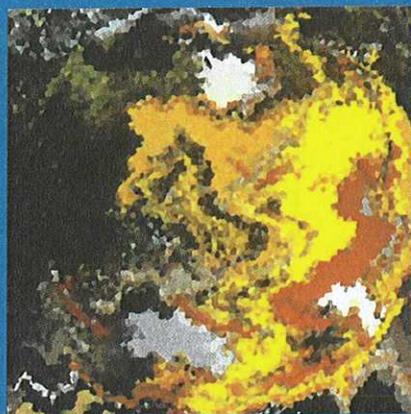


Revista del CSN / Año II / Número 8  
III Trimestre 1998

# Seguridad Nuclear



**Simulacro de emergencia interior**

**La emergencia exterior:  
planes de emergencia nuclear**

**Emergencias en el medio hospitalario**

**Robótica de interfase en emergencias  
nucleares**

**Seguridad Nuclear**

Revista del CSN  
Año II / Número 8  
III Trimestre 1998

**Director**

Rafael Caro

**Comite de redacción**

Agustín Alonso, José A. Azuara, Aníbal Martín, Juan M. Kindelán, Carmen Martínez Ten, Luis del Val

**Secretaria de redacción**

Fátima Rojas

**Noticias****Directora**

Matilde Ropero

**Comité**

A. Esteban Naudín, G. López Ortíz, Javier Reig, M. Rodríguez Martí, M. F. Sánchez Ojanguren, M. A. Villar Castejón.

**Consejo de****Seguridad Nuclear**

Justo Dorado, 11  
28040 Madrid  
Tf. 91 346 02 00  
Fax. 91 346 06 66

**Maquetación e impresión**

Gráficas Naciones  
Río Sil, 3  
28110 Algete (Madrid)  
Tf. 91 629 21 45  
Fax 91 629 22 79

ISSN: 1136-7806

D. Legal: M. 31.281-1996

Portada: portada/5

Juan A. Gutiérrez / Gráficas Naciones

Los autores asumen la total responsabilidad de los trabajos que firman. El CSN al publicarlos no pretende expresar su acuerdo con ellos.

**1** Presentación**2** Simulacro de emergencia interior  
● A. Gea, J.C. Lentijo, I. Lequerica, L. Santomá, A. Munuera, J.L. Butragueño, L. Ramos, J.I. Serrano, J.P. García**16** La emergencia exterior: planes de emergencia nuclear  
● Juan San Nicolás Santa María**24** Emergencias en el mercado hospitalario  
● Carmen Álvarez, Angel Meca, Pilar Olivares y Fernando Sierra**35** Robótica de interfase en emergencias nucleares  
● Eduardo Ruiz Munguía**42** Noticias  
**42** Consejo de Seguridad Nuclear / **44** Principales acuerdos del Pleno / **46** Centrales nucleares / **48** Información general / **48** Publicaciones**49** Resúmenes

# Presentación

L

a Ley 15/1980, publicada en el BOE número 100, de 25 de abril de 1980, en su artículo primero, dice: "...se crea el Consejo de Seguridad Nuclear... como único Organismo competente en materia de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica". Y es pertinente poner bien claro que cuidarse de la Seguridad Nuclear significa, en primer lugar, prevenir hipotéticos accidentes, y también, y con el mismo nivel de importancia, poner los medios para mitigar sus efectos, en el caso de que, a pesar de todo, tengan lugar. Estas misiones, que son la competencia básica del CSN, están desarrolladas en el artículo segundo de la misma Ley, que detalla en trece apartados las funciones a realizar para el adecuado cumplimiento del mandato básico, y que cubren las actividades de control de las instalaciones propiamente dichas y de su personal de explotación, así como relaciones con terceros, básicamente, la Administración, la opinión pública y otros organismos relacionados.

Es consecuencia inmediata después de lo dicho, que el tratamiento de emergencias y en particular los simulacros ha de ser, inevitablemente, una de las actividades más cuidadas del CSN.

Es obviamente necesario que las centrales nucleares dispongan de los adecuados atributos de seguridad de modo que el riesgo de accidente sea el más bajo razonablemente posible; y ciertamente, en las centrales nucleares españolas, como en las del resto de los países con tecnología occidental, la probabilidad de un accidente se ha llevado a límites tan extremadamente bajos - $10^{-6}$  víctimas por central y año- que resulta en una argumentación casi metafísica. Y, sin embargo, no es descabellado pensar en las medidas a tomar para el caso en que, *a pesar de todo*, tal accidente suceda; y esto nos lleva de la mano, de forma inmediata, a los ensayos generales, es decir, a los simulacros, donde, tanto la instalación nuclear (o la radioactiva) como el CSN aprendan qué hacer y cómo hacerlo, en tan desgraciada por más que improbable circunstancia.

Desde el momento en que en una central nuclear se anticipa el inicio de una situación que pueda llegar a ser de accidente, y se declara la alerta correspondiente, se activan una serie de procesos en la propia central, en la Sala de Emergencias del CSN (SALEM), y en la Delegación/Subdelegación del Gobierno en la provincia donde se ubica la central (CECOP), encaminados en primer lugar a abortar el accidente en ciernes o, si esto finalmente no fuera posible, a predecir los daños potenciales y en curso en el entorno de la central, y a poner en funcionamiento los mecanismos de mitigación correspondientes.

Quien gestiona las actuaciones para abortar el accidente en su fase inicial es el personal de la propia central, que en comunicación continua con la SALEM sigue una metodología muy bien conocida, que proporciona, en general, datos que permiten saber cuál será la situación física de la planta en el futuro inmediato. Este es el meollo de lo que se llama la Emergencia Interior. Pero, si se anticipa que el accidente va a ir a más y que puede haber emisión de radiactividad al exterior, se activa la llamada Emergencia Exterior, que preparará megafonías de aviso y alerta, centros de descontaminación, planes de evacuación, etcétera.

En el primer artículo de este número monográfico se describe el simulacro de un accidente en una central nuclear, uno cualquiera de la docena de simulacros que se efectúan cada año. En cualquiera de ellos, cada uno en un escenario diferente, la SALEM, en comunicación directa y asegurada con la central accidentada, vigila de forma continua la evolución del accidente. Una zona de particular interés es la interfase entre el exterior de la central y el entorno próximo a donde ocurre el accidente, es decir, el reactor nuclear; no es difícil imaginar un escenario en el que el nivel de radiactividad sea muy elevado en tal zona de interfase, lo que exigiría una actuación robotizada que se describe en un artículo separado. Y completa este número monográfico el tratamiento de emergencias en un medio hospitalario. El director técnico, con todas las capacidades tecnológicas del CSN a su disposición, es el *manager* de la actuación global del Consejo, y los grupos de Análisis Operativo, Radiológico, de Apoyo y Logístico, siempre presentes en el simulacro, garantizan que el organismo de que se ha dotado el estado español, como defensa frente a este tipo de accidentes, tiene toda su gran maquinaria lista y bien engrasada para cumplir con la competencia que le encarga su Ley fundacional: la Seguridad Nuclear y la Protección Radiológica.

*Rafael Caro.*

# Simulacro de emergencia interior

El Consejo de Seguridad Nuclear tiene asignadas diversas funciones en la gestión de emergencias nucleares o radiológicas, entre las que se incluye el asesoramiento técnico a las autoridades para la toma de decisiones sobre las medidas a adoptar. El artículo

describe la organización de respuesta ante emergencias que el CSN tiene preparada, con la descripción de un ejemplo práctico: el seguimiento desde la Sala de Emergencias (SALEM) de un simulacro de emergencia interior en la central nuclear de Ascó.

## 1. Consideraciones sobre los simulacros de emergencia

El emplazamiento, diseño, construcción, puesta en servicio, explotación y clausura de las instalaciones nucleares se realizan siguiendo requisitos muy estrictos que tienen como último fin preservar la salud y la seguridad del personal de las propias instalaciones y del público, así como proteger sus bienes materiales. A pesar de ello, no se puede descartar con absoluta certeza la posibilidad, aún remota, de que se produzcan fallos o condiciones accidentales que conduzcan a liberacio-

nes de materiales radiactivos al medio ambiente o a exposiciones del personal de la instalación y que, en definitiva, constituyen una emergencia nuclear.

Dado que algunas de estas secuencias accidentales, poco probables pero no imposibles, podrían tener consecuencias radiológicas graves para la población y, en general, para el medio ambiente, se hace preciso planificar por adelantado las medidas que habría que adoptar en caso de emergencia, tanto en el interior como en el exterior del emplazamiento de la instalación, para mitigar dichas consecuencias. De especial necesidad resulta tener previsto un dispositivo capaz de adoptar aquellas medidas protectoras que requieren una actuación urgente para que resulten eficaces.

El sistema habitual de respuesta a emergencias nucleares en la mayoría de los países, y en particular en España, abarca una doble vertiente: una intrínseca o interior, que se desarrolla en los denominados Planes de Emergencia Interiores de las instalaciones, y otra extrínseca o

exterior que, en el caso de España, se define en el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN), el cual se concreta en los correspondientes Planes Provinciales de Emergencia, como nivel básico de respuesta, y en el suplemento del denominado nivel central de respuesta y apoyo.

Los Planes de Emergencia Interiores (PEI) de las instalaciones nucleares, requeridos por el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas como uno de los documentos oficiales para la licencia de las instalaciones, constituyen el conjunto de actuaciones previstas en el interior de estas instalaciones para limitar las consecuencias de los accidentes que pudieran ocurrir en las mismas. El desarrollo y constitución de estos planes debe ajustarse también a lo definido en el PLABEN en cuanto a interfase con los Planes Provinciales de Emergencia, de forma que se optimiza la coordinación entre los dos, hasta el punto que ambos planes conforman un sistema integrado de respuesta.

\* A. Gea y J. C. Lentijo, director técnico y jefe de la Oficina de Emergencias del CSN, respectivamente, son autores de los apartados 1, 2, 3.1 y 3.5 del artículo.

I. Lequerica, subdirector de Centrales Nucleares, del apartado 3.2. L. Santomá y A. Munuera, subdirector de Ingeniería y jefe de Área de Sistemas Nucleares, del apartado 3.3. J.L. Butragueño, subdirector de Protección Radiológica, L. Ramos, jefa del Área de Protección Radiológica del Público y el Medio Ambiente, y J.I. Serrano y J.P. García, técnicos de este área, son autores del apartado 3.4.

Sin duda, uno de los aspectos básicos a considerar para obtener y mantener un grado adecuado, si no óptimo, de preparación frente a situaciones de emergencia, lo constituyen los programas de capacitación y de entrenamiento del personal y las organizaciones que deben intervenir en estas situaciones, tanto en lo que concierne a los planes interiores como a los exteriores. Es manifiesta la necesidad de incluir en los programas de entrenamiento la realización de ejercicios parciales de preparación del personal y simulacros más generales en los que se verifique el grado real de preparación de este personal, y también de los sistemas y equipos de apoyo, para afrontar emergencias, incluidas aquellas de gran alcance.

Esta necesidad, que es común a todos los tipos de planes para responder a situaciones de emergencia derivadas de catástrofes y accidentes de origen tanto naturales como tecnológicos, se hace especialmente vital en el caso de los planes para emergencias nucleares. Las buenas condiciones de seguridad que se están consiguiendo en la explotación de las instalaciones nucleares hacen muy escasas las posibilidades de aplicación práctica de los planes de emergencia lo que, junto al beneficio evidente de la normalidad, provoca una carencia de procesos de realimentación experimentales para la mejora de los planes. Por ello, los ejercicios y simulacros constituyen la mejor aproximación posible para comprobar la adecuación práctica de los planes de emergencia, y para obtener beneficios basados en la "experiencia" para su mejora.

Por supuesto, la necesidad de realizar ejercicios y simulacros es aplicable tanto a los planes interiores como a los exteriores. Téngase en cuenta, sobre todo en los últimos, que muchas de las personas y organizaciones involucradas en los diversos procesos de intervención previstos en los mismos, en condiciones de normalidad realizan fun-

ciones que poco tienen que ver con tales procesos.

Es posible diseñar múltiples tipos de ejercicios y simulacros en función del alcance, de los objetivos, de las organizaciones que intervengan y de su duración. Algunos se centran en tareas o procesos muy limitados asignados a organizaciones o equipos pequeños; otros pueden implicar la puesta en práctica de varias tareas simultáneas con el concurso de organizaciones distintas que requieren una cierta coordinación; se puede llegar a simulacros generales en los que se pone a prueba la capacidad de todos, o la mayor parte, de los equipos de la organización de respuesta a emergencias realizando múltiples tareas, incluidas las más importantes, de las previstas en los planes; y finalmente se pueden realizar simulacros integrados en los que participan plenamente todas, o la mayor parte, de las organizaciones y equipos tanto del interior como del exterior del emplazamiento, realizando múltiples tareas de ambos planes con una gran necesidad de coordinación.

Algunas características esenciales que deben tener los simulacros para que sean útiles son: planteamiento de escenarios realistas y creíbles, en los que se puedan poner en práctica las medidas de emergencia previstas, siguiendo los procedimientos y pautas establecidos para ello; que sean desconocidos en general para todo el personal y, más fundamentalmente, para el personal con responsabilidades de actuación que van a ejercitarse en el simulacro en cuestión; que tengan claramente definidos sus objetivos, de modo que se puedan establecer elementos de seguimiento y control adecuados para verificarlos, lo que incluye la disposición de un equipo de observadores y controladores del simulacro y también de evaluadores; y, por supuesto, en ningún caso se arriesgará innecesariamente la seguridad de las personas ni de las instalaciones.

El CSN participa activamente en los simulacros generales interiores

(uno al año para cada instalación) que, aunque como tales están diseñados para verificar el grado de eficacia de los planes de emergencia interiores de las instalaciones nucleares, son aprovechados también para poner en práctica el dispositivo de respuesta a emergencias del propio Consejo. Aunque en este artículo nos referiremos primordialmente a esta forma de práctica, la organización de emergencias del CSN se pone a prueba también en otras múltiples y variadas clases de ejercicios y simulacros, entre los que se destacan los siguientes:

- Ejercicios y simulacros de los Grupos Radiológicos Provinciales, que incluyen aspectos de dirección de estos grupos y de intervención radiológica. La participación del CSN en estos casos se realiza en estrecha colaboración con la Dirección General de Protección Civil (DGPC), las Autoridades Provinciales y Municipales y otras organizaciones implicadas en los planes exteriores. Los programas anuales de ejercicios de los cinco Planes Provinciales españoles incluyen normalmente, para cada provincia, un ejercicio de dirección del Grupo Radiológico en el Centro de Coordinación Operativa (CECOP), y uno de intervención radiológica (Estaciones de Clasificación y Descontaminación, Controles de Accesos, etcétera).

- Ejercicios internacionales. La organización de emergencias del CSN participa en todos los ejercicios del sistema europeo ECURIE sobre pronta notificación y transmisión de datos sobre accidentes nucleares. El programa anual de ejercicios ECURIE suele incluir unos 10 ejercicios de los denominados niveles I y II que, respectivamente, incluyen pruebas de la estructura de comunicaciones y de los procesos de activación de las organizaciones de emergencia nacionales y supranacionales, así como un ejercicio de nivel III, en el que se verifican aspectos relacionados con los procesos más generales

previstos en los planes de emergencia, incluyendo los relativos a la toma de decisiones.

También a nivel internacional, el CSN participa en el programa de ejercicios INEX de la OCDE. Concretamente, en los últimos años se está aplicando la serie INEX2, de la que ya se han realizado dos ejercicios en los que se simulaban sendos accidentes en centrales nucleares de Suiza y Finlandia respectivamente, y cuyos objetivos fundamentales fueron la verificación de los procesos de toma de decisiones, la transmisión de información a nivel internacional y aspectos relacionados con la información al público y a los medios de comunicación social. En la actualidad se está preparando un nuevo ejercicio de esta serie, que se prevé realizar en abril de 1998 y que tendrá como país anfitrión a Canadá, y se prevé realizar un ejercicio adicional el próximo año.

Finalmente, la participación del CSN en ejercicios internacionales se completa con los ejercicios que anualmente se realizan con Portugal, país con el que se mantiene un acuerdo bilateral de colaboración que incluye aspectos relacionados con las emergencias. Para contrastar la eficacia de los procedimientos de aplicación de este acuerdo se vienen realizando dos ejercicios al año, uno de los cuáles tiene como país origen a España, en el que se suele aprovechar la realización de alguno de los simulacros de centrales nucleares en los que interviene la organización de emergencias del Consejo, y otro en el que se simula una emergencia radiológica en Portugal; en este caso suele ser un accidente relacionado con el transporte de sustancias nucleares o radiactivas.

– Ejercicios de localización o de activación del personal que forma parte de los retenes de emergencia del CSN. Se realizan seis ejercicios de localización al año, normalmente en horarios o fechas fuera de la jornada laboral normal; y otros seis ejercicios de activación que, normalmente, se hacen coincidir con

los simulacros de las instalaciones nucleares en los que se activa la organización de emergencias del CSN.

El elevado número de simulacros y ejercicios en los que está involucrada la organización de respuesta a emergencias del CSN hace evidente la necesidad de una planificación que conjugue los aspectos de entrenamiento de todo el personal con la consecución de un impacto mínimo, o mejor razonable, en las actividades "normales" que necesariamente tienen que mantenerse, lo que se realiza confeccionando un programa anual.

Todas las centrales nucleares españolas realizan, una vez al año, un simulacro general de emergencia interior. El objetivo de dicho simulacro general de emergencia es comprobar la idoneidad del Plan de Emergencia Interior de cada central y su aplicación práctica, mediante la realización de un conjunto de actividades que abarcan la mayoría de los aspectos recogidos en dicho Plan.

El Consejo de Seguridad Nuclear, para optimizar el alcance de estos simulacros, requiere de forma general que los sucesos planteados en los correspondientes escenarios alcancen como mínimo la categoría III de emergencia (emergencia en el emplazamiento), así como la participación de las brigadas de lucha contra incendios, reparación y evaluación de daños, rescate y primeros auxilios.

Adicionalmente, el CSN, para verificar aspectos específicos de la capacidad de respuesta a emergencias de las centrales nucleares y del propio Organismo que, como se ha dicho, participa plenamente en los simulacros de los Planes Interiores, y para introducir un mayor grado de realismo en su ejecución, establece una serie de requisitos adicionales y específicos aplicables, con carácter periódico, a cada central y a cada simulacro dentro de la programación general anual. Algunos de estos requisitos específicos son: escenario desconocido para la organización de la central y para el CSN; fecha des-

conocida para las mismas organizaciones; ejecución del Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental en Emergencias (PVRE); o escalación de la gravedad del escenario hasta categoría IV de emergencia, máxima prevista en los Planes de Emergencia Interiores.

Como culminación del proceso de seguimiento y evaluación de los simulacros interiores de emergencia, el CSN publicó, en 1996, la *guía de seguridad* número 1.9, *Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares*, en la que se establecen los criterios aplicables a la programación, preparación, seguimiento y evaluación de estos simulacros.

El día 3 de diciembre de 1997 se realizó el simulacro general de emergencia interior de la central nuclear de Ascó, en el que, de acuerdo con el programa establecido, participó la organización de emergencias del CSN. Antes de comentar los aspectos concretos de esta participación, se introduce primero una descripción de la organización con la que el CSN se ha dotado para atender a las misiones que tiene asignadas en emergencias.

## 2. Organización de emergencias del CSN

Las funciones que el Consejo de Seguridad Nuclear tiene asignadas en relación con la gestión de emergencias nucleares o radiológicas están definidas, en términos generales, en la legislación nuclear española, básicamente en la Ley de Creación del CSN, y en la legislación sobre protección civil; en este caso en el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN) y en otras normas y directrices de carácter legal (por ejemplo, en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril).

La asignación de estas funciones al CSN se realiza teniendo en cuenta su esencia como autoridad reguladora nuclear, y también su carác-

ter eminentemente técnico, especializado en la seguridad nuclear y la protección radiológica.

