de Experto expedido por el CSN incorporándose plenamente a su puesto desempeñando sus nuevas funciones.

anual en donde se recogen las actualizaciones de normativa, la puesta en marcha de nuevas técnicas, la adquisición de equipos, la actualización de procedimientos de trabajo y el intercambio de experiencia operativa.

Dentro del programa general de preparación de Licencia de Operación, la formación específica en protección radiológica está basada en un curso teórico-práctico de al menos 60 horas de duración. Estos programas se aplican en la preparación de nuevos operadores y supervisores de las centrales con resultados satisfactorios. Los alumnos han superado los exámenes para la obtención de las correspondientes licencias y se han incorporado a los equipos de Sala de Control que operan la central.

La formación continuada se basa, fundamentalmente, en el análisis de la experiencia operativa en protección radiológica de la propia central y de otras centrales afines, modificaciones y cambios en procedimientos relacionados con Protección Radiológica y su puesto de trabajo.

Dentro del programa de formación inicial para el personal de la central sin Licencia se imparte un curso de Protección Radiológica básica y específica de la Central, de una duración entre 20-40 horas, adaptado de modo acorde a las responsabilidades concretas y las tareas asignadas a cada persona.

El programa de formación continua está en consonancia con las necesidades específicas de cada puesto de trabajo, con la finalidad de mantener o mejorar las competencias del personal en el mismo. Este programa de formación desarrollado para el personal de plantilla de la Central es de aplicación al personal externo que desempeña las funciones de un puesto de trabajo definido en la organización de la Central o ejerce funciones

de apoyo al mismo con carácter permanente o con cierta continuidad.

Trabajadores externos

El Real Decreto 413/97, de 21 de marzo, sobre Protección Operacional de los Trabajadores Externos establece dentro de las obligaciones de la empresa externa proporcionar a sus trabajadores la formación relativa a la protección radiológica exigida en ejecución de su trabajo. Asimismo, dentro de las obligaciones del Titular de la Instalación se establece la necesidad de proporcionar la formación específica tanto de la zona controlada como de la intervención.

En la Instrucción del CSN, IS-06, se definen el alcance y contenido de los programas de formación en materia de protección radiológica básico y específico de los trabajadores externos en el ámbito de las instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible. Esta instrucción es de aplicación a las empresas externas, instalaciones y trabajadores externos.

El curso de formación básico es responsabilidad de la empresa externa y tiene una validez de 2 años.

El elevado número de trabajadores expuestos, su dispersión geográfica y los diferentes niveles de formación y experiencia, ponen de manifiesto las limitaciones de la formación presencial en este campo. En este sentido y desde que entró en vigor la IS-06, en Tecnatom, a través de esta Unidad de Protección Radiológica, existe la posibilidad de completar este curso por internet (figura 2).

El curso de formación específico es responsabilidad de la instalación en la que el trabajador va a prestar sus servicios y tiene una validez de 12 meses.

Experiencia operativa en Protección Radiológica

El ISOE (Information System on Occupational Exposures), cuya creación fue impulsada por la Agencia de la Energía Nuclear (NEA) del Organismo de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y la IAEA, tiene como objetivos:

- promover y coordinar los esfuerzos internacionales de cooperación en materia de protección de los trabajadores de las centrales nucleares,
- analizar los datos anuales sobre exposiciones profesionales procedentes de las centrales nucleares y
- ser foro para el intercambio de experiencias entre expertos, tanto reguladores como operadores.

Participan en el ISOE representantes tanto de las empresas eléctricas (públicas y privadas) como de los organismos reguladores nacionales. España está representada en el comité de dirección del sistema por UNESA, en nombre de las

centrales nucleares, y por el CSN como organismo regulador. La Unidad de Protección Radiológica, por encargo de UNESA, dinamiza la participación de las centrales españolas canalizando la información hacia el ISOE y analizando la información proveniente de los más de 400 reactores nucleares pertenecientes a 26 países participantes. Las aplicaciones y usos de la información del ISOE radican en el intercambio de experiencia, el análisis de resultados de la protección radiológica en centrales gemelas y la realización de ejercicios comparativos sobre aspectos específicos de la protección radiológica.