Se puede decir que las misiones generales asignadas al CSN en cuanto a emergencias nucleares o radiológicas cubren un amplio espectro de actividades, que va desde las propias de la licencia de las instalaciones y las prácticas en general, hasta la gestión de las intervenciones radiológicas en las áreas afectadas por un accidente, o el desarrollo de las guías para la tercera fase o fase de recuperación. A título de resumen, se presentan a continuación las áreas temáticas más importantes en las que el CSN tiene asignadas competencias y misiones en relación con las emergencias nucleares o radiológicas.

1. Evaluación de los planes de emergencia interiores, o en general de las provisiones de preparación frente a emergencias, requeridos a los titulares de las instalaciones nucleares y los de algunas prácticas radiológicas, informando de los resultados a los departamentos de las Administraciones responsables de la concesión de las licencias dentro de los correspondientes procesos aplicables a cada caso. El CSN también debe efectuar el seguimiento y control de estos planes.

2. Asesoría técnica a las autoridades, aplicable al diseño, desarrollo e implantación de planes de emergencia, y a las actuaciones a realizar, para afrontar situaciones accidentales que puedan afectar radiológicamente al exterior de las instalaciones, y al público y medio ambiente en general.

3. Dirección de los grupos radiológicos provinciales y coordinación de los equipos de intervención radiológica. Además, relacionado con esta misión, el CSN tiene también asignado el desarrollo del nivel central de respuesta y apoyo en lo que se refiere a temas relacionados con la seguridad nuclear o la protección radiológica. En todo caso, esta última misión la realiza el CSN en estrecha colaboración con la Direc-

ción General de Protección Civil, encargada del desarrollo del nivel central de respuesta. Simplemente conviene decir que, con el desarrollo del nivel central de respuesta, se trata de prestar un soporte a los Planes Provinciales de Emergencia mediante la incorporación de medios del Estado que complementen los disponibles en el nivel básico, o provincial de respuesta: los planes de emergencia nucleares están definidos de interés de Estado, por lo que para su desarrollo y aplicación se cuenta con todos los medios disponibles por el mismo.

Los Planes de  
Emergencia Interior son  
un conjunto de  
actuaciones que limitan  
las consecuencias de  
accidentes.

4. Participación activa en los planes de formación de personal relacionados con la actuación en emergencias nucleares y radiológicas, así como en los programas de información a la población.

5. Elaboración de guías técnicas para la actuación en la fase de recuperación de la emergencia.

De todo este amplio abanico de misiones encomendadas al CSN en relación con las emergencias nucleares, interesan en este artículo aquellas relacionadas con la asesoría técnica a las autoridades en caso de emergencia declarada (o simulada), es decir, que se realizan en el curso de la emergencia, y que constituyen un elemento fundamental en el proceso de toma de decisiones para la protección de las personas y sus bienes. Los objetivos básicos que se pretende cubrir con este proceso de asesoría técnica son los siguientes:

– Evaluación del estado de la central accidentada, mediante la rea-

lización de un diagnóstico de su estado técnico-operativo y, en la medida de lo posible, un pronóstico de su evolución previsible. El objetivo básico que se persigue con esta evaluación es la caracterización cualitativa y cuantitativa del denominado término fuente, bien actual, bien del previsible en el futuro, y por supuesto su distribución temporal.

– Análisis de las consecuencias radiológicas en el exterior de la instalación accidentada: en curso o potenciales (en función del pronóstico del término fuente). Estas consecuencias se determinan en términos de dosis proyectadas, y están condicionadas tanto por el término fuente, como por las condiciones de dispersión atmosférica dependientes de las condiciones meteorológicas y, en su caso, de las predicciones sobre la evolución de las mismas.

– Propuesta de las medidas de protección. El diseño de las contramedidas de protección más adecuadas lo realiza el CSN considerando los condicionamientos y circunstancias técnicas que afectan al accidente. En realidad, la propuesta de medidas de protección constituye el producto final de los dos procesos anteriores y, por ello, tiene un fundamento esencialmente técnico, siendo comunicadas a la Autoridad responsable del Plan de Emergencia Provincial (Delegado o Subdelegado del Gobierno) para su consideración, junto con otros condicionantes (sociales, económicos, políticos, etc.), en las decisiones que se adopten (de hecho, la propuesta del CSN constituye el punto de partida para la toma de decisiones sobre contramedidas).

Los resultados generales de los procesos anteriores se comunican a las Autoridades responsables de los Planes de Emergencia Provinciales a través del Grupo Radiológico Provincial que está dirigido por un técnico del CSN (un inspector residente).

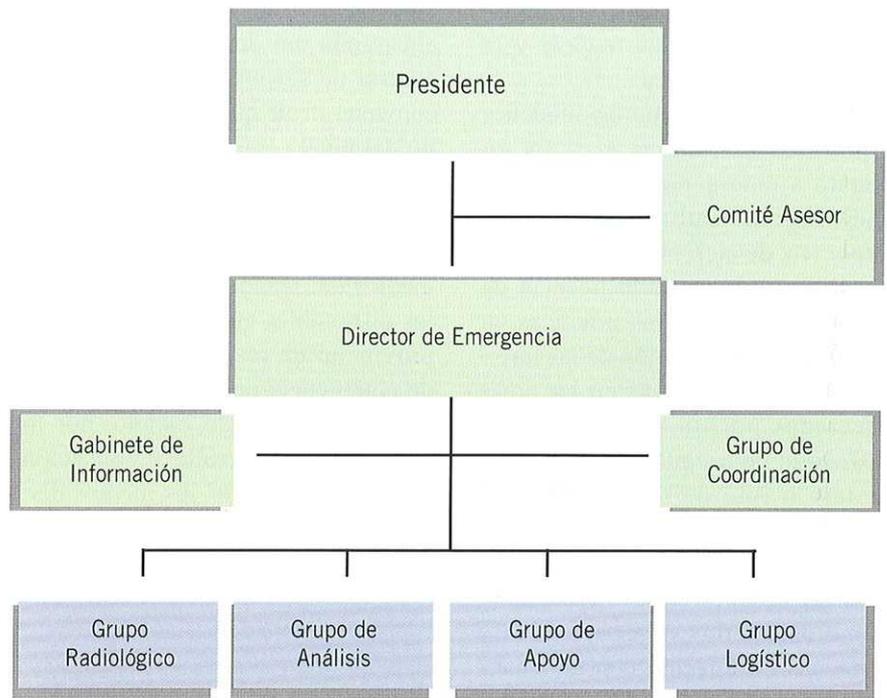
La obtención de los objetivos mencionados requiere la puesta en práctica de múltiples procesos, con frecuencia muy complejos, que se

apoyan en sistemas de comunicaciones diversos, sistemas de obtención de datos, y sistemas de cálculo y predicción algunos de ellos muy sofisticados. Por ello, y con el objetivo de optimizar la eficacia de la respuesta ante este reto, el CSN ha desarrollado una Organización de Respuesta a Emergencias (ORE) específica que está descrita en un documento, el Plan de Actuación para Situaciones de Emergencia en las Instalaciones Nucleares, Radiactivas y Transportes, en el que se definen las responsabilidades aplicables en emergencia a cada miembro de la organización.

La ORE está orgánicamente estructurada en torno a unos estamentos de dirección, en un conjunto de grupos operativos, de coordinación y de apoyo diverso (figura 1). La Sala de Emergencias (SALEM) del CSN es el lugar donde realiza su función la Organización de Respuesta a Emergencias del CSN, y donde se ubican las herramientas necesarias para cumplir esta función. Debido a la costumbre, se suele identificar la SALEM con la propia Organización de Respuesta a Emergencias. En realidad, más que de una sala, se trata de un centro para el seguimiento y control de emergencias. Está dividido en cuatro áreas de trabajo, en las que realizan su actividad los diferentes grupos de la organización contando cada uno de ellos con los sistemas y equipos específicos de su área de competencia (figura 2). Existen otras dependencias auxiliares, dedicadas a los equipos de transmisiones (télex, fax, grabadores telefónicos y otros), y a despachos del personal técnico a turnos.

No se pretende aquí realizar una descripción muy exhaustiva de esta organización, sino tan sólo una introducción de las misiones y aspectos operativos básicos de sus estamentos directivos y grupos orgánicos, lo que se presenta a continuación.

– El presidente, como responsable máximo del organismo, actúa



► Figura 1. Organigrama de la Organización de emergencias del CSN.

como tal también en situaciones de emergencia, por lo que determina las líneas generales de la respuesta del CSN en estas situaciones. Mantiene los contactos con las más altas instancias del Estado en los casos en los que esto sea necesario, bien por la magnitud de la emergencia, bien por sus repercusiones de tipo social o político, tanto a escala nacional como internacional. Se prevé el contacto con el Gobierno de la nación y con los departamentos implicados de alguna manera en la gestión de una emergencia nuclear. Un comité asesor, formado por los consejeros y el secretario general del CSN, auxilia al presidente y participa en la toma de decisiones.

– Grupo de Dirección-Coordi-nación. El director de Emergencia dirige las operaciones de la organización de emergencias. Además, establece los contactos institucionales de tipo operativo, de los que el más importante es el que se mantiene con las Delegaciones/Subdelegaciones del Gobierno que dirigen los Planes de Emergencia Provinciales, a efectos de transmitir los resultados de la evaluación realizada que, como se ha comentado, incluye tér-

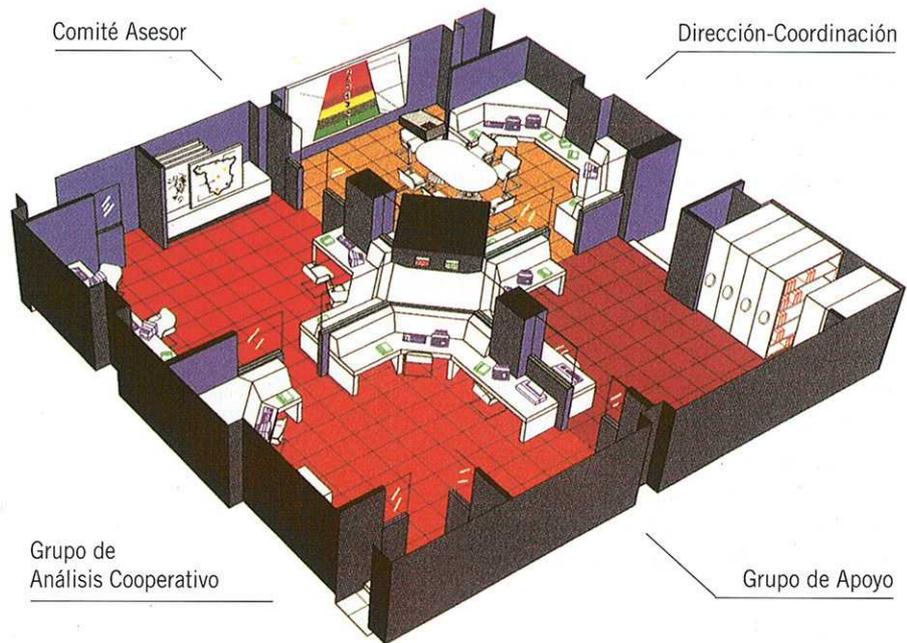
minos relativos al estado técnico-operativo de la instalación, los resultados del análisis de consecuencias radiológicas en el exterior, y las propuestas sobre la clasificación (gravedad) de la emergencia en las diversas zonas afectadas y sobre las medidas de protección a considerar en las mismas. También, a través de este contacto, se materializan los apoyos del CSN a las autoridades, en lo que se refiere a las aportaciones del nivel central de respuesta para temas radiológicos, y en cuanto a la información sobre el accidente a transmitir a los medios de comunicación y al público en general, para lo que el director de Emergencia cuenta con el Gabinete de Información como grupo especializado en este tipo de actividad.

El director de la Emergencia cuenta con el apoyo de un Grupo de Coordinación que se encarga de la coordinación operativa de los diferentes grupos de la ORE, y de aplicar los procedimientos relativos a los contactos institucionales de la Dirección con las autoridades mencionadas y con la Dirección General de Protección Civil. Este grupo también se encarga de la gestión de

los sistemas de comunicaciones durante la emergencia. Forma parte de este grupo el personal a turnos que se comenta más adelante.

– El Grupo de Análisis Operativo (GAO) tiene encargada la evaluación del estado técnico-operativo de la instalación accidentada y la determinación del término fuente, incluyendo el pronóstico de su evolución previsible. Para realizar sus misiones, este grupo cuenta con sistemas de obtención de datos en tiempo real, concretamente el Sistema de Parámetros de Seguridad (SPS) conectado con los ordenadores de proceso de las centrales nucleares españolas, así como sistemas de análisis y cálculo, como el IGPS (Interfaz Gráfica de Parámetros de Seguridad) con el que se realiza un estudio gráfico de los parámetros obtenidos de las centrales, o el MARS (MAAP Accident Response System) para determinar el estado y la evolución de las tres barreras de contención y todo lo relativo al término fuente. También se dispone de una herramienta informática denominada diagramas de consulta, en la que se incluyen información y datos fijos del diseño de cada planta y de los correspondientes procedimientos de operación de emergencia.

– El Grupo Radiológico (GR) del CSN tiene asignada como misión principal la evaluación de las consecuencias radiológicas en el exterior de la instalación accidentada. Esta evaluación se concreta en términos de dosis proyectadas al exterior, en función del término fuente diagnosticado o pronosticado, de las características temporales de la emisión radiactiva y de las condiciones meteorológicas actuales y su pronóstico de evolución. La sala asignada a este grupo está dotada con un Sistema de Interrogación Remota de las Torres Meteorológicas (SIREM) de las centrales nucleares, lo que permite disponer de datos meteorológicos de cada emplazamiento en tiempo real y analizarlos mediante códigos de dispersión atmosférica y



► **Figura 2.** Esquema de la Sala de Emergencias del CSN.

de evaluación de la distribución de dosis (IRDAM, RASCAL, MESORAD); el Centro de Control de la Red de Estaciones Automáticas de Vigilancia Radiológica (REVIRA) del CSN y el Centro Asociado de la Red de Alerta a la Radiactividad (RAR) de la DGPC. También se cuenta con el apoyo del Instituto Nacional de Meteorología para todo lo referente a predicciones meteorológicas, así como a las condiciones de dispersión atmosférica de la nube radiactiva y su deposición a grandes distancias y a largo plazo, para lo que se cuenta con una conexión electrónica, vía internet, que permite ejecutar directamente desde el CSN el código MEDIA del INM adaptado al análisis de concentraciones y deposiciones a escala sinóptica.

– El Grupo de Apoyo Técnico (GAT) tiene como misiones fundamentales en emergencia aportar al resto de los grupos la documentación de proyecto sobre cada instalación, gestionar las ayudas de tipo técnico que se consideren necesarias, y la coordinación de los equipos de técnicos del CSN que se desplazan a la instalación accidentada incluyendo la inspección residente. También colabora en la confección de las notas informativas y elabora la infor-

mación que, de acuerdo con las convenciones internacionales sobre pronta notificación suscritas por España, se envía a los Organismos Internacionales gestores de estas convenciones (OIEA y UE). Cuenta con un archivo de documentación de proyectos específico de la SALEM, con un terminal de acceso al sistema de control informático de documentación del organismo, y con sistemas informáticos de ayuda para elaborar la información a remitir a los organismos internacionales. Este grupo también evalúa y propone la clasificación del suceso según la INES (International Nuclear Event Scale).

– El Grupo Logístico, que complementa esta organización, tiene como misión básica el apoyo al resto de los grupos en diversas áreas: administración, informática, mantenimiento diverso, transporte, etc.

La ORE se dota con efectivos procedentes de la organización normal del CSN tanto en lo que se refiere al personal directivo, al técnico y al de apoyo, de modo que se tiende a no incrementar innecesariamente los recursos, al tiempo que se aprovecha la capacidad específica de cada persona según su procedencia, asignando tareas en relación con la misma.

La única excepción a esto la compone el personal de la Oficina de Emergencias, que constituye la única organización interna que tiene efectivos con dedicación permanente a la Organización de Respuesta a Emergencias del CSN. Existe una dotación de técnicos de guardia y de oficiales de comunicaciones, que constituyen turnos de atención permanente a la Sala de Emergencias del CSN, y cuyo cometido fundamental es la recepción de las notificaciones de emergencia, su evaluación en primera instancia y comunicación a la Dirección, así como la activación de la ORE en los casos que así se determine. El sofisticado sistema de comunicaciones, junto con los sistemas y equipos antes mencionados y algunos otros como el SIRPE que, conectado al centro de control de Red Eléctrica, da información en continuo sobre el estado operativo de todas las centrales nucleares, permite mantener informado al personal a turnos de la SALEM de las condiciones de operación de estas centrales, así como de las anomalías que se detecten a través de las redes automáticas de vigilancia radiológica.

Un sistema de retenes, constituido por personal asignado a los grupos operativos de la ORE y a su dirección, garantiza la activación inmediata y la actuación rápida (en una hora) de un número suficiente de efectivos para atender las misiones y los procesos más importantes en caso de emergencia.

### 3. Simulacro de emergencia en la SALEM

#### 3.1. Aspectos generales y actuaciones del Grupo de Dirección-Coordinación

El simulacro general de emergencia en la central nuclear de Ascó, realizado el día 3 de diciembre de 1997, tenía definido, como condición específica, que su escenario fuera totalmente desconocido para el personal participante, tanto de la central como del propio CSN. Es decir, se adoptan precauciones

*	+	* Comunicación telefónica	+ Comunicación fax
9,57	10,01	Se declara <b>categoría I (prealerta, suceso 1.1.1)</b> Indicación de daños al combustible contrastada con medidas de alta actividad en el sistema de refrigeración del reactor. Superación del valor de 0,1% de fallos equivalentes en el combustible durante 30'. CAT activado.	
10,13	10,28	<b>Categoría II.</b> Muy alta actividad primario. ( <b>suceso 2.1.1. a</b> ) No se prevé en principio emisiones radiactivas al exterior. Bajando carga según ETF's (3.4.8), se prevé parada caliente en 6 horas.	
10,35	10,43	Herido en la bomba de carga, contaminado en el ojo izquierdo. Evacuado al servicio médico para descontaminación.	
10,45	10,50	Disparo de turbina (10,35) por muy bajo nivel en los generadores de vapor. Fallo disparo automático del reactor (no se han insertado las barras). Se declara <b>categoría III. Suceso iniciador 3.1.3.</b>	
10,49	10,53	Se desenergizan los motores generadores para la inserción de barras en manual. Se comunica con la Subdelegación del Gobierno. Desconexión de motores generadores e inserción de barras en manual. Atascada una válvula de alivio del presionador, perdiéndose refrigerante del primario. Se mantiene <b>categoría III</b> , pero cambia suceso iniciador a <b>3.1.4.</b>	
10,54	11,00	Realizado el recuento de personal (361 personas evacuables) en previsión de una posible evacuación. Grupo Radiológico recomienda control de accesos al declararse Categoría III, que se corresponde con una <b>situación I.</b>	
11,06	11,15	Comunicación del CAT. En el centro de reagrupamiento hay concentradas 361 personas. Pendiente de cotejar el personal evacuable. Grupo de Análisis Operativo emite informe relativo al estado de la planta. Jefe del GR PENTA informa que se han establecido controles de acceso en Zona I. Se activan CECOPALES.	
11,15	11,18	Grupo de Apoyo: información recibida del inspector residente. Jefe del Grupo Radiológico PENTA adjunta controles de acceso establecidos.	
11,28	11,25	Grupo Radiológico informa sobre la estimación de dosis al exterior. Se mantiene <b>categoría III.</b>	
	11,31	Según el procedimiento ES 1.2 se ha arrancado una bomba del primario. Se corrige el dato de personal evacuable (373 frente a 361), dentro del doble vallado se encuentran 19 personas que intervienen en la emergencia. Comunicado de SALEM a CECOP Tarragona: resultados estimación dosis, recomendación declarar <b>situación 1</b> , mantener control de accesos zona I.	
	11,42	Comunicado CAT. Se activa a GECOCISA y unidad móvil en emplazamiento.	
	11,53	Notificación de emergencia (Categoría III. Se mantiene suceso 3.4. Conato de incendio en generador diesel A).	
11,55	11,58	Grupo de Apoyo: información de inspector residente.	
12,20	12,22	Grupo de Análisis Operativo emite informe relativo al estado de la planta. Se reclasifica a <b>categoría II (suceso 2.1.1a)</b> por problemas en combustible. Se reclasifica a pesar del incendio al no afectar a ningún sistema de seguridad, y a pesar de seguir la válvula de alivio atascada abierta al tener una bomba de carga.	
12,24	12,24	Incendio en el generador diesel A extinguido.	
12,25	12,27	Grupo de Apoyo: información recibida de inspector residente. CIEMAT notifica que U.M. de control radiológico permanece activada a la espera de futuras indicaciones.	
12,32	12,36	Se reclasifica a <b>categoría I (suceso 1.1.1.a)</b>	
12,36	12,32	Comunicación de CAT: análisis isotópico del refrigerante del reactor. CAT: a las 12,34 se consigue la normalización de la situación.	
	12,38	Comunicado de ENRESA: a raíz de la comunicación realizada desde la SALEM a las 12,25, a las 12,32 se ha constituido el CRE, y una vez que se ha comunicado la reclasificación a Categoría I, se desactiva el CRE.	
	12,39	Grupo de Análisis Operativo emite informe relativo al estado de la planta.	