Mejora de procesos y métodos de trabajo

Otra de las actividades básicas de la Unidad es colaborar en la mejora de los métodos de trabajo de las centrales en el área de la protección radiológica.

Dentro del marco en el que Tecnatom ha sido definido como Centro de Referencia de EPRI en Protección Radiológica, con el compromiso de trasladar al sector nuclear español el conocimiento adquirido a través de la documentación recibida y como resultado del estudio de dicha documentación, se han elaborado, tanto para el área de Control Remoto de Trabajos como para el área de Vigilancia y Control de la Contaminación Alfa, sendos informes técnicos donde se incluyen los siguientes aspectos:

- Objetivo, alcance y aplicabilidad de los proyectos y actividades que componen el área.
- Definición y explicación del área en cuestión y de la tecnología necesaria para su desarrollo.
- Análisis de las actividades de EPRI en cada campo.
- Valoración, por parte de Tecnatom, de la aplicabilidad y de la posible transferencia de las anteriores actividades al sector nuclear español.

Como consecuencia de lo anterior, se han realizado propuestas de actuaciones y proyectos en cada área.

La Unidad efectúa otra serie de actividades de colaboración con los Servicios de Protección Radiológica de las centrales españolas en la mejora de procesos y procedimientos de trabajo con el objetivo de la disminución de las dosis de los trabajadores. La elaboración de un Manual de Protección Radiológica ge-

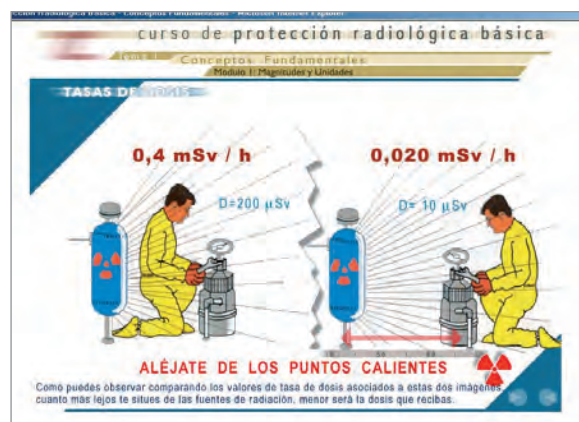


Figura 2. Curso de PR Básico por Internet.

nérico como consecuencia de la revisión del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, la actualización de las memorias descriptivas de los Servicios de Dosimetría de todas las plantas, la elaboración de los indicadores del SISC (Sistema Integrado de Supervisión de Centrales) en sus pilares de protección radiológica de los trabajadores y del público, la armonización de los Permisos de Trabajo con Radiaciones (PTR) de las centrales y la generación de nuevos procedimientos genéricos para la operación y calibración de los equipos de dosimetría son referencias de actividades realizadas en este sentido.

SERVICIO DE DOSIMETRÍA PERSONAL MÓVIL

La normativa actual de protección radiológica específica la necesidad de vigilancia de los trabajadores profesionalmente expuestos, con objeto de evaluar y prevenir la incidencia de los riesgos profesionales en su salud. Para ello se utilizan avanzados equipos de medidas dosimétricas con objeto de detectar la incorporación de radionúclidos en el organismo y programas de cálculo basados en las recientes recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) para la evaluación de las dosis internas. Con objeto de apoyar a los Servicios de Dosimetría de las instalaciones nucleares españolas se creó un Servicio de Dosimetría Personal que fue oficialmente autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear en octubre de 1988 y ha sido aceptado como servicio colaborador en la D.G. XI de la Unión Europea, siendo hoy día TECNATOM la titular de la autorización correspondiente.

Entre los objetivos del Servicio cabe destacar la realización de campañas de medidas tanto en las centrales nucleares españolas (contratados como servicio de apoyo en paradas, recarga de combustible, etc.) como en otras instalaciones del ciclo de combustible y en instalaciones radiactivas así como en situaciones



Figura 3. Unidad Móvil de Dosimetría.