► Tabla 1. Simulacro central nuclear Ascó II (3-12-97). Secuencia horaria resumida de comunicaciones.

especiales para que el personal participante en la ejecución del simulacro no intervenga en ninguno de los procesos de su diseño que, por lo tanto, desconoce totalmente.

Además de la propia instalación y de la organización de la SALEM, participó también la dirección del Grupo Radiológico Provincial, mediante su activación y actuación en

el CECOP de Tarragona. Con ello se pudo completar el ciclo de entidades relacionadas con la gestión de la emergencia, en lo que se refiere a los aspectos de seguimiento técnico y control radiológico. Por supuesto, existen otras muchas entidades relacionadas con otros procesos básicos que, en este caso, no se activaron, como tampoco se probaron los pro-

cesos de campo sobre intervención radiológica en el exterior.

En el esquema adjunto (tabla 1) se presenta un resumen de las comunicaciones, tanto verbales como escritas, que se efectuaron durante el simulacro y que, puesto que se definen en forma de secuencia temporal, representan en cierto modo una descripción secuencial de los principales acontecimientos que se fueron produciendo en las aproximadamente tres horas que duró el simulacro.

Los principales procesos que fueron puestos en práctica por el Grupo de Dirección-coordinación durante el ejercicio están relacionados, como es natural, con las misiones que tiene asignadas en el Plan de Actuación en Emergencias del CSN, tales como:

- Recepción y primera evaluación de la notificación inicial del accidente. Contacto con la Dirección del CSN para toma de decisiones.

- Activación de la ORE del CSN. Esta activación se realizó por etapas en función de la evolución del suceso. Inicialmente se activó a los Grupos de Análisis Operativo y de Apoyo, así como al resto del de Coordinación. También se activó de forma inmediata al retén de emergencias para verificar su disponibilidad: en pocos minutos se personaron en la SALEM los miembros del equipo de retén (hay que considerar que se estaba en situación de horario laboral normal). Posteriormente, cuando se estimó que el accidente podría tener repercusiones radiológicas en el exterior, se activó al Grupo Radiológico de la SALEM.

- Gestión de las comunicaciones con el exterior e información a todos los grupos del contenido de estas comunicaciones. Entre ellas, se efectuaron múltiples con el CAT de la central a efectos de recibir información y solicitar aclaraciones o precisiones de tipo técnico-operativo.

- Actividades propias de coordinación de los grupos, mediante contacto directo con los responsables de cada uno, y mediante reuniones periódicas (una cada media hora

aproximadamente) con todos los responsables de los grupos simultáneamente, para valoración conjunta de la situación y para determinar las actuaciones más convenientes, especialmente en el exterior.

- Contacto frecuente con el Centro de Coordinación Operativa (CECOP) de la Subdelegación del Gobierno en Tarragona, a través del jefe del Grupo Radiológico del PENTA para informar de las condiciones técnico-operativas de la instalación, de los resultados de la evaluación de impacto en el exterior (estimaciones de dosis proyectadas), y de la propuesta de clasificación de la situación y de medidas protectoras. Se recomendó declarar la situación 1 del PENTA en toda la zona I (10 Km alrededor de la central), y efectuar un control de accesos a dicha zona.

### 3.2. Actuaciones del Grupo de Apoyo

A continuación se presenta un resumen de las actividades que realizó el Grupo de Apoyo durante el simulacro en aplicación de los procedimientos específicos disponibles.

#### 09:57 Declaración categoría I.

10:05 Incorporación del jefe de Grupo (subdirector de Centrales Nucleares), la segunda jefa (jefa de Área de Centrales Nucleares), y la jefa de proyecto de Ascó.

De acuerdo con las previsiones del Plan de Actuación del CSN para Situaciones de Emergencia, hasta la incorporación posterior del director técnico, el subdirector de Centrales Nucleares actuó como director de Emergencia.

#### 10:13 Declarada categoría II.

10:15 Contacto con el Inspector Residente. Se presentaron algunas dificultades debido a no estar actualizados los números de teléfono del CAT en el correspondiente procedimiento de C.N. Ascó de que se dispone en el SALEM.

#### 10:45 Declarada Categoría III.

10:48 Reunión de coordinación de grupos del SALEM.

10:50 Se inicia preparación de

mensaje ECURIE para transmitir a la Unión Europea y al Organismo Internacional de Energía Atómica. Se clasifica el suceso según la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) en nivel 3.

10:54 Comunicación del inspector residente sobre la situación de la central y las acciones en curso:

- se ha realizado boración de emergencia.

- se está intentando recuperar una bomba de carga

- permanece abierta la válvula de alivio del presionador.

11:15 Comunicación del inspector residente:

- recuperada segunda bomba de carga.

- arrancada una bomba principal.

- se ha parado la inyección de seguridad.

- la tasa de radiación en contención es de 7 rem/hora y está subiendo rápidamente.

11:31 Reunión de coordinación de grupos del SALEM.

11:55 Comunicación del inspector residente:

- actualización de información transmitida previamente: se continúa inyectando con una bomba de carga.

- la tasa de radiación en contención es de 146 rem/hora.

#### 12:20 Se reclasifica a Categoría II.

12:25 Comunicación del inspector residente:

- eliminada la fuga del primario al haberse podido cerrar la válvula de alivio del presionador.

- se prevé pasar a Categoría I.

- la tasa de radiación en contención es de 304 rem/hora.

#### 12:32 Se reclasifica a Categoría I.

### 3.3. Actuaciones del Grupo de Análisis Operativo

#### 3.3.1. Esquema de actuación del GAO

Las actuaciones que el GAO realiza están orientadas a identificar el estado de la central. Tras la activación de los integrantes del GAO, la primera acción a realizar es la obtención de los datos de la central de

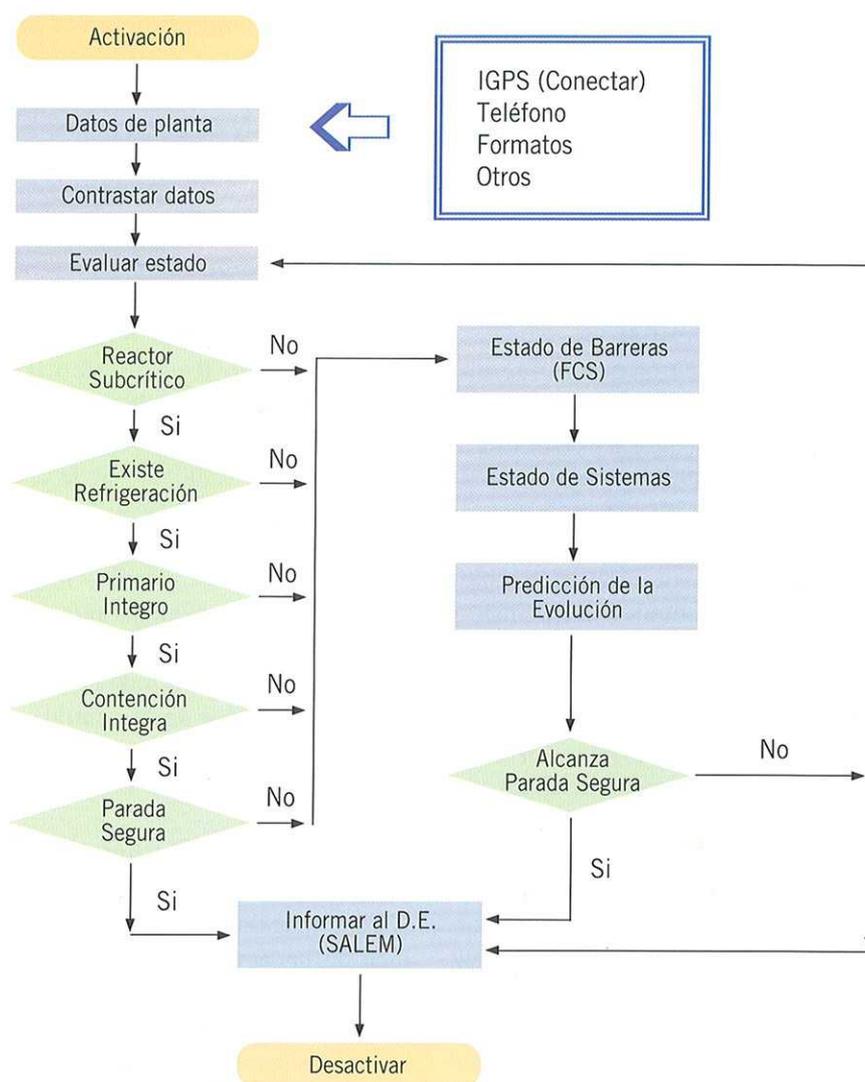
que se trate. Dado que en el simulacro se contaba con la evolución de los datos en un fichero pregrabado no fue necesario realizar una conexión del sistema de transmisión automática de datos para realizar el análisis de los mismos, aunque sí sincronizar el inicio de la lectura de los datos con el comienzo del simulacro. En otro caso, y aunque está previsto que la central proceda a la conexión remota de este sistema en caso de alerta, la activación del sistema desde el CSN se realizaría lo más pronto posible: una vez activado el GAO o, incluso antes, por los técnicos de guardia de la SALEM.

En general, esta evaluación se concreta en un análisis de la información existente, con el fin de determinar si la central se encuentra en una situación de parada segura. En este contexto, se entiende por parada segura aquella situación en la cual la subcriticidad del reactor está garantizada, existen garantías de que el núcleo del reactor está refrigerado (y continuará a largo plazo) y no existe liberación de productos radiactivos al exterior.

Una vez realizada esta evaluación, la actuación del GAO, según esquema presentado en la figura 3 se orienta a efectuar una predicción de la evolución operativa de la central, para identificar si permanecerá en parada segura, o si previsiblemente alcanzará dicha situación.

Este esquema de actuación implica la realización de determinados procesos, de los que se destacan los siguientes:

- Identificación del estado actual de la central: determinar si está en una situación de parada segura y el estado de las barreras (vaina, primario, contención).
- Análisis de las funciones críticas de seguridad (PWR-W). En la figura 4 se incluye una relación entre las barreras y las funciones críticas de seguridad.
- Estado de los sistemas de seguridad.
- Configuración de la central: método de refrigeración.



► Figura 3. Grupo de análisis operativo. Esquema general de actuaciones.

- Identificación/diagnóstico del suceso.

- Análisis de la categoría del accidente según el Plan de Emergencia Interior.

- Identificación de componentes/sistemas críticos para la situación de emergencia. El término crítico aquí está referido al grado de importancia del sistema respecto a la situación de emergencia a que se enfrenta la central. Normalmente será un sistema de seguridad, pero podría ser un sistema soporte, o incluso un sistema no relacionado con la seguridad.

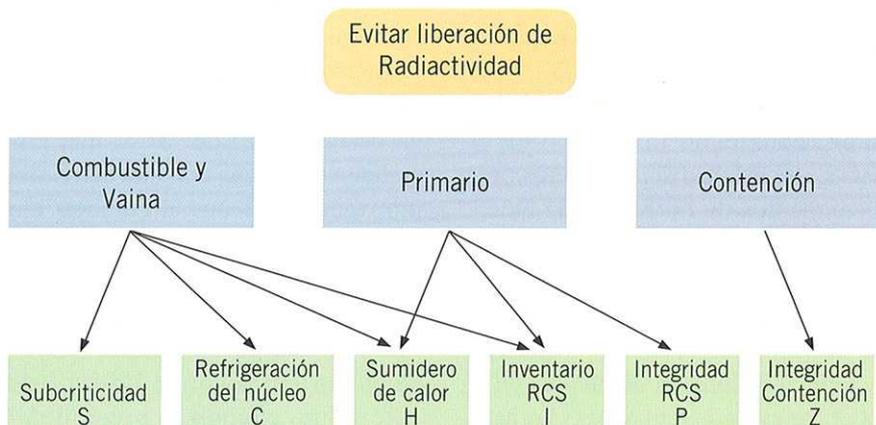
- Identificación de la estrategia de recuperación.

- Predicción de evolución. Se utiliza el sistema MARS y el juicio de expertos.

### 3.3.2. Informes

Los resultados de los análisis realizados por el GAO se transmiten al director de Emergencia de la SALEM según lo previsto en el Plan de Actuación. Debido a que el estado de la central es dinámico, los informes correspondientes tienen un carácter periódico. Durante el simulacro se prepararon tres informes, uno cada hora. La experiencia adquirida en los simulacros en los que se ha llevado a cabo pone de manifiesto que es en los primeros momentos cuando resulta más útil y necesario disponer de esta información. Además, cuando la situación cambia y la conclusión alcanzada modifica alguna de las anteriores, es importante transmitir esta información con prontitud.

Figura 4. Funciones críticas de seguridad.



Para facilitar la preparación de estos informes, se han previsto unos formatos al efecto que tienden a sistematizar y facilitar esta labor. Existen dos formatos de informe: uno que no es sino un resumen de todo lo anterior (para reflejar en él el estado de la central, reactor subcrítico y refrigerado, la integridad de la contención, el estado de los sistemas, la situación del PEI y el tipo de sucesos) y otro con más apartados en el

que es posible identificar además el estado de las barreras, el mecanismo de refrigeración que se esté empleando, los sistemas críticos y las previsiones realizadas en caso de que esto haya sido posible.

A los otros Grupos de la SALEM, y fundamentalmente al Grupo Radiológico, la información se le proporciona mediante el mismo tipo de formato tras su exposición en la Sala de Dirección de Emergencia.

Además, la información correspondiente al término fuente existente y/o previsto (actividad, tasa de fuga y camino y condiciones de escape) se realiza de forma independiente, proporcionándose la existente a solicitud. Respecto a la actividad que existe en el RCS o en la contención, para aquellas centrales en las que existe un modelo de MARS (Vandellós II, Garoña, Almaraz y Ascó), es posible realizar una estimación de los isótopos más representativos para ser usada en RASCAL.

### 3.3.3. Actuación en el simulacro

Durante el simulacro de Ascó II del pasado 3 de diciembre, las actuaciones del GAO se realizaron siguiendo el método descrito anteriormente y contando con la evolución de los parámetros en un fichero pregrabado.

El escenario considerado era desconocido para los integrantes del GAO. La evolución temporal de los parámetros más significativos es la que se adjunta en las gráficas adjuntas (figura 5). El origen de tiempos

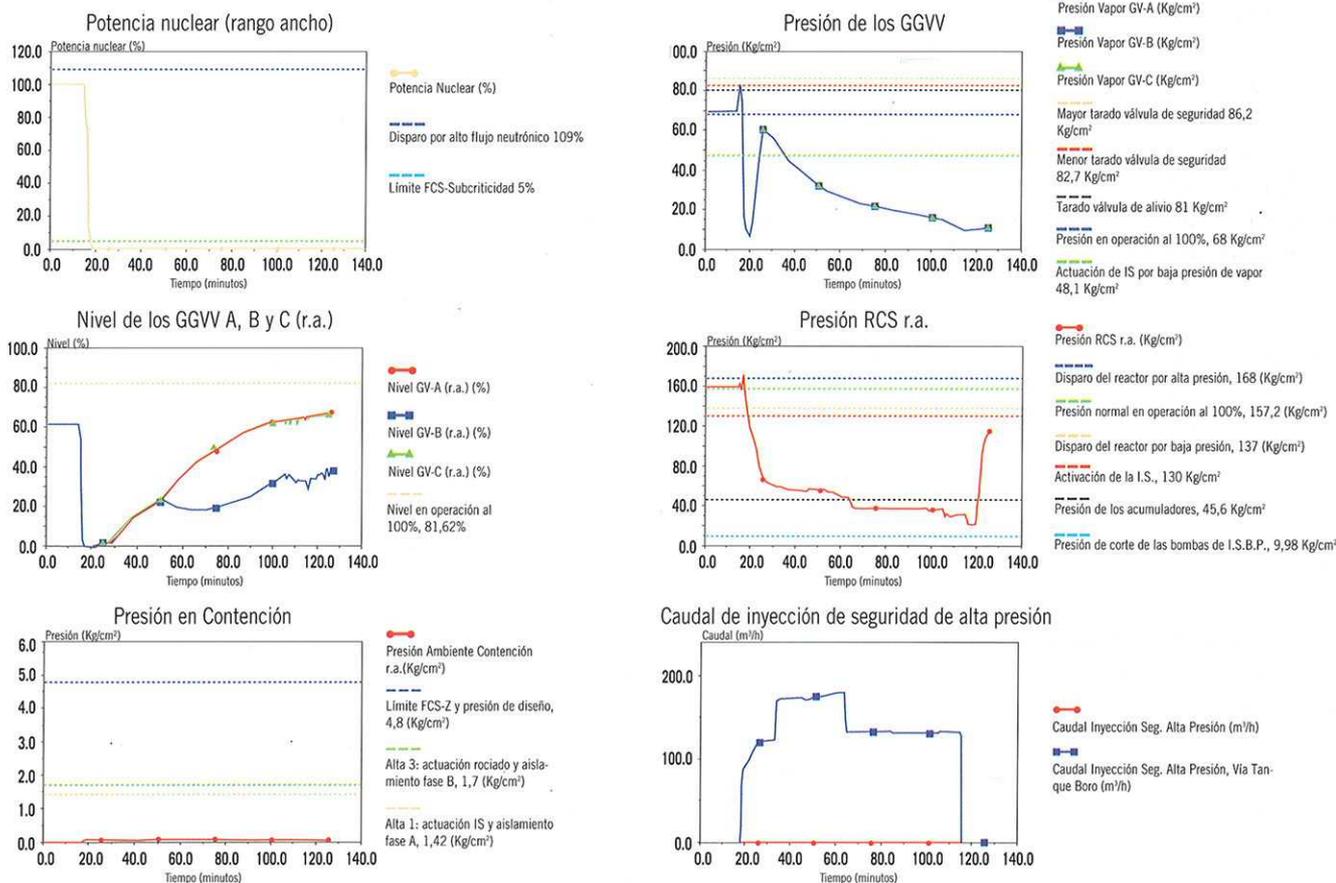


Figura 5. Evolución temporal de los parámetros más significativos.

(tiempo 0.0 de las gráficas) coincide con las 10.30 horas, de forma que a los 15 minutos es cuando se puede apreciar en las gráficas el fallo en el disparo de reactor que debería haberse producido por bajo nivel en los generadores de vapor.

En la evolución de la potencia nuclear se observa un retraso en su disminución que viene acompañado de un aumento de temperatura del sistema primario (RCS), un aumento de nivel y presión del presionador. Todos esos síntomas llevan a la conclusión de que se ha producido una situación de fallo del disparo de reactor (ATWS). Al no producirse el disparo de reactor se produce un aumento de presión que origina la apertura de las válvulas de alivio. La evolución posterior de la presión en el RCS y el aumento de temperatura, nivel en sumideros y presión del recinto de contención permite valorar que alguna de esas válvulas de alivio no ha cerrado correctamente, produciéndose la entrada de la inyección de seguridad por baja presión en el RCS. Con todos estos datos se elabora el primer informe de este grupo a las 11 horas, confirmándose el suceso y la clasificación de Categoría III dada por la central. Se estaba intentando recuperar la bomba de carga que se encontraba fuera de servicio, el aislamiento de la contención se había producido sin incidencias y el sistema de agua de alimentación auxiliar estaba en marcha para recuperar el nivel de los generadores de vapor, por lo que se concluye que la central estaba a las 11 horas en situación de parada segura (la subcriticidad del reactor se había conseguido mediante la inserción de las barras de control y posterior reducción de potencia, el reactor estaba siendo refrigerado mediante la inyección de seguridad existiendo foco frío en los generadores de vapor con aporte de agua de alimentación auxiliar y no se estaban produciendo fugas radiactivas al exterior más que las correspondientes a la tasa de fugas de la contención, habiéndose producido el aislamiento de la contención).

Sin embargo seguía existiendo una fuga a través de las válvulas de alivio del presionador, al tanque de alivio y a la contención. La inyección de seguridad de alta presión estaba reponiendo inventario en el RCS y se estaban siguiendo los procedimientos de operación de emergencia. A la vista del inventario existente en el tanque de agua de recarga, del caudal que estaba proporcionando la inyección de seguridad y de la disminución de presión en el RCS se estimó en unas seis horas el tiempo para pasar a la fase de recirculación dado que no existían condiciones para recuperar la inyección de seguridad de acuerdo con el procedimiento ES-1.2. En esos momentos el reactor estaba siendo refrigerado por la inyección de seguridad, existiendo circulación natural en el RCS, al haberse parado las bombas principales. La primera

bomba principal se volvió a arrancar a las 11.25, restableciéndose circulación forzada. La radiación en la contención estaba aumentando y siguió en aumento debido a la descarga de inventario del RCS, que inicialmente contaba con alta actividad motivada por daños al combustible comunicada al inicio del simulacro.

A las 12 horas, una vez extinguido el conato de incendio en las inmediaciones del generador diesel, se elaboró el segundo informe de este grupo cuando la presión del RCS en esos momentos era de 37 Kg/cm<sup>2</sup>. La previsión era la puesta en servicio del sistema de extracción de calor residual antes de que fuese necesario pasar a recirculación desde sumidero y posiblemente una reclasificación de la situación hacia Categoría II.

Finalmente, a las 12:39 se distribuye el tercer y último informe

Consejo de Seguridad Nuclear (SALEM)		12-03-1997 11:25:57 Comunicado N°2		
A: Subdelegación de Gobierno de Tarragona				
<b>Simulacro de Emergencia en C.N. Ascó</b>				
<u>Características del Accidente</u>				
C.N. Ascó notifica Accidente Categoría III				
Tasa Fugas Contención 2.00E-01 %V/Día				
Fuente - Lectura Monitor Contención 9.50E+01 (R/h)				
Iodos	1.96%			
Gases Nobles	98.04%			
Eficiencia Filtros Iodos	0.00%			
Tiempo desde medida radiación hasta emisión	0.00h			
Duración de la emisión	0.00 m.			
<u>Condiciones Atmosféricas</u>				
Velocidad del viento	4.80 m/s			
Dirección de WNW a ESE				
Clase de estabilidad A				
<u>Dosis calculadas fuera del emplazamiento tras el paso de la nube</u>				
Distancia	Cuerpo Entero		Tiroides Niño	
Km	Tasa (Sv/h)	Dosis (Sv/h)	Tasa (Sv/h)	Dosis (Sv/h)
0.5	2.51E-08	5.03E-08	1.20E-06	2.41E-06
3.0	3.08E-10	6.16E-10	1.47E-08	2.95E-08
5.0	1.94E-10	3.88E-10	9.30E-09	1.86E-08
10.0	1.04E-10	2.08E-10	4.97E-09	9.94E-09
<u>Situaciones y Medidas de Protección Recomendadas</u>				
Zona	Situación	Medidas a adoptar	Medidas recomendables	
IA	1		Control accesos	
IB	1		Control accesos	
IC	1		Control accesos	

► **Figura 6. Estimación de dosis con IRDAM. Propuesta de clasificación de emergencia y medidas de protección.**



de la zona y trayectorias de masas de aire en distintos niveles de altura.

En las figuras 8, 9, 10 y 11, se presentan los resultados de las previsiones y estimaciones realizadas con el código MEDIA del INM referentes a distribuciones de concentración en aire y de deposiciones seca y húmeda en suelo, así como la previsión de trayectorias en 48 horas. La figura 12 presenta una imagen de las precipitaciones acumuladas en 12 horas.

11:45 El Grupo Radiológico se pone en contacto vía telefónica con la central para informarse sobre las actividades realizadas en el PVRE. La central indica que no ha habido liberación de material radiactivo al

exterior, la unidad móvil sólo está actuando en el interior del emplazamiento y que los niveles de radiación en los tres puntos pertenecientes a la Red de Vigilancia Ambiental en Continuo de los Niveles de Radiación que se encuentran en el emplazamiento son normales.

11:50 Se recibe la predicción meteorológica del INM para Cataluña, en la que se informa que la probabilidad de precipitación mayor se produce en las comarcas más occidentales, siendo ésta de nieve por encima de los 400 m de altitud. Como fenómenos meteorológicos adversos, se indica el fin de episodio de viento fuerte en las provincias de Lérida, Gerona y Tarragona. Las imágenes

del Meteosat muestran una actividad convectiva al sur del Delta del Ebro.

12:10 Ante la evolución de la lectura del monitor de radiación del edificio de contención, el Grupo Radiológico decide activar al Ciemat y Enresa y se pone en contacto vía telefónica con la central para informarse sobre las actividades realizadas para la determinación de la actividad en contención y en el refrigerante primario. La central de Ascó contesta mediante fax a las 12:32 de los análisis isotópicos del refrigerante del reactor.

12:32 Ante la reclasificación de la emergencia a Categoría I, el Grupo Radiológico decide la desactivación del Ciemat y Enresa.

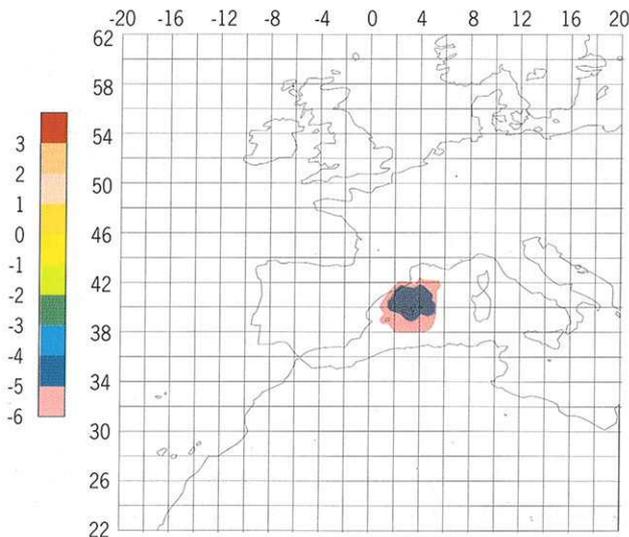


Figura 8. Concentración en aire.

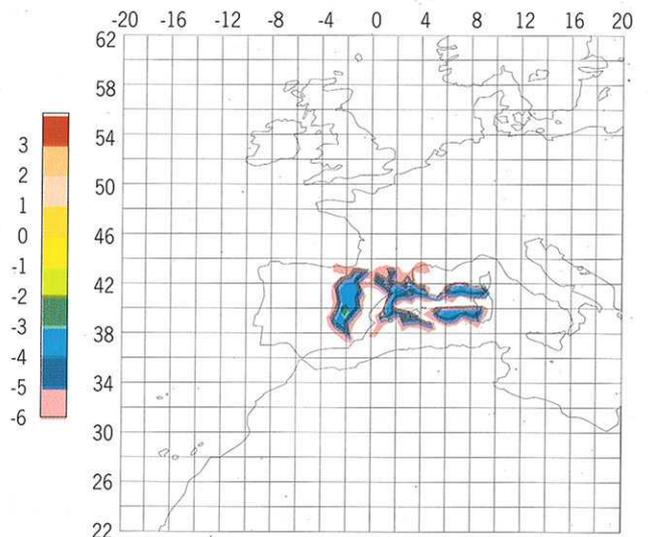


Figura 9. Deposición seca a nivel del suelo.

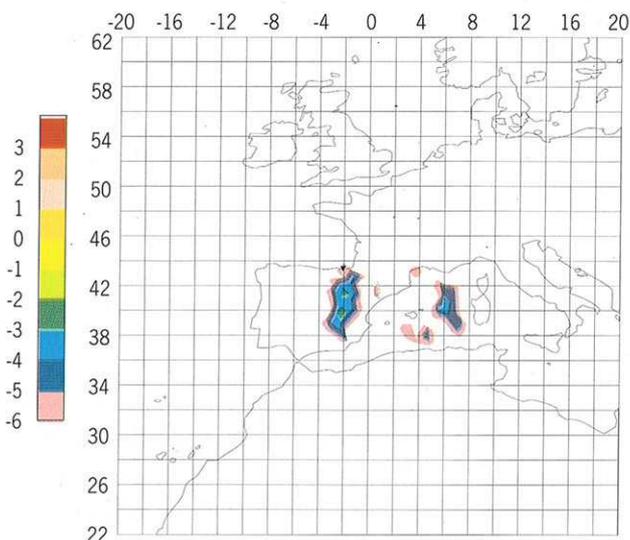


Figura 10. Deposición húmeda a nivel del suelo.

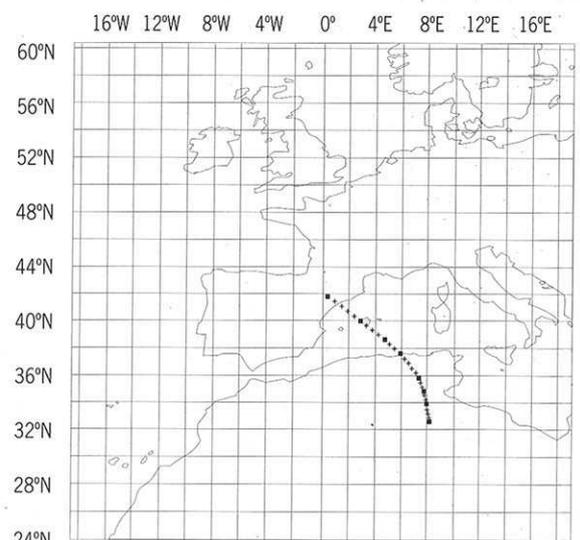
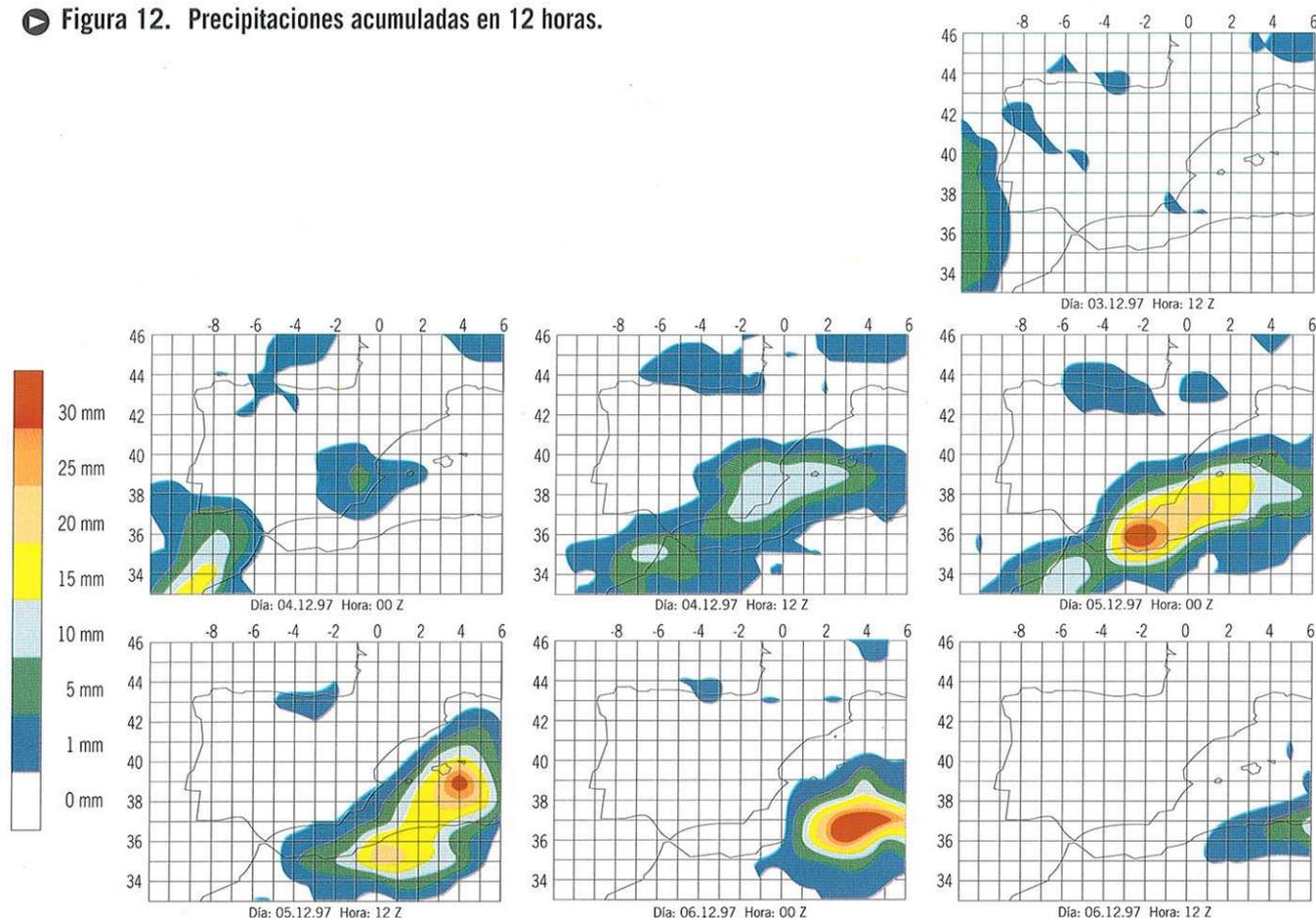


Figura 11. Trayectorias.

Figura 12. Precipitaciones acumuladas en 12 horas.



### 3.5. Evaluación y conclusiones

Al finalizar el simulacro, de acuerdo con los procedimientos establecidos, todos los grupos elaboraron un informe de evaluación desde puntos de vista específicos y, por lo tanto, parciales. Estos informes se consideran preliminares y, posteriormente, pasan a formar parte de un informe definitivo, en el que se analizan los aspectos destacados por cada grupo, con el objetivo fundamental de anotar aquellos temas que requieren acciones de corrección, o de mejora, que redunden en una mayor eficacia del dispositivo de respuesta

a emergencias del CSN, para lo que posteriormente se incorporan en los correspondientes planes de trabajo.

En este caso particular, los resultados generales fueron satisfactorios en cuanto al cumplimiento de las misiones básicas asignadas a la ORE del CSN, realizándose con suficiente eficacia todos los procesos ejercitados, y verificando que el funcionamiento global de los sistemas y equipos de apoyo fue correcto en términos generales.

No se detectaron desviaciones o problemas de gran alcance, pero sí ciertos fallos individuales relaciona-

dos tanto con equipos como con actuaciones y procedimientos: problemas en la conexión del sistema SI-REM con la torre meteorológica del emplazamiento; dificultades en el proceso para contactar con el inspector residente del CSN en la central, relacionados en parte con una deficiencia en un procedimiento administrativo; identificación de nuevas necesidades documentales del proyecto, etcétera, que requieren establecer reparaciones o soluciones específicas, algunas de las cuáles ya se han definido e implantado, mientras que otras están en fase de estudio. **SN**

### Referencias

- (1) Ley de Creación del CSN.
- (2) Plan Básico de Emergencia Nuclear. Planes Provinciales de Emergencia Nuclear.
- (3) Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.
- (4) CSN. Guía de Seguridad 1.9. Simulacros y Ejercicios de Emergencia en Centrales Nucleares.
- (5) OIEA. Colección de Seguridad N° 73. Ejercicios en Previsión de Situaciones de Emergencia en Instalaciones Nucleares: Preparación, Realización y Evaluación.
- (6) Plan de Actuación del CSN ante Situaciones de Emergencia en Instalaciones Nucleares, radiactivas y en Transportes. Procedimientos de activación y actuación de los grupos y de coordinación con apoyos externos: INM, Ciemat, Enresa.

 Juan San Nicolás Santa María\*

# La emergencia exterior: planes de emergencia nuclear

Prevenir y minimizar las consecuencias a la población y su entorno en el caso de un escape incontrolado de radiactividad durante una emergencia nuclear es el objetivo de la planificación de emergencias en su vertiente

exterior. En este artículo se repasan los planes de emergencia nuclear previstos, que recogen los fundamentos, actuaciones y criterios básicos que sería necesario seguir en tales situaciones.

## 1. Introducción

La posibilidad, aunque remota, de un accidente nuclear con repercusiones al exterior hace necesaria la existencia de una Planificación de Emergencia. La planificación de emergencias nucleares tiene una doble vertiente; por un lado la interior, en cada una de las centrales nucleares de potencia, donde aplican los Planes de Emergencia Interior; y la exterior, destinada a prevenir y minimizar las consecuencias a la población y su entorno de un escape incontrolado de radiactividad. De esta última vertiente se derivan los denominados Planes de Emergencia Nuclear.

La Planificación de Emergencias Nucleares tuvo una revisión importante en 1983 debido a las nuevas recomendaciones emanadas de los

organismos internacionales. El primer plan fue el de la provincia de Tarragona, y posteriormente se fueron elaborando los Planes Provinciales de Cáceres, Guadalajara, Burgos y Valencia, que introdujeron mejoras significativas a medida que se iban realizando.

Todo el trabajo de esos años culminó en la elaboración del Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN), aprobado por el Consejo de Ministros el 3 de marzo de 1989, a propuesta del Ministerio del Interior, previo informe favorable de la Comisión Nacional de Protección Civil. A este plan se adaptaron los diferentes Planes Provinciales que fueron aprobados también por el Consejo de Ministros el 5 de enero de 1990.

## 2. Marco legal

El ordenamiento jurídico español en relación con la energía nuclear reposa en dos pilares básicos:

a) La legislación específica en materia nuclear que condiciona el permiso de explotación de instalaciones nucleares y radiactivas a la elaboración de un Plan de Emergen-

cia Interior. Esta legislación incluye la Ley 25/1964, que establece que la explotación de instalaciones nucleares y radiactivas ha de quedar condicionada a la concesión de licencias o permisos de explotación; la Ley 15/1980, por la que se crea el Consejo de Seguridad Nuclear, como órgano independiente de la Administración Central del Estado y único competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica; el Decreto 2869/1972, por el que se publica el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, que establece el régimen de concesión de licencias para este tipo de instalaciones; y el Real Decreto 2519/1982, por el que se publica el Reglamento de Protección Sanitaria contra las radiaciones ionizantes.