Figura 4. Equipo CRC modelo Quicky.

especiales de accidentes o emergencias nucleares. Asimismo, el Servicio realiza habitualmente la calibración de los equipos de medida propios y de los instalados en las centrales nucleares españolas. Para ello, dispone de los medios necesarios de calibración como maniqués y fuentes radiactivas adecuadas. Puede considerarse como el Servicio de Dosimetría sectorial de referencia y, como tal, proporciona asistencia técnica a los servicios de las centrales tanto en las estimaciones de dosis por incorporación de radionúclidos como en la solución de problemas operativos y en la formación específica para usuarios de los equipos. También participa y coordina programas de intercomparación entre servicios de dosimetría nacionales e internacionales. Dentro de los proyectos de I+D+i y en colaboración con otras ingenierías, se han desarrollado nuevas herramientas de aplicación internacional para la estimación y cálculo de la dosis y para la operativa de calibración de los equipos.

El Servicio de Dosimetría consta de dos Unidades Móviles dotadas con sendos contadores de radiactividad corporal (CRC) para la medida dosimétrica de las personas:

Unidad Móvil I, tiene instalado un contador rápido de la marca Helgeson Scientific Services modelo Quicky III con 4 detectores de INa (TI) de 10x10x7,5 cm., así como veinte contadores proporcionales para la detección de la contaminación externa. La aplicación de este equipo es la rápida discriminación de la existencia o no de radionúclidos incorporados al organismo. Para ello, en uno o dos minutos es capaz de asegurar la presencia o no de elementos radiactivos tanto interna como externamente.

Unidad Móvil II, está dotada de otro contador de precisión tipo cama de la marca Helgeson Scientific Services denominado "Whole Body Counter" (WBC) con un sistema detector compuesto por 4 cristales de INa (TI) de 10x10x7,5 cm., acompañado por un colimador de geometría variable que permite medidas de

gran precisión sobre órganos determinados. Esta unidad está especialmente designada para realizar contajes rutinarios y especiales en instalaciones nucleares, radiactivas, médicas o industriales y centros de investigación que lo precisen.

Para cumplir con las funciones citadas anteriormente, el Servicio de Dosimetría de Tecnatom se encuentra incorporado como medida de apoyo externo y respuesta inmediata en caso de activación de un Plan Provincial de Emergencia Nuclear (PPE) a nivel nacional que recomiende la medida dosimétrica de personas con posible contaminación interna, en situaciones de emergencia nucleares y radiactivas una vez hayan sido declaradas por el CSN, siendo la actuación de este Servicio en emergencias prioritaria ante cualquier otra situación. Una vez que sean conocidas las características de la emergencia como, por ejemplo, su localización, el número de personas potencialmente afectadas, etc., se determinará qué unidad móvil prestará los servicios, teniendo en cuenta la incidencia en otros servicios que pudiera estar prestando y acudiendo al lugar de actuación en un plazo de 24 horas siempre que la emergencia se encuentre dentro del territorio peninsular; en los casos de desplazamientos fuera del territorio peninsular, estos desplazamientos serán gestionados por las autoridades competentes.

Para hacer frente a las situaciones de activación y operatividad del Servicio, Tecnatom tiene establecido un sistema de retén compuesto por un grupo de cinco operadores que rotan semanalmente, con formación específica en dosimetría y otro grupo compuesto por cuatro técnicos, expertos en protección radiológica y dosimetría que ejercen como coordinadores del retén.

Uno de los compromisos adquiridos por el Servicio es mantener actualizados y operativos los equipos de los que dispone. En este sentido, durante el pasado año se realizó una revisión de la metodología de calibración, lo que implicó el cambio del actual maniquí de calibración a uno humanoide antropomórfico tipo BOMAB. Este cambio en el sistema de calibración supuso la revisión del método de análisis de espectros y se optó por realizar un desarrollo nacional propio, concebido sobre la base de la tecnología actual y compatible con las nuevas recomendaciones de ICRP, llamado ALEDIN, de conocimiento amigable por los usuarios y totalmente compatible con aplicaciones ya existentes, como INDAC (necesarias para el cálculo de dosis).