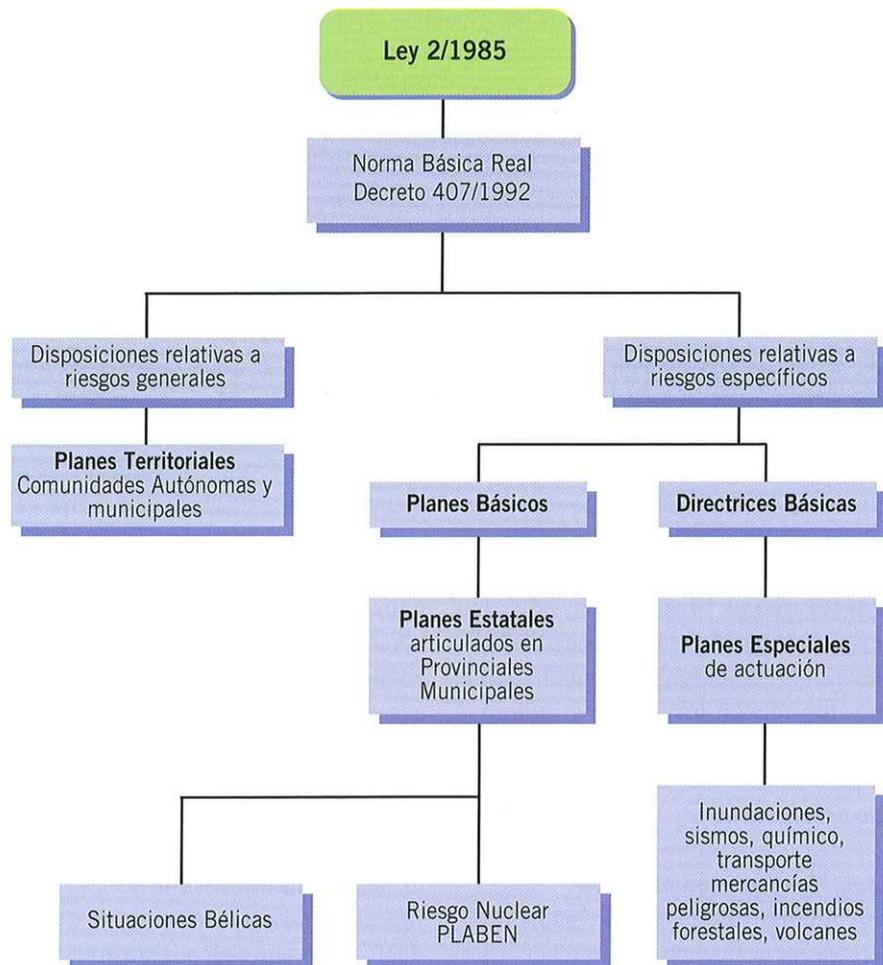
b) El sistema jurídico español en materia de Protección Civil, la Ley 2/1985 sobre Protección Civil, donde se encuentran las características esenciales del sistema español de Protección Civil, asigna a la planificación un papel esencial, en tanto condición ineludible para una adecuada coordinación de las actuacio-

\* Ingeniero superior aeronáutico, pertenece al cuerpo de ingenieros aeronáuticos de los ministerios de Fomento y Defensa. Ha desempeñado diversos cargos de responsabilidad relacionados con la navegación aérea, representando a España en diversas organizaciones internacionales. En la actualidad es director general de Protección Civil.

nes a realizar y la obtención de la máxima eficacia de las mismas; el Real Decreto 1547/1980, sobre reestructuración de la Protección Civil, por el que se crea la Dirección General de Protección Civil como órgano dependiente del Ministerio del Interior, encargada entre otras funciones de la elaboración de los Planes de Emergencia; el Real Decreto 1378/1985, de 1 de agosto, sobre medidas provisionales para la actuación en situaciones de emergencia en los casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública; el Real Decreto 407/1992 en el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil, que se conforma como un instrumento técnico fundamental en tanto en cuanto establece los requisitos que deben reunir los planes de Protección Civil.

Entre otras directrices, la Norma Básica prevé que las funciones de dirección y coordinación de emergencias que los requieran puedan pasar a ser ejercidos por una autoridad estatal, previa declaración de interés nacional realizada por el Ministerio del Interior. En el caso de emergencias no declaradas de interés nacional, la Administración General del Estado ha de actuar en funciones de apoyo o actuación subsidiaria de la Administración Autónoma.

Así se remite a la necesidad de aprobar Directrices Básicas, entendiéndose por tales aquellas normas de carácter estatal que establecen los criterios y requisitos mínimos que han de reunir los planes en cada uno de los tres niveles local, autonómico y estatal, y los denominados Planes Básicos, entendiéndose por tales aquellos cuya aplicación viene exigida siempre por el interés nacional, es decir, en los que la competencia estatal abarca todas las fases de planificación, implantación, dirección y coordinación de todas las actuaciones, sin perjuicio de la participación del resto de las administraciones públicas. Entre estos últimos se encuentra el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN). De



► Figura 1. Esquema de la base normativa de Protección Civil.

este marco jurídico se derivan dos aspectos importante: por una parte, el concepto de Plan Integrado de Emergencia Nuclear, que es el plan producto de la integración y acción coordinada de los Planes de Emergencia Exterior e Interior, y que tendrá en cuenta las actividades que se prevén sean llevadas a cabo por todas las organizaciones y entidades involucradas en la emergencia nuclear, tanto públicas como privadas; por otra parte, la tipología del Plan Especial. El Plan de Emergencia Nuclear que se derive de la aplicación del PLABEN constituirá un Plan Especial de Ámbito Estatal, de los previstos en el artículo 11 de la Ley 2/1985 sobre Protección Civil. El ámbito estatal del mismo se deriva entre otras razones de las siguientes característica existencia del Consejo de Seguridad Nuclear, único órgano competente por Ley en

materia de seguridad nuclear y protección radiológica del Estado español; y, además, la necesidad de activación simultánea de dos niveles distintos y complementarios para la respuesta y apoyo a la situación de emergencia, a saber: el nivel Básico de Respuesta a Emergencias nucleares o nivel del entorno de las centrales nucleares que hipotéticamente puedan sufrir un incidente o accidente, y el nivel Central de Respuesta y Apoyo, integrado por la Dirección General de Protección Civil como órgano coordinador de todas las actuaciones necesarias de los diversos organismos de la administración Central y de otras administraciones y el CSN, que coordina a los diversos organismos y empresas públicas o privadas cuyo concurso sea necesario en orden a las funciones que tiene atribuidas este organismo.

► **Tabla 1. Niveles de intervención y medidas de protección asociadas.**

Medidas de protección	Dosis cuerpo entero (mSv)		Dosis tiroides, pulmón u otros órganos individualmente considerados (mSv)	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Confinamiento	5	25	50	250
Profilaxis			50 (tiroides)	250 (tiroides)
Evacuación	100	500	300	1500

### 3. El PLABEN y los planes de emergencia nuclear

Aunque no se va a desarrollar aquí el contenido del PLABEN ni de los distintos planes de emergencia nuclear, sí conviene repasar algunos aspectos de los mismos teniendo cuenta que el PLABEN no sólo es la guía básica para el desarrollo de los planes de emergencia nuclear sino que recoge los criterios radiológicos y los fundamentos y principios básicos de toda planificación de emergencias.

#### 3.1. Criterios radiológicos

El objetivo último de los planes de emergencia nuclear es proteger a la población de los efectos adversos de un accidente nuclear, que sólo es posible con la adopción de una serie de medidas de protección. La aplicación de estas medidas se realiza de acuerdo con una serie de criterios de protección radiológica recogidos en el PLABEN. Estos criterios recogen los principios básicos de protección radiológica aplicados a emergencias nucleares (principios de limitación, justificación y optimización), además de establecer la necesidad de delimitar la planificación de la emergencia en zona. Para cada una de las medidas de protección consideradas en la planificación se han de establecer dos niveles de intervención, en términos de dosis recibida. Estos niveles se muestran en la tabla 1.

Para la planificación de las medidas de protección se establecen dos zonas de acuerdo con los efectos radiológicos previsibles. En el PLABEN se definen dos Zonas de Planificación de Medidas de Emergencia, de acuerdo con las recomendaciones internacionales.

– Zona I o zona de exposición por sumersión en la nube radiactiva, con forma de círculo alrededor del eje axial del reactor nuclear con radio de 10 km. En esta zona el camino crítico de exposición de la población está asociado a la permanencia en la nube radiactiva. Esta zona a su vez se divide en tres subzonas (Ia, Ib y Ic, correspondientes a radios de 3 km, 5 km y 10 km alrededor del eje axial del reactor, respectivamente).

– Zona II o zona de exposición por ingestión, donde la exposición de la población está asociada a la ingestión de agua, alimentos y productos contaminados. Esta zona está definida en forma de círculo alrededor del eje axial con radio de 30 km.

A su vez, estas zonas se dividen en 16 sectores circulares siguiendo las 16 direcciones de la rosa de los vientos, definiéndose el sector afectado como aquel sector circular correspondiente a la dirección principal del viento.

#### 3.2. Principios de planificación

Constituyen el fundamento de toda planificación eficaz con el fin de alcanzar la adecuada protección de la población; son los siguientes:

– Notificación a la autoridad competente de los sucesos que puedan inducir daños a las personas o a sus bienes.

– Evaluación de los sucesos y su riesgo asociado al objeto de tomar las decisiones oportunas para minimizar sus consecuencias.

– Establecimiento de fases y situaciones en concordancia con las medidas de protección que deben adoptarse. A los efectos de la planificación de una emergencia nuclear

se establecen distintas fases y situaciones, según las dosis de radiación que puede ser absorbidas por la población. En los primeros momentos y para asegurarse una rápida respuesta, puede considerarse la categoría del suceso iniciador del accidente para establecer las fases y situaciones correspondientes. En la tabla 2 se presenta un cuadro resumen de esta clasificación, así como las correspondientes medidas que corresponden a cada una de las situaciones.

– Actuación coordinada de las diferentes organizaciones involucradas.

– Conocimiento de la capacidad operativa y de los medios humanos y materiales necesarios.

– Información a la población afectada y al público en general.

– Mantenimiento de la efectividad del plan a través de revisiones y entrenamientos periódicos con el personal y equipos asociados a la emergencia.

#### 3.3. Estructura del plan

Para poder alcanzar los objetivos propuestos es necesario establecer una estructura organizativa y proceder a la asignación de funciones.

En PLABEN se desarrolla esta organización y sus funciones, que fundamentalmente consisten en una dirección que establece las acciones a realizar a través de los grupos radiológico, logístico y sanitario, y de las organizaciones locales de los municipios de la zona de planificación de la central nuclear.

Esta dirección está asistida por un comité asesor que, entre otros, está compuesto por los distintos jefes de los grupos de intervención

► **Tabla 2. Relación entre categorías de accidente, fases y situaciones de emergencia y medidas de protección asociadas.**

Categoría	Máxima actividad liberada (Bq)	Clase	Fase	Situación	Nivel de intervención		Medidas de protección
					Cuerpo entero	Tiroides niño	
I	-	Prealerta	Preemergencia	0			Ninguna
II	Yodos 3,7.10 <sup>11</sup> Gases nobles 3,7.10 <sup>14</sup>	Alerta de emergencia		1	< 5mSv	< 50mSv	Control de Accesos
III	Yodos 3,7.10 <sup>13</sup> Gases nobles 3,7.10 <sup>16</sup>	Emergencia en el emplazamiento					
IV	Yodos 6,7.10 <sup>18</sup> Gases nobles 1,4.10 <sup>19</sup>	Emergencia General	Emergencia	2	> 5mSv < 25mSv	> 50mSv < 250mSv	Control de Accesos Confinamiento Profilaxis Protección Personal
				3	> 25mSv < 100mSv	> 250mSv < 1000mSv	Todas las anteriores y a considerar: Evacuación de Grupos críticos, control alimentos y agua, y estabulación de animales
				4	> 100mSv	> 1000mSv	Todas las anteriores más Evacuación general de la población

y el jefe de la unidad de Protección Civil de la provincia en cuestión. El director del Plan es la máxima autoridad del Gobierno en la provincia. En el PLABEN se recoge la dirección por el Gobernador Civil actualmente) y con el cambio en la estructura administrativa, la ejercen los delegados o subdelegados del gobierno. El jefe del Grupo Radiológico es designado por el CSN, actualmente los jefes de los grupos radiológicos de los planes provinciales son inspectores residentes del CSN en las centrales nucleares. El jefe del Grupo Sanitario está designado por el director del Plan a propuesta del órgano competente en la materia de la Comunidad Autónoma en la que radique la central y el jefe del Grupo Logístico es el Teniente Coronel Primer Jefe de la Comandancia de la Guardia Civil de la provincia.

El alcalde es el responsable de la aplicación del Plan de su municipio. Para el cumplimiento de sus misio-

nes las organizaciones municipales estarán coordinadas y apoyadas por el Grupo Logístico, a través del coordinador municipal en emergencia nuclear. Esta organización se desarrolla en los Planes Municipales de Emergencia Nuclear.

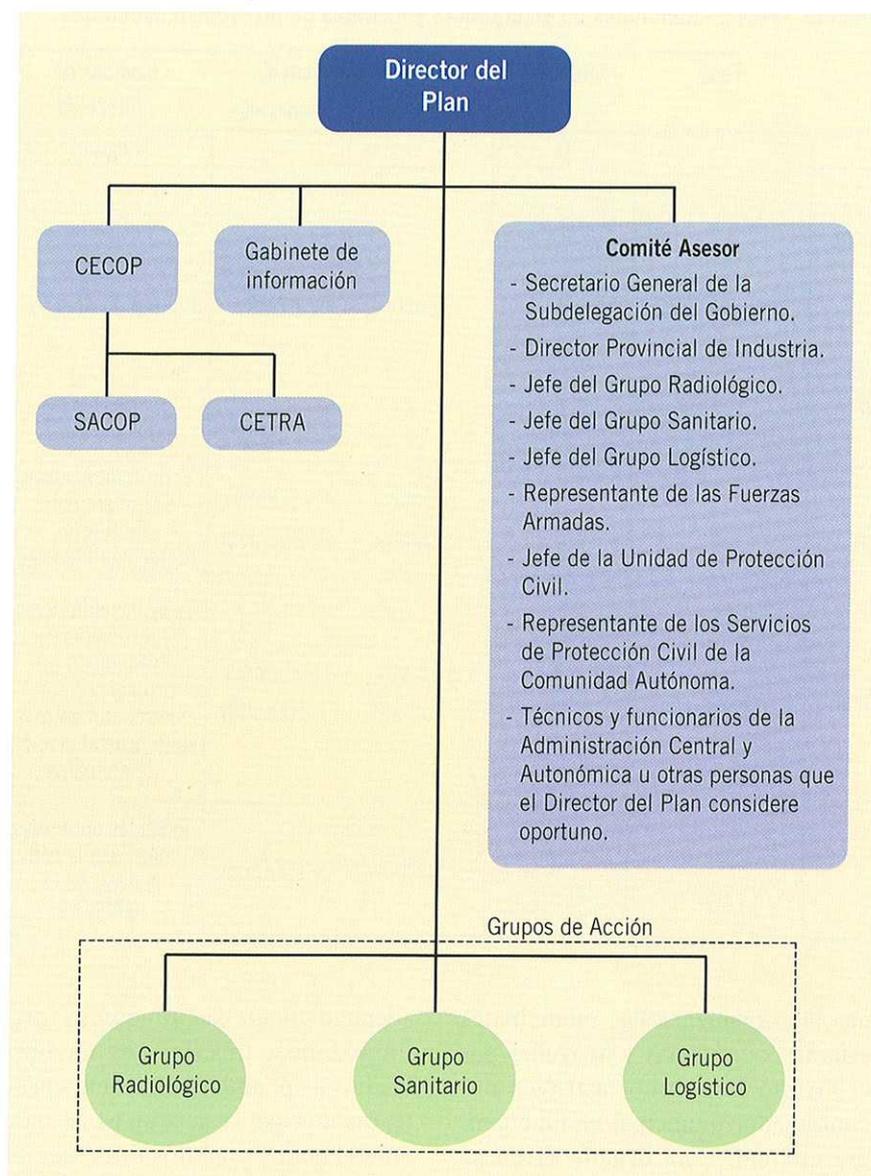
### 3.4. Operatividad del plan

Los principios enunciados anteriormente debidamente desarrollados proporcionan los mecanismos operativos que han de cumplirse para cumplimentar las funciones encomendadas a la organización del Plan.

En el PLABEN se desarrollan las actuaciones a los distintos niveles organizativos: dirección, grupos de acción y organizaciones municipales, que deben llevarse a cabo en las distintas fases y situaciones de la emergencia y en las distintas zonas de planificación hipotéticamente afectadas. Asimismo se relacionan los medios y capacidades que debe disponer cada grupo para desarrollar

adecuadamente sus funciones, distinguiéndose tres tipos de medios: medios disponibles permanentemente, medios que se activan en caso de emergencia y aquellos otros que se utilizan en caso de emergencias.

Las distintas actuaciones que se realicen en una emergencia nuclear serán ordenadas por el director del plan y llevadas a cabo por el personal de los distintos grupos. Los responsables municipales con sus distintos equipos pondrán en práctica las medidas de protección necesarias en el ámbito local, siendo inmediatamente después complementados por el personal de los grupos de acción provincial que disponen de formación especial y son los encargados de realizar actuaciones más específicas dentro de los planes de emergencia. La labor de todos estos grupos estará completa con la incorporación, si fuera necesario, de medios y recursos estatales coordinados desde el nivel central de respuesta y apoyo.



► **Figura 2. Estructura organizativa y asignación de funciones**

Uno de los medios fundamentales en los planes de emergencia lo constituyen las denominadas Estaciones de Clasificación y Descontaminación (ECD). Las ECD se ubican generalmente en polideportivos o instalaciones o similares; en una emergencia nuclear será aquel lugar donde primeramente se desplace la población evacuada, donde se medirá la posible contaminación y donde se procederá a su descontaminación externa y, en caso de que ésta persistiera, sería también el punto desde donde se trasladará al contaminado a un centro especializado para un tratamiento más específico.

También el PLABEN trata los as-

pectos relacionados con la información a la población y el mantenimiento de la efectividad del Plan a través del desarrollo de ejercicios y simulacros, y contempla las posibles revisiones al mismo. En este sentido indica que se estudiarán las propuestas de revisión del Plan con carácter ordinario una vez al año, como consecuencia de las experiencias adquiridas; asimismo, el director del Plan o el CSN podrán proponer a la Dirección General de Protección Civil una revisión de carácter extraordinario cuando así lo requieran las variaciones de la normativa técnica o jurídica o de alguno de los aspectos que hacen posible su funcionamiento.

#### 4. Situación actual y actuaciones futuras

Desde la publicación y aprobación del PLABEN y de los Planes Provinciales de Emergencia Nuclear ha pasado casi una década, en la cual se han desarrollado gran número de actividades e iniciativas con el objetivo principal de incrementar la operatividad de los planes y conseguir un mayor grado de protección a la población frente a estas emergencias. En la actualidad se ha logrado un grado de desarrollo satisfactorio tanto en el ámbito de los Planes Provinciales como de los municipales. No obstante, algunos de sus aspectos evidentemente son susceptibles de mejorarse y en esa vía se encaminan las futuras actuaciones de la Dirección General de Protección Civil con respecto a los Planes de emergencia Nuclear.

A continuación se revisan los aspectos más destacables y las actuaciones futuras de la DGPC con relación a los mismos.

##### 4.1. Planificación

Desde la aprobación del PLABEN, y como ya se ha dicho anteriormente, se han ido desarrollando los distintos Planes Provinciales y sus correspondientes Planes Municipales.

Los Planes de Actuación Municipal en Emergencia Nuclear están prácticamente elaborados y aprobados en su totalidad, a excepción de algunos correspondientes a la Zona II. Estos planes han sido desarrollados a través de varias guías técnicas elaboradas al efecto.

A diferencia de los planes municipales, de los cuales se recoge explícitamente en el PLABEN su necesidad de elaboración, para los grupos de intervención provinciales (radiológico, sanitario y logístico) no se requiere explícitamente la elaboración de un plan específico. No obstante, estos documentos existen como tales y actualmente se están actualizando las correspondientes guías para la posterior adaptación de los planes ya existentes.