ACCIDENTES SEVEROS Y PLANES DE EMERGENCIA

La actuación en situaciones de accidentes y emergencias requiere de guías y procedimientos que permitan gestionar estas situaciones minimizando los daños a las personas, instalaciones y medio ambiente.

Las actividades que se requieren en esta área abarcan desde cálculos termohidráulicos para análisis de seguridad, análisis de accidentes y emergencias, hasta la elaboración y revisión de Planes de



Figura 5. Equipo CRC modelo Whole Body Counter.

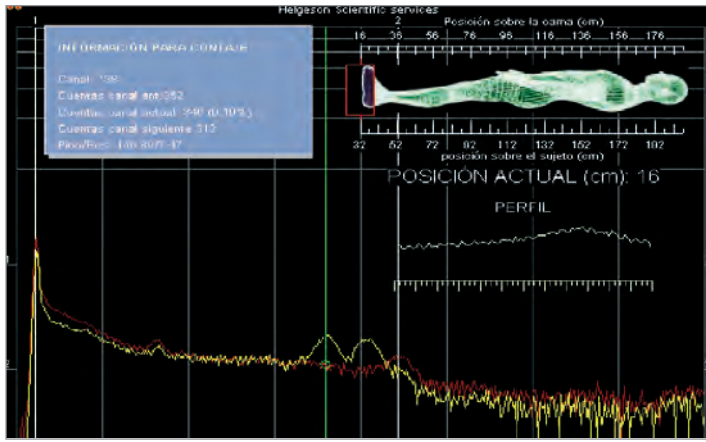


Figura 6. Aplicación ALEDIN- Análisis de espectros.

Emergencia y de sus procedimientos de desarrollo y guías de accidentes severos.

En Tecnatom existe una experiencia acumulada significativa en el desarrollo de varias de estas aplicaciones, con códigos a los que se ha accedido a través de proyectos internacionales de desarrollo y "assessment" de los programas (ICAP y CAMP) o con versiones propietarias de los mismos. Las actividades de Tecnatom en el campo de los códigos termohidráulicos estuvieron inicialmente muy centradas en el desarrollo y en la validación de simuladores de entrenamiento en tiempo real. Posteriormente, tales actividades se diversificaron en sus objetivos, cubriendo aspectos tales como apoyo a procedimientos, cálculos de seguridad, incidentes operativos, soporte a gestión de accidentes severos...

La realización de ejercicios y simuladores de emergencia resulta fundamental para la formación continua del personal. El objetivo general en el reentrenamiento en accidentes tanto dentro de las bases de diseño como en accidentes severos es mantener y actualizar los conocimientos relacionados con la fenomenología y gestión de los mismos, así como las actuaciones de los distintos grupos del personal de planta. Estas actuaciones están basadas en la aplicación, tanto de los Procedimientos de Operación de Emergencia (POE) como de las Guías de Gestión de Accidentes Severos (GGAS). La figura 7 muestra las diferentes fases de un accidente severo dentro de la vasija del reactor.

Esta formación se incluye en el entrenamiento y ejercicios para el Centro de Apoyo Técnico (CAT) reglamentados en el Plan de Emergencia. Las lecciones aprendidas en la realización de los reentrenamientos muestran la importancia creciente de abordar ejercicios dinámicos con un grado de participación cada vez mayor del personal implicado.

La actualización y mejora de los centros de apoyo técnico de las centrales contribuye en gran manera al cumplimiento de los objetivos anteriormente

citados. La utilización de herramientas informáticas sencillas de uso para el CAT es un paso muy importante cara a una mejora sustancial del proceso potenciando la efectividad de la formación.

En la actualidad, Tecnatom ha desarrollado una herramienta informática de apoyo al CAT, denominada SACAT con el objetivo del seguimiento eficaz de la guías de gestión del accidente severo por parte del mismo. Dicha herramienta incluye dos paneles de seguimiento de la emergencia: panel de parámetros principales de la planta (primario, secundario y contención) y panel de monitores de radiación incluyendo acciones de evaluación llevadas a cabo por los distintos grupos del personal implicado. La figura 8 muestra uno de dichos paneles.