Asimismo se está iniciando un proceso de estudio de revisión tanto

del PLABEN como de los Planes Provinciales. Esta revisión se hace necesaria sobre la base de tres hechos fundamentales:

- La nueva directiva del EURATOM. Esta directiva adapta los niveles de intervención sobre la base de los nuevos estudios y conocimientos acerca de los efectos biológicos de las radiaciones, que enuncian unas nuevas normas y principios básicos de protección radiológica, que son de aplicación en el caso de intervenciones es decir actuaciones en caso de accidente o en condiciones de pérdida de control sobre la fuente de exposición. De acuerdo con estos principios, las acciones de protección deben primeramente evitar en lo posible la aparición de efectos graves sobre la salud de las personas, estar justificadas, y optimizadas. En función de estas premisas, se presentan una serie de niveles genéricos de intervención en términos de dosis proyectada que no son comparables con los recogidos en el PLABEN en términos de dosis evitada, y no son aplicables actualmente.

- La publicación de la LOFAGE, y las transferencias a las comunidades autónomas que han variado las instituciones y cargos que se contemplaban en el PLABEN, principalmente en lo que se refiere a la dirección del mismo, al desaparecer la figura del Gobernador Civil, y en los cargos correspondientes al Grupo Sanitario, al estar transferidas en su práctica totalidad estas competencias a las autonomías entre otros aspectos.

- La experiencia adquirida a través estos últimos años, fundamentalmente a través de los ejercicios y simulacro, que sugiere algunos cambios organizativos y una mayor definición en las competencias y responsabilidades de las jefaturas de los grupos y equipos de estos.

#### 4.2. Medios y recursos

El adecuado cumplimiento de las actuaciones recogidas en los Planes de Emergencia Nuclear requiere

unos medios materiales que garanticen su operatividad. Para implantar adecuadamente los planes provinciales y los municipales se han realizado importantes inversiones desde 1988, se han canalizado subvenciones a los municipios de las zonas de planificación y se han promovido convenios de colaboración para el desarrollo de las infraestructuras necesarias, en las cuantías aproximadas que a continuación se señalan:

- 4.080 millones de pesetas destinados a dotaciones de material necesario para desarrollar el conjunto de medidas previstas en los planes provinciales y en los planes municipales (comunicaciones, sistemas de avisos, vehículos, estaciones de clasificación y descontaminación, etcétera).

- 3.300 millones de pesetas en subvenciones libradas a los municipios a municipios afectados mediante convocatorias realizadas anualmente por la DGPC para atención de necesidades derivadas de la implantación de los planes municipales de emergencia nuclear (mejoras de caminos de avisos, iluminación de calles, rutas de evacuación, grupos electrógenos, mejoras de la ECD, etcétera).

- Para la extensión del Servicio Telefónico a Entidades de Población afectadas por los PEN se ha promovido un convenio en el que participaron las Diputaciones y la Compañía Telefónica, además de la DGPC por importe de más de 914 millones de pesetas, que fue totalmente ejecutado.

- Por otra parte, se han suscrito convenios entre los Ministerios del Interior, Obras Públicas y Urbanismo, (hoy Ministerio de Medio Ambiente) Administraciones Públicas, Comunidades Autónomas y Diputaciones Provinciales correspondientes a los entornos de las distintas centrales nucleares para la financiación y ejecución de las redes viarias provinciales comprendidas en los respectivos ámbitos de actuación de los PEN, algunos de los cuales han concluido y otros se en-

cuentran en fase de ejecución y cuyo importe total puede aproximarse a su conclusión a los 20.000 millones de pesetas.

- Finalmente, se ha implantado una Red de Alerta a la Radiactividad que fue adjudicada mediante concurso público en más de 1500 millones de pesetas. Esta red ha sustituido a otras existentes anteriormente y proporciona información en tiempo real sobre radiación existente en las zonas donde se ubican los sensores instalados que cubren todo el territorio nacional, con especial atención a las zonas nucleares, costas y fronteras.

Actualmente se puede concluir que los planes provinciales y los municipales tienen una alta operatividad. No obstante, evidentemente la operatividad de los planes puede y debe mejorarse en la medida de lo posible, y en este sentido y atendiendo principalmente las demandas planteadas por la AMAC (Agrupación de municipios afectados por centrales nucleares), la DGPC en función de sus competencias, se comprometió a cubrir en algunos casos y a promover convenios de colaboración en una serie de necesidades planteadas por los representantes municipales.

#### 4.3. Ejercicios y simulacros

La probabilidad, aunque muy baja, de un accidente nuclear con consecuencias a la población hace necesaria la realización de ejercicios y simulacros que prueban la operatividad y el grado de implantación de los planes de emergencia.

Desde el año 1994, y sobre la base de un estudio de los ejercicios y simulacros realizados en el período anterior, la DGPC viene impulsando y desarrollando una serie de Programas de Ejercicios y Simulacros. Este programa es llevado a cabo por un equipo creado al efecto y constituido por representantes técnicos de cada una de las unidades de protección civil de las provincias con planes de emergencia nuclear y por técnicos de la DGPC, en cuya

dirección recae la responsabilidad de su puesta en marcha y coordinación a través de la Subdirección General de Planes y Operaciones.

Desde esa fecha se han realizado una serie de ejercicios que en un principio planteaban actuaciones simples y que se han ido incrementando en su grado de complejidad. Para el año 1998 está previsto un programa que centrará fundamentalmente en ejercicios de activación de las Estaciones de Clasificación y Descontaminación que implican a organizaciones municipales y a todos los grupos de intervención provinciales. Además está prevista la realización, dentro del primer semestre del año, de un Simulacro General de Emergencia Nuclear en la provincia de Guadalajara.

#### 4.4. Capacitación y formación de actuantes

La Dirección General de Protección Civil ha impulsado y desarrollado numerosos cursos de capacitación para los actuantes de los planes de emergencia nuclear, que se han impartido fundamentalmente en el ámbito de los planes provinciales, a través de la Escuela Nacional de Protección Civil.

Asimismo, ha publicado diversos libros y material didáctico al respecto entre los que cabría destacar la serie relativa a la información y capacitación sobre emergencias nucleares de actuantes, personal sanitario, miembros del CECOP, etcétera. Dentro también de esta serie se han editado vídeos divulgativos de los Planes de Emergencia Nuclear Provinciales.

Actualmente esta actividad se centra en el desarrollo de los cursos de actuación municipal en los entornos de las centrales nucleares de potencia y en la realización de un curso general para el Grupo Sanitario que se impartirá en las distintas provincias a lo largo del presente año.

#### 4.5. Información a la población de los entornos de centrales nucleares

Un capítulo fundamental es la infor-



► **Figura 3.** Medida en una ECD de una hipotética contaminación durante un simulacro en Cofrentes.

mación a la población en dos aspectos importantes. Por un lado, la información en el momento de la emergencia y, por otro, la información previa sobre las actividades de planificación. En el primer caso el PLABEN contempla cómo se transmitirá la información, siendo estas directrices recogidas en los distintos planes de emergencia nuclear. En el segundo caso el desarrollo de campañas informativas a la población es esencial para la adecuada información de la misma y la implantación de los planes de emergencia.

En la actualidad la DGPC, en colaboración con el CSN, está desarrollando una campaña de información en el entorno de las centrales nucleares. Esta campaña consiste fundamentalmente en una serie de charlas informativas que van acompañadas del reparto de folletos divulgativos en los que se recogen las distintas actuaciones que se deben realizar en caso de emergencia en cada uno de los núcleos de población implicados.

Esta campaña se ha iniciado en los municipios de Zona I, estando previsto que el próximo año tras el estudio y evaluación de los resulta-

dos obtenidos se comience la campaña en los municipios de las Zonas II de los distintos planes provinciales.

#### 5. La red de alerta a la radiactividad (RAR)

La RAR es un sistema de captación de valores de dosis de radiación gamma tomadas en las estaciones repartidas en el territorio nacional, cuyo objetivo principal es detectar valores anormales de este parámetro por sucesos producidos en el interior o en el exterior de nuestras fronteras.

La RAR está compuesta por 902 estaciones de medida distribuidas en una malla pseudorregular de 50 x 50 km, y con mayor densidad en número de estaciones en zonas de alto riesgo como son fronteras y costas, núcleos urbanos e instalaciones nucleares, principalmente centrales nucleares de potencia.

La estructura básica de la red la conforman 10 centros regionales que centralizan y procesan la información que es enviada desde o hacia las estaciones de medida. Estos centros regionales la envían al centro nacional, en la Dirección General de Protección Civil en Madrid.

Además existen dos centros asociados al centro nacional y cuatro asociados a los centros regionales, así como un centro nacional duplicado.

En las provincias donde existe plan de emergencia nuclear, el centro regional se ha ubicado en el CECOP, existiendo además los siguientes centros regionales cada uno de ellos ubicados en la Delegación de Gobierno de su correspondiente Comunidad Autónoma: La Coruña, Burgos, Vitoria, Zaragoza, Tarragona, Valencia, Sevilla, Cáceres, Guadalajara, Las Palmas.

Los centros asociados al centro nacional se ubican el CSN y en el Ministerio de Defensa en Madrid. Los centros asociados a los regionales se ubican en las Delegaciones de Gobierno de Castilla-La Mancha (Toledo), Castilla y León (Valladolid), Extremadura (Badajoz) y Delegación de Gobierno en Cataluña (Barcelona).

La estación de medida está constituida por una sonda y una unidad de transmisión de datos. La sonda es un detector Geiger Muller con una doble cámara (de alta y baja dosis) capaz de medir tasa de dosis en un rango comprendido entre 10 nSv/h y 5 Sv/h. La unidad de transmisión de datos (UTD) es la encargada de la comunicación del sensor con su centro regional asociado.

El centro nacional, ubicado en la sede de la DGPC de Madrid, gestiona y almacena la información recibida de los centros regionales y controla las estaciones de medida a través de su centro regional. El sistema dispone de alarmas para caso de superación de niveles de dosis, tendencia y estado. Los umbrales de alarma han sido establecidos en ba-



► **Figura 3.** Centro nacional de la RAR en Madrid.

se a los criterios del CSN en 0,5 Sv/h y 1 Sv/h.

Dentro de la planificación de emergencias la RAR se conforma como una de las herramientas fundamentales en caso de emergencia nuclear para valorar la situación radiológica del emplazamiento. En aquellas zonas donde existen centrales nucleares el centro regional está ubicado en el CECOP de la provincia nuclear en cuestión; éste es el caso de los centros regionales de Burgos, Guadalajara, Cáceres, Tarragona y Valencia, donde existen Planes de Emergencia Nuclear.

Desde estos centros se puede interrogar en tiempo real a cada una de las estaciones de medida, conociendo en cada momento la situación radiológica real en caso de ac-

cidente; estos valores serán uno de los puntos de partida principales a la hora de la toma de decisiones en este tipo de emergencias. Además de este cometido fundamental, el sistema permite realizar un seguimiento detallado de los niveles de radiación, estudiando su evolución, y dispone de un registro histórico detallado accesible a personas o entidades autorizadas para su estudio. Actualmente la red se halla completamente instalada, y se ha finalizado la entrega de la misma a la DGPC por parte de la empresa adjudicataria del proyecto. La funcionalidad de la red se ha ido incrementando a lo largo del período de entrega alcanzando en estos últimos meses alrededor de un 80 por ciento de disponibilidad. **SN**

 Carmen Álvarez, Angel Meca, Pilar Olivares y Fernando Sierra\*

# Emergencias en el medio hospitalario

Todo centro hospitalario tiene que disponer de un plan de emergencias, que se activaría en caso de que se produjera un accidente en la instalación.

El presente artículo describe

las particularidades que se presentan para las instalaciones radiactivas existentes en los hospitales en caso de emergencia y los riesgos radiológicos que es necesario tener en cuenta.

## 1. Introducción

Ante la posibilidad de que se produzca un siniestro en cualquier Servicio del Hospital que pueda dar lugar a un riesgo radiológico que no pueda ser controlado mediante la puesta en práctica del obligatorio Plan de Emergencia de la instalación, o bien que, ante dicha circunstancia, el titular de la instalación, como medida de precaución, estime conveniente solicitar ayuda desde el comienzo del siniestro a los organismos públicos, éstos deberán disponer de los correspondientes planes de actuación de protección radiológica.

Tanto los centros hospitalarios como cada una de las instalaciones radiactivas en ellos ubicadas están obligados, según la legislación vigente, a disponer de Planes de Emergencia generales en un caso, y particulares en los otros, los cuales deberán estar coordinados para con-

seguir una completa eficacia en su puesta en práctica. Por tanto, los Planes generales de Emergencia de los hospitales deberían tener en cuenta los particulares de aquellas instalaciones con riesgo radiológico significativo.

## 2. Plan de emergencia para hospitales

### 2.1. Descripción de emergencia

La emergencia se define en el entorno de la posibilidad de que un riesgo se materialice, afectando a personas o bienes de una organización. En consecuencia debe entenderse como emergencia toda aquella eventualidad que afecte gravemente al desarrollo de la actividad hospitalaria cotidiana. Todos aquellos riesgos susceptibles de desembocar en una situación de emergencia, deben ser objeto de análisis a fin de establecer la respuesta adecuada.

### 2.2. Clasificación de las emergencias

Las emergencias deben clasificarse en función de los riesgos a los que los bienes de una organización se hallan sometidos. La situación de los bienes en función de su exposición se puede clasificar de la siguiente manera: en situación de se-

guridad, en situación de riesgo, en situación de peligro, en situación de emergencia, en situación de siniestro y en situación de vuelta a la normalidad (figura 1).

Los riesgos a los que se halla sometida cualquier organización vienen dados por su actividad, localización geográfica, etcétera, pudiendo clasificarse los mismos de la siguiente manera:

– *Riesgos de la naturaleza*: seísmos, huracanes, tifones, inundaciones, rayos y sequías.

– *Riesgo biológicos*: virus, bacterias, bacilos, residuos, alimentos, animales vivos.

– *Riesgos químicos*: fuego, corrosión, toxicidad, explosión, fármacos y drogas.

– *Riesgos físicos*: mecánico, eléctrico, termodinámico, acústico, óptico, explosión, radiaciones no ionizantes; vibraciones.

– *Riesgos nucleares*: radiaciones ionizantes, mecánico, térmico y explosión.

– *Riesgos técnicos*: diseño - proyecto, fabricación, Montaje, Instalación y Mantenimiento-conservación.

– *Riesgos laborales*: máquinas - herramientas, equipos para el transporte y almacenamiento, instalacio-

\* C. Álvarez es jefa del Área de Instalaciones Radiactivas Médicas en el CSN. A. Meca y P. Olivares son, respectivamente, jefes de los servicios de Seguridad y de Dosimetría y Protección Radiológica en el Hospital Gregorio Marañón de Madrid. F. Sierra pertenece al Servicio de Inspección de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

nes auxiliares de energía, Depósitos y recipientes para almacenamiento de productos, manipulación de productos peligrosos, medio ambiente laboral, condiciones de higiene y sanidad.

– *Circulación y transporte*: el hombre, el medio, las vías (terrestre, aérea, marítima).

– *Riesgos derivados de actividades antisociales*: robo, hurto - fraude, atentado, sabotaje, vandalismo, secuestro, espionaje y manipulación de datos.

### 2.3. Plan de emergencia

Tomaremos como referencia el riesgo de incendio por ser el más común en los centros hospitalarios, así como el que dispone de una normativa más exigente. Los planes de emergencia deben contener, según la metodología propuesta por la Dirección General de Protección Civil en el Manual de autoprotección. Guía para el desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación en locales y edificios, aprobado por Orden de 29 de noviembre de 1984, los siguientes documentos: *Evaluación del riesgo, medios de protección, plan de emergencia, implantación del plan de emergencia.*

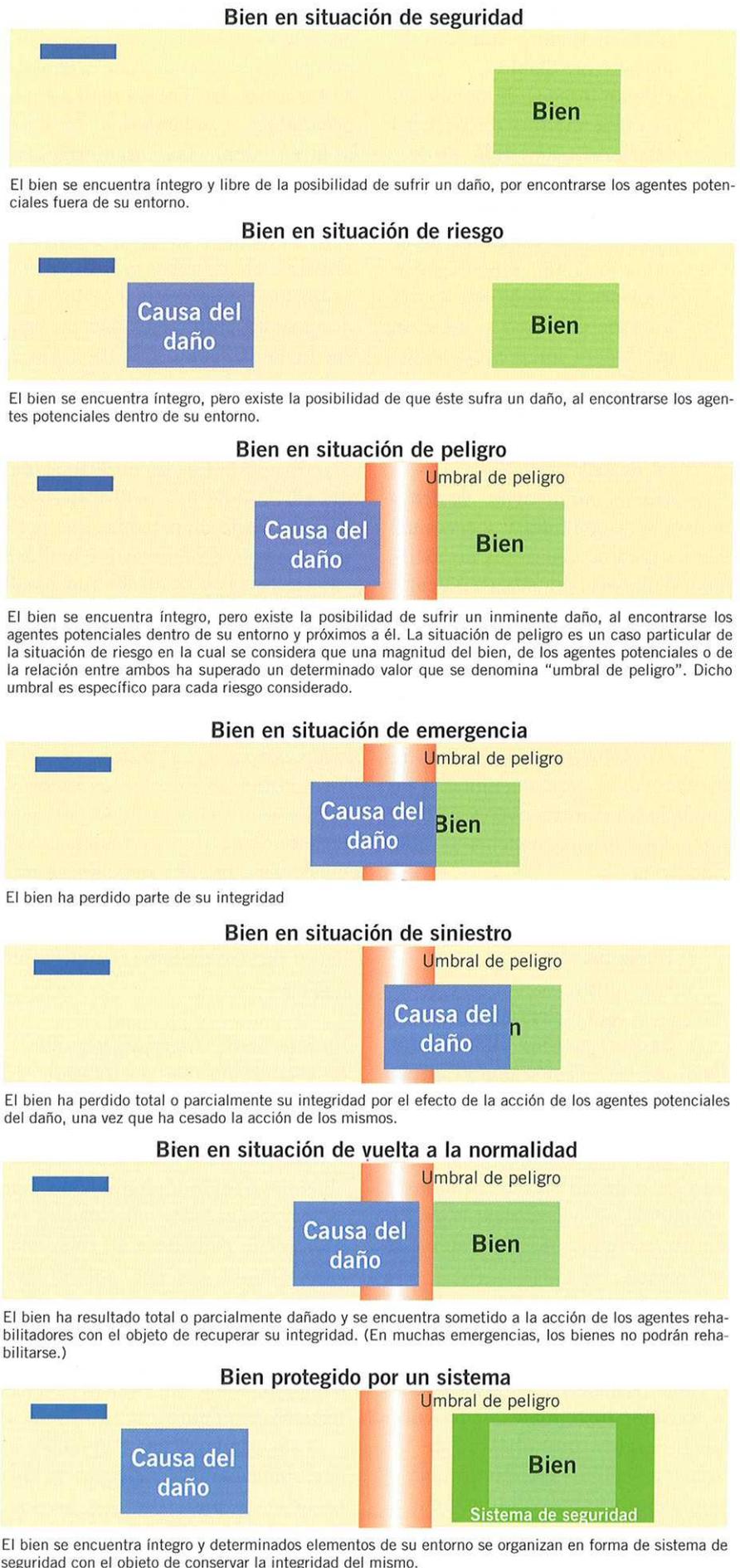
#### 2.3.1. Documento 1: Evaluación del riesgo

Este documento contemplará los siguientes apartados:

#### Análisis de los medios materiales

– *Edificios*. Se contemplarán los siguientes puntos:

- Volumetría y configuración general.
- Relación de los edificios con los inmediatos e instalaciones interiores y exteriores que le afecten.
- Influencia del entorno, considerando como mínimo:
  - Su situación respecto a los Servicios de Extinción de Incendios, distancias y características de los recorridos desde los diferentes parques



► **Figura 1. Clasificación de las emergencias en función de los riesgos.**

desde lo que se prestaría atención, en función del tipo de siniestro previsible.