La participación en los grupos de trabajo del CSNI (Comité para la Seguridad de las Instalaciones Nucleares de la NEA-OCDE) nos permite mantener el conocimiento del estado del arte en materia de accidentes severos y emer-

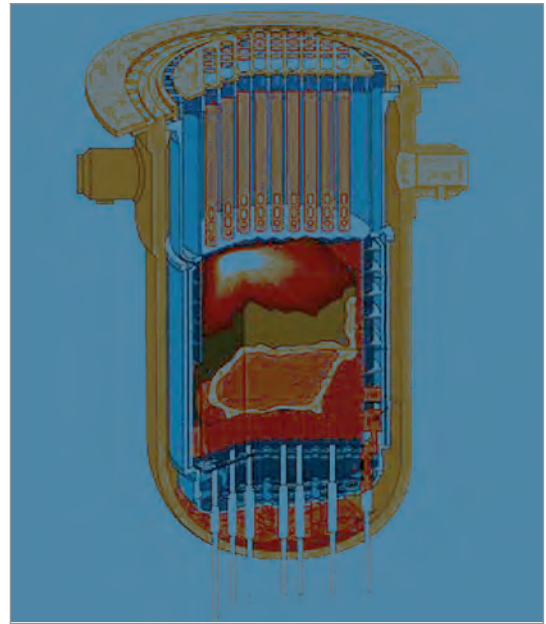


Figura 7. Vasija del reactor en un accidente severo.

gencias. Tecnatom forma parte, en concreto, del Grupo de Trabajo de Análisis y Gestión de Accidentes (GAMA), cuya misión principal consiste en promover la mejora en el conocimiento actual de los procesos físicos y aspectos de seguridad, tanto para los reactores actuales como avanzados, asociados con las siguientes áreas: sistema refrigerante del reactor y sistemas relacionados con la seguridad, comportamiento de núcleos degradados dentro de la vasija, fenómenos en contención y liberación, transporte y deposición de productos de fisión.

En relación con estas áreas, el grupo de trabajo GAMA identifica necesidades y prioridades de investigación, incluyendo validación, mejora y desarrollo de códigos de cálculo, así como el intercambio de información y experiencias sobre estrategias de gestión de accidentes. ■

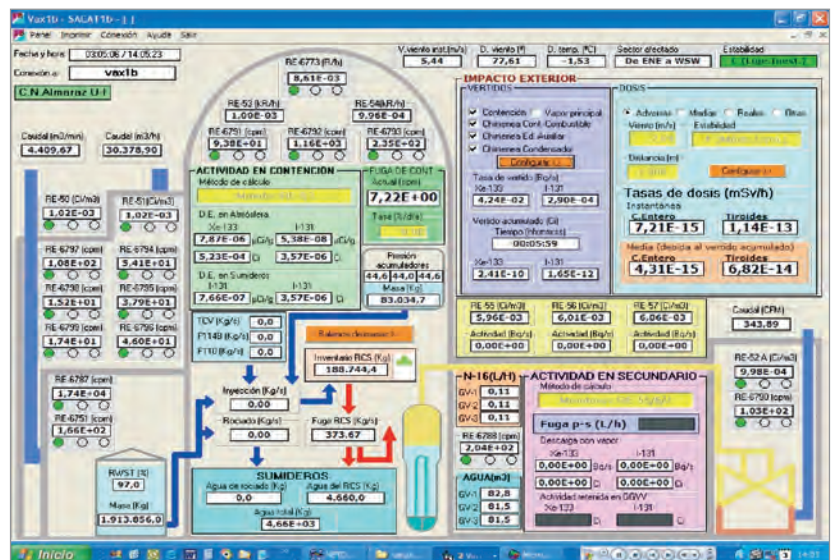


Figura 6. Aplicación ALEDIN- Análisis de espectros.