- Posibilidades de actuación de otros medios de socorro exteriores (sanitarios, Protección Civil, etcétera).

- Condiciones generales urbanísticas de acceso de vehículos, estacionamiento, posibilidades de maniobra de vehículos pesados o de gran porte para intervenciones de auxilio.

- Relación de conexión de instalaciones exteriores con las de cada edificio.

– *Instalación de agua.* Se determinará la disponibilidad y necesidades de medios exteriores de extinción: hidrantes para abastecimientos de agua a servicios de extinción; red pública de bocas de agua ordinarias; reservas de agua disponibles en depósitos dotados de sus correspondientes grupos de bombeo.

– *Características constructivas. Sectorización.* Se contemplarán las condiciones constructivas y de diseño de los edificios, teniendo en consideración:

- Fachadas, tratamiento y calidades de los materiales.

- Cubiertas.

- Estructura, reacción y resistencia a la acción del fuego.

- Sectorización, distribución interior y su relación con el diseño de funcionalidad distinguiendo: espacios habituales; espacios de circulación; espacios técnicos; espacios de especial riesgo; cámaras y conductos no accesibles; espacios de almacenamiento y espacios de servicios.

– *Utilización y características de las instalaciones y servicios.* Se determinará la ubicación, utilización y características de las instalaciones y servicios susceptibles de provocar un incendio en cada una de las zonas o sectores que conforman el complejo hospitalario, distinguiendo: locales técnicos; locales de especial riesgo; locales de almacenamiento y Locales de servicios.

– *Ocupación.* Debe realizarse un estudio de las ocupaciones máximas previsibles teóricas de cada una de las zonas, en función de los usos principales o secundarios. Se tendrán en cuenta las características que afecten a los ocupantes de las distintas zonas contempladas, con cuantos factores adversos deban ser tenidos en consideración, para acompañar propuestas de adopción de medidas correctoras que puedan ser incluidas como modificaciones del diseño funcional del edificio.

– *Comunicaciones verticales y horizontales.* Se contemplarán las diversas posibilidades de adaptación del edificio de los medios de evacuación, flujo de personas que permiten, protección de estos medios, características y su diseño funcional en el que se tengan en consideración las especiales condiciones que algunos casos deben cumplir según las exigencias de las zonas a que sirven.

#### *Adecuaciones necesarias*

Se tendrán en cuenta los medios existentes en la actualidad para determinar qué tipo de respuesta se puede dar con ellos ante situaciones peligrosas previsibles, planteando un estudio comparativo de necesidades de incremento, cuando sean precisas.

#### *Inventario de riesgos de incendio*

Se establecerá una clasificación de peligrosidad de las diferentes zonas que conforman las instalaciones, en función del uso que cada una de ellas desarrolla en conjunción con las particularidades individuales, no sólo por la naturaleza de cada una, sino también por sus condiciones constructivas, urbanísticas, de diseño funcional e instalaciones, por ejemplo evacuación, ventilación, compartimentación, extinción, señalización, etcétera.

Este estudio debe comprender la determinación de los riesgos y límites de los mismos (fuego, explosión, riesgo eléctrico, de origen funcional, etcétera) y la documentación gráfica en la que se exprese la localización,

identificación y descripción de cada uno de los tipos de riesgo, las condiciones de idoneidad de los medios de respuesta existentes, y los necesarios para cubrir los mínimos de seguridad admisibles.

#### *Condiciones de evacuación*

Se contemplará el estudio de los recorridos de evacuación en el que figurarán, además de las principales vías, las alternativas; se tendrá en cuenta la posibilidad de distribución de sectores de incendios independizados entre sí, que puedan constituir caminos y vías de evacuación; tiempos de evacuación actuales con los medios de que se dispone y propuesta de aumentos precisos hasta alcanzar la disminución, dentro de los tiempos límites admisibles; descripción y análisis de los acabados y su tratamiento en los interiores del edificio, así como combustibilidad, tipo de mobiliario, elementos auxiliares, tratamiento de los conductos generales tanto verticales como horizontales, etcétera).

#### *Planos*

Toda la información recopilada y evaluada debe presentar en planos, tamaño DIN A-3, en los que se utilizarán los símbolos gráficos correspondientes a las Normas UNE (23-032-83) de seguridad contra incendios.

#### *2.3.2. Documento 2: Medios de protección.*

Este documento establecerá la valoración de la utilidad o idoneidad de los medios disponibles. Cuando los existentes, tanto en su aspecto humano como material, no sean suficientes se aportará la información precisa para complementarlos con otros nuevos a fin de lograr los mínimos permisibles.

#### *Inventario de medios materiales*

Se indicarán como medios de protección a incrementar o de nueva implantación, únicamente aquellos que por su insuficiencia en calidades o cantidades o cantidades se deduzcan del estudio de necesidades.

– *Instalaciones de detección de incendios automáticos y de alarma.* Los locales deberán disponer de detectores automáticos de incendios y de pulsadores manuales en cumplimiento de las distintas normativas.

– *Instalaciones de extinción.* Se determinará el tipo de instalación en función del análisis de riesgo efectuado y para su cuantificación y distribución se utilizarán los datos que contempla la normativa vigente. Estas instalaciones podrán ser: red de bocas de incendio equipadas; red de rociadores automáticos de agua; instalación de agentes extintores gaseosos; extintores portátiles de incendios.

– *Alumbrados especiales.* Se estudiarán las instalaciones con que deben estar dotados los edificios y que deben aportar auxilio en caso de cualquier emergencia que se prevea. Se incluirán instalaciones de: señalización de los sistemas de extinción de incendios con todos los medios disponibles (bocas de incendio, extintores, etcétera; iluminación de emergencia en todos los aspectos de funcionalidad y para caso de alarma; junto al estudio de estas instalaciones se señalarán las que se consideran adecuaciones técnicas para cada una de ellas, así como las compatibilidades existentes en las utilizaciones conjuntas. Se hará mención, en este apartado, al aspecto operativo actual de las mismas y a su mantenimiento.

– *Medios de comunicación y transmisión de alarmas.* Se analizarán los medios de comunicación y transmisión de alarmas que pongan sobre aviso a los componentes de los equipos de emergencia propios:

- a) Telefonía interior
- b) Sirenas de alarma mediante la activación de tonos breves e intermitentes
- c) Megafonía interior.

#### *Medios humanos*

Se determinarán los medios humanos disponibles para participar en las acciones de emergencia. Se estudiarán para cada edificio y para

cada tiempo que implique las distintas disponibilidades de estos recursos (festivos, vacaciones, etcétera).

#### *Planos*

Toda la información recopilada y evaluada de los medios técnicos se presentará en planos tamaño DIN A-3, en los que se utilizarán los símbolos gráficos correspondientes a las Normas UNE (23-032-83). Estos serán planos de edificios por plantas: medios técnicos disponibles de: protección pasiva, protección activa, vías de evacuación, locales de riesgo especial, interruptores generales de electricidad y medios técnicos a instalar de protección pasiva y protección activa.

#### *2.3.3. Documento 3: Plan de emergencia*

Se basará en los distintos supuestos que se puedan presentar deducidos de las diferentes hipótesis de emergencia, de acuerdo con el análisis de riesgos efectuado.

#### *Clasificación y niveles de emergencia*

Las emergencias se clasificarán en función de su gravedad, conforme a lo especificado en el *Manual de Autoprotección de la Dirección General de Protección Civil en: conato de emergencia, emergencia parcial y emergencia general.*

#### *Organización de los equipos de emergencia y del comité de catástrofes*

Deberán determinarse los medios humanos disponibles para participar en situaciones de emergencia. Se estudiarán independientemente para cada edificio y para cada tiempo que implique las distintas disponibilidades de estos recursos (día, noche y festivos).

– *Perfil de las personas componentes de los equipos de emergencia.* Se establecerán las condiciones y particularidades que deben regir en el momento de la elección de los componentes de los diferentes equipos, con expresión de las misiones a realizar por cada uno de ellos, así

como el número de componentes por equipo que en cada una de las zonas se determinen.

– *Asunción, por ausencia, del mando de una emergencia.* Se determinará, en función de la disponibilidad de personas y del horario, el mando interior que dirigirá las emergencias, presentándose un orden de prioridad en la responsabilidad de la dirección.

– *Comité de catástrofes.* Se establecerá la composición del comité de catástrofes, las funciones que deberán desarrollar y las reuniones que tendrá que tener este comité anualmente.

#### *Plan de prevención*

Establecerá las normas para la prevención de incendios y el control de situaciones cuando se detecta o se produce un incendio en las instalaciones del hospital. Se acompañará con una serie de procedimientos que reflejen la forma de actuación para prevenir situaciones de riesgo en el complejo.

#### *Plan de actuación contra incendios*

– *Detección del fuego.* Contemplará las diversas formas de actuación del personal del hospital y la colaboración con los medios procedentes del exterior (bomberos, etcétera). Deben acompañarse procedimientos de actuación en unidades especiales.

– *Centralización de comunicaciones.* Se establecerá un punto de centralización de las comunicaciones durante el desarrollo del plan de emergencia. Desde este punto se coordinarán todas las operaciones de actuación ante una situación de emergencia.

– *Alarmas interiores.* Establecerán las acciones a realizar por los equipos de emergencia de la zona donde se haya producido la alarma. Pondrán en acción a los equipos de primera intervención de la zona donde se haya producido la alarma, y a su vez, mantendrá informados al resto de equipos de emergencia por sí fuese necesaria su intervención.

*Plan de evacuación*

– *Organización.* Se organizarán los recursos humanos y técnicos necesarios para garantizar el traslado, sin daños de las personas desde el lugar de la emergencia a otro potencialmente seguro, de tal forma que el personal de los equipos de emergencia: conozca las instalaciones y vías de evacuación de que dispone el edificio, así como las salidas de emergencia y puntos de reunión, se garantice el funcionamiento de los medios de evacuación y se actúe con prontitud una vez conocida la decisión de evacuación.

– *Estudio de los edificios.* Se establecerán los recorridos para evacuar las instalaciones sobre planos, indicando las dependencias y las operaciones que en ellas se realizan. Se calculará el número de personas que, pueden evacuarse durante una emergencia, el tiempo necesario para realizarla y cuantas personas pueden salir por cada una de las salidas designadas.

– *Orientaciones para el traslado de enfermos.* Se reflejarán métodos que puedan ser útiles para el traslado de pacientes desde el lugar del siniestro a otros considerados como seguros, mediante texto explicativo y dibujos.

– *Puntos de reunión.* Se definirán los puntos de reunión donde se concentrarán las personas evacuadas como consecuencia de la emergencia. La creación de estas zonas tendrá por finalidad comprobar la presencia de todas las personas evacuadas y detectar posibles ausencias.

*Consignas y procedimientos de actuación*

Se elaborarán fichas resumen de las distintas actuaciones del personal que trabaje en el hospital, principalmente del Equipo de Primera Intervención (EPI), del Equipo de Segunda Intervención (ESI), del Equipo de Apoyo (EA), del Equipo de Alarma y Evacuación (EAE), del Jefe de Intervención (JI) y del Jefe de Emergencia (JE), las medidas de prevención para el personal laboral,

para pacientes y visitas, para manipulación de gases medicinales y las medidas de precaución y actuación frente a riesgos radiológicos.

*2.3.4. Documento 4: Implantación*

Elaborado el plan de emergencia, conforme a los criterios expuestos, se definirá una serie de actuaciones para su adecuada implantación, en un intento de convertirlo en un documento plenamente operativo.

*Responsabilidad*

Se establecerá la persona responsable de la implantación del plan para, una vez finalizado el documento, hacer su presentación a los órganos de dirección del hospital y al comité de catástrofes.

*Programa de implantación*

El programa de implantación conllevará las siguientes actividades: creación del comité de catástrofes; creación de los equipos de emergencia; adopción de medidas prácticas de prevención y de lucha contra el fuego, mediante el desarrollo de acciones formativas; capacitación y formación del personal del Hospital; elaboración de Instrucciones de seguridad y procedimientos de actuación; información a hospitalizados y visitas; adquisición de medios técnicos de actuación; información a las ayudas exteriores de apoyo y diseño de los planos de señalización (Vd. está aquí), en los que se incluirá: lugar de ubicación de la señal, las salidas de emergencia próximas, la vía principal de evacuación y la descripción esquemática de la planta.

### **3. Particularidades de las instalaciones radiactivas dentro del plan de emergencia**

#### **3.1. Emergencias con implicación de riesgo radiológico. Fuentes potenciales de exposición**

Con objeto de analizar los criterios radiológicos aplicables a las posibles emergencias en el medio hospitalario, es imprescindible tener en

cuenta los diferentes tipos de instalaciones y las fuentes radiactivas implicadas. Todas ellas se analizan a continuación.

*Instalaciones de rayos X*

Los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico o terapia necesitan una fuente de energía eléctrica externa, lo cual hace imposible un accidente radiológico que no pueda resolverse de forma inmediata suprimiendo la alimentación eléctrica. Los únicos accidentes posibles en estos aparatos son los asociados a una exposición inadvertida del paciente o del personal de operación por un error operacional o mal funcionamiento del equipo. En casos extremos, un accidente de esta clase podría requerir una actuación sanitaria sobre los afectados, pero en ningún caso se trataría de una emergencia.

*Laboratorios para investigación y docencia*

En estas instalaciones se utilizan fuentes radiactivas no encapsuladas de baja actividad. Los radioisótopos de mayor uso en estas instalaciones, con sus actividades más normales entre paréntesis, se indican a continuación: C-14 (185mCi), P-32 (2mCi), H-3 (10mCi), Cr-51 (5mCi), I-125 (1mCi), S-35 (1mCi) y Co-57 (5mCi). El mayor accidente previsible en estos laboratorios sería debido al derrame y dispersión de un líquido radiactivo, lo que supondría una pequeña contaminación de los locales donde estén ubicados. Las consecuencias radiológicas se limitarían al interior de la instalación, y las medidas a aplicar serían las recogidas en el Plan de Emergencia particular de la instalación.

*Instalaciones de irradiación de muestras biológicas*

Estas instalaciones se encuentran en algunos centros especializados; utilizan un equipo compacto, provisto de una fuente radiactiva encapsulada de Cesio-137 (actividad máxima orientativa 11,1 TBq (300 Ci)). Estos equipos se ubican en un laboratorio

en una instalación de radioterapia, por lo que, teniendo en cuenta las características del contenedor, es prácticamente imposible un accidente que provocara una emergencia.

No obstante, en caso de robo, pérdida, abandono o un deterioro del equipo, podría dejar sin blindaje a la fuente, con posible pérdida de estanqueidad de la misma, por lo que las consecuencias radiológicas del accidente tendrían repercusión en el exterior de la instalación, y las medidas a adoptar implicarían la intervención de otros organismos distintos al centro hospitalario.

#### *Instalaciones de medicina nuclear*

Las instalaciones de medicina nuclear, al utilizar material radiactivo no encapsulado, son las que pueden presentar mayor riesgo de dispersión de este material al medio ambiente. Estas instalaciones son muy variadas. Las hay desde laboratorios en los que se almacenan y utilizan radionucleidos no encapsulados de baja actividad, hasta complejas instalaciones situadas en grandes centros hospitalarios con actividades del orden de los GBq. Estas instalaciones las podemos clasificar según su campo de aplicación en: diagnóstico *in vivo*, *in vitro* y terapia.

Las instalaciones de medicina nuclear para diagnóstico *in vitro* son similares a los laboratorios de investigación y docencia, por lo que resulta válido todo lo dicho para ellos.

El resto de las instalaciones de medicina nuclear utiliza una gran variedad de radionucleidos no encapsulados para diagnóstico *in vivo* y terapia, (en la tabla 1 se recogen aquéllos de uso más frecuente y sus actividades medidas), incluyendo en estas instalaciones los tratamientos de terapia metabólica con I-131, los cuales requieren hospitalización del paciente durante unos días, y ciertas precauciones con los utensilios de uso diario y con la recogida y almacenamiento de las orinas.

Teniendo en cuenta la naturaleza y actividad de los radionucleidos que se almacenan, utilizan y producen

residuos radiactivos, la volatilidad de alguno de ellos y la necesidad de almacenar temporalmente residuos sólidos y fundamentalmente líquidos, se podría dar lugar a accidentes que supusiesen una contaminación importante dentro de la propia instalación y sus dependencias principales, con repercusiones significativas a nivel de dosis externa y contaminación interna. Estos casos podrían suponer situaciones de emergencia dentro de la propia instalación.

Como caso particular a tener en cuenta sería el abandono del centro hospitalario de un paciente hospitalizado e inyectado con una dosis terapéutica de I-131 para tratamiento de tiroides (entre 150 y 200 mCi). Si el abandono del hospital se produce en las primeras horas, las consecuencias radiológicas del hecho podrían tener repercusión en el exterior de la instalación con la posible intervención de la policía, etcétera. De todos modos, hay que tener en cuenta en este caso que el paciente elimina el 50 por ciento del I-131 por orina en las primeras 48 horas y que el período de semidesintegración de este radioisótopo es de 8,04 días.

#### *Instalaciones de radioterapia*

De las actividades desarrolladas en el ámbito hospitalario, las instalaciones de radioterapia son las que presentan el mayor riesgo radiológico debido a las altas tasas de dosis que se generan y a las altas actividades de las fuentes radiactivas que se utilizan.

De acuerdo con el riesgo radiológico, en caso de accidente se pueden distinguir instalaciones de teleterapia y de braquiterapia y, dentro de las primeras, entre teleterapia con aceleradores con aceleradores de partículas y con unidades de Co-60.

Las instalaciones de teleterapia con aceleradores de partículas se caracterizan por incorporar en el diseño una serie de enclavamientos y sistemas de seguridad que permiten detener la emisión de radiación de forma inmediata. Los únicos accidentes posibles en estos aparatos son los asociados a una exposición inadver-

● **Tabla 1. Radionucleidos más utilizados en medicina nuclear. Actividad almacenada.**

Radionucleido	Actividad orientativa
H-3	370 MBq (10 mCi)
C-14	370 MBq (10 mCi)
P-32	1.100 MBq (30 mCi)
I-123	370 MBq (10 mCi)
I-125	370 MBq (10 mCi)
I-131	18.500 MBq (500 mCi)
Co-57	37 MBq (1 mCi)
Co-58	37 MBq (1 mCi)
Xe-133	1.850 MBq (50 mCi)
Y-90	740 MBq (20 mCi)
In-111	740 MBq (20 mCi)
Ga-67	740 MBq (20 mCi)
Cr-51	740 MBq (20 mCi)
Tl-201	1.850 MBq (50 mCi)
Mo-99/Tc-99m	74.000 MBq (2.000 mCi)
Re-186	370 MBq (10 mCi)
Sr-89	370 MBq (10 mCi)

tida, a un fallo del equipo o a errores en el cálculo de la dosis a pacientes. En estos extremos, un accidente de esta clase podría requerir una actuación sanitaria sobre los afectados, lo cual no puede catalogarse propiamente como una emergencia.

A diferencia de las instalaciones de terapia con aceleradores de partículas, la utilización de equipos con fuentes de Co-60 presenta la característica de la emisión continua de radiación que, teniendo en cuenta las actividades manejadas (actividad máxima orientativa 333 TBq (9000 Ci), representa un gran riesgo en caso de accidente, si bien el diseño de la instalación incorpora requisitos de seguridad intrínseca y está provisto de sistemas de seguridad que provocan la retirada inmediata de la fuente a su posición de blindaje. Estos dispositivos pueden fallar, por lo que deben estar previstas medidas de intervención en el interior de la instalación en caso de accidente. Además, en caso de robo, abandono y mediante una agresión severa del cabezal, que dejara la fuente sin blindaje o con pérdida de su integri-

dad, podría provocar una emergencia en el exterior de la instalación.

En las instalaciones de braquiterapia se llevan a cabo aplicaciones de fuentes radioactivas en los pacientes. En la tabla 2 se muestran los radionucleidos y actividades de uso más frecuente. La aplicación de la fuente puede hacerse manualmente o utilizando un equipo automático de carga diferida. Aunque en ambos casos los riesgos de exposición externa son previsibles, los accidentes más frecuentes están asociados a los implantes manuales de Ir-192, a causa de olvido de las fuentes en el paciente o circulación de pacientes con fuentes implantadas fuera de la zona de control por un error en el cumplimiento de las normas de actuación. A pesar de que estas situaciones pueden dar lugar a la exposición del público, las actividades habituales que se manejan no harían precisa la activación de un plan de emergencia exterior, siendo suficiente con las actuaciones previstas en el plan de emergencia interior de la instalación. En el caso de que el paciente abandonase el hospital con la fuente incorporada, o en el caso de robo, pérdida o abandono de la fuente, se podría dar lugar a una emergencia en el exterior de la instalación.

En situaciones donde sea necesaria la evacuación de pacientes, habría que tener precauciones especiales en los casos de pacientes con implantes.

### 3.2. Descripción de las emergencias

Teniendo en cuenta las fuentes de irradiación existentes en las instalaciones radiactivas y las posibles vías de exposición, si se produjese un accidente en el medio hospitalario, podríamos clasificar las emergencias según que las consecuencias radiológicas se limiten al interior de la instalación radiactiva o que tengan repercusión en el exterior de la instalación radiactiva.

Por otro lado, atendiendo al ámbito general de un hospital, se podrían clasificar las emergencias por las causas que las producen como se indica a continuación.

► **Tabla 2. Radionucleidos más utilizados en braquiterapia.**

Fuentes incorporadas a equipos fijos o móviles		
Radionucleido	Actividad orientativa	Encapsulado
Cs-137	37 GBq (1 Ci)	Sí
Ir-192	370 GBq (10 Ci)	Sí
Fuentes de aplicación manual (más frecuentes)		
Radionucleido	Actividad orientativa	Encapsulado
Cs-137	37 GBq (1 Ci)	Sí
Ir-192	37 GBq (1 Ci)	No
Sr-90	7,4 GBq (0,2 Ci)	Sí
Fuentes de aplicación manual (no habituales)		
Radionucleido	Actividad orientativa	Encapsulado
Au-198	5,55 GBq (150 Ci)	Sí
I-125	1,85 GBq (50 Ci)	Sí

#### 3.2.1. Situación de emergencia por causas debidas al funcionamiento de las instalaciones

Dichas situaciones, y las medidas a adoptar en cada caso, deberán estar recogidas en los Planes de Emergencia particulares de las instalaciones. La elaboración del documento *Plan de Emergencia* es preceptiva para obtener la correspondiente autorización de la instalación. En este documento, los tipos de accidentes que se contemplan son: toda clase de vertido; dispersión del material radiactivo; pérdida de estanqueidad o blindaje de las fuentes que puedan producir consecuencias radiológicas de contaminación o de irradiación externa; pérdida o sustracción del material radiactivo; accidentes que puedan provenir del estado del paciente, tales como vómitos, derrame de orinas, o cualquier situación inesperada, como cirugía, fallecimiento, etcétera, así como la salida del paciente del lugar de hospitalización en el que se encontraba bajo control, etcétera.

#### 3.2.2. Situación de emergencia debidas a causas catastróficas o siniestros

Estas situaciones, por su forma de iniciarse y la zona de la instalación a la que pueda afectar, darán lugar a diferentes tipos de medidas específi-

cas a adoptar, debiéndose en todos los casos aplicar los Planes de Emergencia generales del centro.

Dentro de estas situaciones catastróficas, las emergencias pueden ser muy variadas, dependiendo de la ubicación geográfica del hospital, debiéndose adaptar los Planes de Emergencia a las situaciones particulares del centro hospitalario de que se trate. En el presente trabajo se ha considerado un hospital tipo de la Comunidad de Madrid. Para ello, las situaciones de emergencia a considerar, las cuales están incluidas en los Planes de Emergencia de los hospitales, serán: incendio, explosión, amenaza de bomba y pérdida o sustracción de material radiactivo con repercusión al exterior.

Como norma general, las situaciones de emergencia debidas al funcionamiento de las instalaciones, y recogidas en los Planes de Emergencia específicos de cada una de ellas, implicarían exclusivamente actuaciones dentro de las propias instalaciones. En términos generales, podemos afirmar que la evacuación sólo se aplicaría en casos de necesidad absoluta.

Las situaciones de emergencia debidas a causas catastróficas o siniestros, tendrían repercusión en el exterior de la instalación. Para ellas, se aplicaría de forma priorita-

ria el Plan de Emergencia del hospital y, generalmente, daría lugar a una evacuación del personal propio de la instalación y de los pacientes.

La evacuación del personal no reviste características especiales respecto al resto de los trabajadores del centro hospitalario. Por el contrario, la evacuación de los pacientes puede requerir medidas especiales desde el punto de vista de la protección radiológica, para el caso de que éstos tengan implantadas fuentes radiactivas encapsuladas o se les haya administrado material radiactivo no encapsulado con fines terapéuticos. En estos casos, habrá que tener en cuenta los riesgos radiológicos a terceros.

En el supuesto de sustracción o pérdida de material radiactivo, dependiendo de la extensión del suceso, podría ser necesario realizar intervenciones de emergencia en el exterior de las instalaciones con la participación de medios externos al centro (Policía, Protección Civil, etcétera).

En los supuestos que afecten al exterior de las instalaciones, son de aplicación algunas de las medidas previstas en el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN) para las situaciones de emergencia en centrales nucleares, adaptándolas a las características especiales de los radionucleidos involucrados y al alcance real del accidente, que como norma general, desde el punto de vista radiológico, será de una escala muy inferior.

En todos los casos de emergencia, incluso de las situaciones de incidente, se deberá comunicar lo sucedido al Consejo de Seguridad Nuclear.

### 3.3. Estimación de riesgo radiológico

Las emergencias previsibles en el medio hospitalario, con repercusión radiológica, descritas en el apartado 3.2., pueden ser internas (afectan sólo a la instalación) o externas (pueden afectar a personas ajenas a la instalación). Las emergencias

internas y la estimación de riesgo radiológico asociado siempre están contenidas en el Plan de Emergencias que debe incluirse en la documentación preceptiva para obtener la autorización de puesta en marcha de cada instalación. En las emergencias debidas a causas catastróficas o siniestros (apartado 3.2.2.), la estimación de riesgo radiológico es más complicada a causa de las múltiples variables que hay que valorar. No obstante, es posible realizar una estimación aproximada del riesgo radiológico en determinadas fases, si se conoce y analiza con profundidad el Plan General de Emergencias implantado en la institución.

Las emergencias que se plantean como consecuencia de incendio, explosión o amenaza de bomba tienen en común que en todas ellas se realizan una serie de actuaciones planificadas, como intervención de equipos de actuación y posible evacuación de pacientes, que permiten tener realizada una estimación de riesgo radiológico en determinadas fases, e incluirla en el Plan General de Emergencias.

Si la emergencia es debida a robo o extravío de una fuente radiactiva, la estimación de riesgo radiológico deberá hacerse posteriormente a la resolución del suceso ya que no se trata de un hecho planificable de antemano y se desconocen los datos necesarios para poder realizar los cálculos asociados a dicha estimación.

#### 3.3.1. Emergencias: Incendio, explosión, amenaza de bomba

El riesgo radiológico potencial asociado se extiende a las fases de actuación y de evacuación de pacientes en tratamiento con fuentes radiactivas implantadas o administradas.

#### Fase de actuación

Estarán sometidas a un riesgo radiológico potencial las personas que intervienen en esta fase, pertenecientes a los servicios del propio hospital y a servicios externos, dependiendo de la magnitud del siniestro. La optimización del riesgo

radiológico de este colectivo comprende las siguientes actuaciones: previas a la declaración del siniestro, durante el siniestro y posteriores a la resolución del siniestro.

#### Actuaciones previas a la declaración del siniestro

Los servicios propios o municipales que pueden tener a su cargo la zona donde está ubicada la institución deben disponer de planos que especifiquen con exactitud la situación en la institución de las instalaciones radiactivas existentes y de una relación, siempre actualizada, que incluya los radionucleidos utilizados, la actividad máxima autorizada de cada uno de ellos y los riesgos radiológicos asociados (irradiación, contaminación). Esta información debe ser suministrada por el responsable de la institución, incluida en el Plan General de Emergencias. Es fundamental que los responsables de dichos servicios constaten durante su visita a la institución la apariencia física externa de los contenedores o alojamientos de las fuentes radiactivas. Asimismo, es conveniente aclararles que los generadores de radiaciones ionizantes no requieren medidas especiales de protección radiológica en caso de siniestro.

Los contenedores de las fuentes radiactivas deben estar fabricados con materiales de alto punto de fusión y dotados de cierres herméticos y seguros para evitar la dispersión de la fuente en caso de siniestro.

Deben elaborarse mapas de isodosas alrededor de los contenedores e incluirse dentro del plan de emergencias, debidamente actualizados, para que los servicios que intervienen en la solución del siniestro conozcan de antemano el riesgo radiológico potencial asociado a su permanencia en cada lugar. Estos datos permiten, además, estimar la dosis que puede recibir el personal implicado en la operación, en función del tiempo que dure su actuación en cada zona, en base a simulacros de siniestro.

*Actuaciones durante el siniestro*

El personal que participe en los planes de actuación debe disponer como mínimo de los equipos y medios de protección siguientes: monitores de radiación provistos de alarma acústica, aparatos de medida de tasa de dosis con barra telescópica, aparatos de medida de contaminación y dosímetros personales.

El responsable de la institución debe garantizar que estos medios están disponibles y debidamente calibrados. Asimismo, el personal de la institución con responsabilidad radiológica debe prestar su asesoramiento en todo momento y con presencia física a los servicios que actúan en cada caso.

*Actuaciones posteriores a la resolución del siniestro*

Resuelto el siniestro, se procederá a la medida de los dosímetros personales, evaluando las dosis recibidas por las personas que han intervenido en su resolución. Posteriormente se emitirán los informes dosimétricos correspondientes, iniciando o no un control clínico de la persona en función de los resultados obtenidos.

*3.3.2. Evacuación de pacientes con fuentes radiactivas implantadas o administradas*

Para realizar la estimación de riesgo radiológico asociada a la evacuación de pacientes es preciso tener perfectamente determinadas las actuaciones a realizar, así como las características físicas y actividad de las fuentes radiactivas implantadas o administradas.

El personal que realiza la evacuación debe llevar dosímetros personales, si es posible de lectura directa. Asimismo, debe estar informado del riesgo radiológico asociado al traslado. La cuantificación de este riesgo puede estar realizada previamente en función de la actividad implantada, la distancia del implante a la persona que realiza el traslado y la duración del recorrido. Los valores medios de estas varia-

Medidas de protección	Nivel de intervención genérico (Dosis evitada con la medida de protección)
Confinamiento	10 mSv
Evacuación	50 mSv
Profilaxis con yodo estable	100 mGy por radioyodos
Realojamiento temporal	Iniciar si se alcanzan 30 mSv en un mes; suspender si se baja de 10 mSv en un mes.
Restricción consumo alimentos	Ej.: 1 KBq/Kg para Cs-137 y 0,1 KBq para I-131, Sr-90 en agua potable

► **Tabla 3.** Propuesta de niveles de intervención genéricos.

bles se pueden obtener en los simulacros realizados.

El traslado de pacientes debe realizarse procurando que la distancia del personal que realiza la evacuación a las fuentes radiactivas implantadas o administradas sea la mayor posible. De los procedimientos de traslado usuales, los más convenientes son los especificados en la figura 2.

Las personas que intervienen en la atención a los pacientes, durante el tiempo comprendido entre la evacuación y su destino definitivo deben ser informadas por el personal con responsabilidad radiológica sobre las condiciones particulares de atención a los pacientes.

**3.4. Normas específicas de actuación**

Ante una situación de emergencia que tenga implicaciones radiológicas, se pueden definir una serie de normas, de carácter general, pero específicas para estas instalaciones, encaminadas a atenuar las consecuencias. Estas son:

*Control de accesos*

Consiste en limitar el acceso a la zona afectada a aquellas personas que intervendrán en la situación de emergencia, para limitar el número de personas que pudieran verse afectadas, así como el riesgo de contaminación de lugares no afectados en principio por el accidente.

Debe aplicarse cuando se conoce que se ha perdido o se va a perder el control sobre las fuentes de radia-

ción, o los efectos que éstas produzcan no son controlables.

*Evacuación*

Es una medida de gran importancia, que sólo debe aplicarse en condiciones de necesidad ineludible. En caso de emergencia interna de la instalación, y desde el punto de vista radiológico, la evacuación estará justificada cuando las dosis producidas por el accidente superen un valor establecido, lo que subraya la necesidad de una evaluación de riesgos radiológicos lo más completa posible.

La evacuación a zonas no afectadas sólo revestirá características especiales en el caso de pacientes portadores de fuentes o sustancias radiactivas, en cuyo caso deberá arbitrase un lugar adecuado, de forma que se eviten la irradiaciones innecesarias o a terceras personas.

*Utilización de equipos de protección personal y blindajes móviles*

Su objeto es reducir la tasa de radiación, incorporación o contaminación del personal que tenga que acceder a zonas con riesgo radiológico para controlar la situación de emergencia. Con ello se tratará de garantizar que las dosis recibidas sean tan bajas como razonablemente sea posible.

El Plan de Emergencia interno preverá acuerdos con Centros de Atención a Irradiados y Contaminados para la atención a este personal.

En caso de que la situación de riesgo pudiera afectar al exterior,

serían de aplicación alguna de las contramedidas previstas en el PLAN BEN, adaptadas a las características de los radionucleidos y alcance real del accidente. Como criterio general, las contramedidas se aplican siempre que la dosis que pueda recibir un individuo pueda dar lugar a la aparición de efectos deterministas, o que la dosis evitada al aplicarlas supere ciertos niveles de intervención derivados de un proceso de justificación y optimización.

En la tabla 3 se presenta una propuesta de niveles de intervención genéricos para situaciones de emergencia.

#### *Organigrama de responsabilidad radiológica*

La autoridad y responsabilidad más inmediata recae en el supervisor de mayor categoría administrativa que se encuentre de servicio en el momento de la emergencia. En ausencia de supervisor corresponde tal función al operador con mayor categoría.

Están disponibles las direcciones y teléfonos de las personas que deben ser avisadas en caso de emergencia: el supervisor responsable (jefe del Servicio afectado), el jefe del Servicio de Protección Radiológica y el Cuerpo de Seguridad del Hospital.

Se debe prever la coordinación con aquellos servicios con permanencia las 24 horas, así como su formación necesaria, para su actuación en estas instalaciones en los primeros momentos del siniestro.

#### *Actuaciones específicas de cada estamento*

El personal del Servicio de Protección Radiológica debe: seleccionar el plan de actuación concreto; hacer la vigilancia radiológica de las zonas y acotar las áreas de elevada radiación o contaminación; identificar los individuos con posible sobreexposición y evaluar sus dosis; aplicar las medidas de emergencia e informar a la dirección sobre el desarrollo de la situación; registrar todos los datos del accidente; realizar la comunicación si procede al



► **Figura 2.** Procedimiento de traslado de pacientes.

Servicio Médico especializado y avisar a las autoridades competentes si procede (por ejemplo, en caso de pérdida o robo de una fuente).

Los organismos o instituciones que pueden intervenir en una emergencia de este tipo, y con los que se debe establecer coordinación son: el servicio de bomberos, Protección Civil (combatir el siniestro y controlar la contaminación); el Consejo de Seguridad Nuclear (asesoramiento técnico vinculante en el control y prevención de riesgos radiológicos); las Policía Municipal, Policía

Nacional y Guardia Civil (orden público y control de accesos); Cruz Roja y hospitales (evacuación y tratamiento) y entidades autorizadas para descontaminaciones.

## **4. Normativa aplicable**

### **4.1. General**

– Manual de Autoprotección. Guía para el desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación en locales y edificios, de la Dirección General de Protección Civil (Orden de 29 de noviembre de 1984).

– Normas Básicas de Edificación. Condiciones de Protección contra Incendios (NBE-CPI-96).

– Ordenanza Municipal de Protección de Incendios (OPI).

– Reglamento para el mantenimiento de Instalaciones de Protección contra incendios.

#### 4.2. Normativa específica en la Comunidad de Madrid

Los centros y establecimientos sanitarios ubicados en la Comunidad de Madrid están sometidos a un régimen de autorizaciones y control, por parte de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Un reciente decreto (referencia 1) establece en cinco años el plazo para que todos los centros sanitarios obtengan la preceptiva autorización; entre los requisitos que deben cum-

plir para ello (referencia 2) destacan en este aspecto:

– Memoria del proyecto técnico, incluyendo la justificación de que se cumple con toda la normativa vigente en materia de urbanismo, construcción, instalaciones y seguridad.

– Obligatoriedad de poseer una Unidad de Conservación y Seguridad de Planta Física (excepto en los consultorios médicos), cuyo responsable actuará de coordinador. Dicha unidad dispondrá de planos actualizados del centro y fichas de características de todos los aparatos.

– Existirá por escrito un plan de evacuación del centro, con un responsable exclusivo, que permita evacuar el mismo en un tiempo máximo de 30 minutos. Dicho plan deberá ser conocido por todo el per-

sonal y tener marcadas, en forma de gráficos, las vías de evacuación desde cada local.

– Al menos anualmente se efectuará un simulacro de catástrofe, con un plan de evacuación aprobado por el órgano e la administración sanitaria competente.

Como ejemplo de otras normas que afectan a la seguridad general, la Ordenanza Municipal contra Incendios (referencia 3) establece requisitos sobre la seguridad en las construcciones para uso sanitario, en cuanto a elementos constructivos, sectores de incendio, estabilidad ante el fuego, ocupaciones, vías de evacuación, medios de extinción, instalaciones de alarma y detección, iluminación de emergencia, dimensiones mínimas, zonas de riesgo, etcétera. 

#### Referencias

(1) Decreto 110/1997 de 11 de septiembre, sobre autorización de los Centros, Servicios y Establecimientos Sanitarios de la Comunidad de Madrid. (BOCM, 24-IX-1997). (2) Orden de 11 de febrero de 1986 sobre centros, servicios y establecimientos sanitarios. (BOCM, 22-III-86). (3) Orde-

nanza de Prevención de Incendios. Ayuntamiento de Madrid. 1993. (4) II Jornadas sobre actuación en emergencias. Accidentes radiológicos en el medio hospitalario. Diciembre 1994. CIEMAT, SEPR, CSN. (5) Manuales de Protección Radiológica, Estudios de Seguridad y Planes de Emer-

gencia. Hospital Gral. Univ. Gregorio Marañón. (6) Planes de Actuación en caso de incendio o siniestro en general, en instalaciones radioactivas y en el transporte de materiales radiactivos. Servei de Coordinació de Activitats Radiactives. Generalitat de Catalunya.

# Robótica de interfase en emergencias nucleares

La zona comprendida entre el edificio del reactor y la valla exterior del recinto de una central nuclear podría verse afectada en caso de accidente grave con repercusión en el exterior. El artículo describe

una serie de máquinas robotizadas que podrían utilizarse para reconocimiento de edificios, mejora de transmisiones, obras civiles y realización de una cartografía radiológica en esta zona.

## 1. Introducción

Los Planes de Emergencia de las centrales nucleares están basados en una serie de criterios que han de ser tenidos en cuenta en una planificación adecuada de las emergencias nucleares. Dichos criterios se orientan hacia la protección de la población del área afectada en caso de accidente, y el nivel de actuación de los Planes dependerá de los daños previstos.

El alcance de los Planes de Emergencia (exteriores e interior) está constituido por el conjunto de actuaciones que, en caso de emergencia, se llevarían a cabo en las distintas zonas de planificación. Estas zonas son las áreas geográficas determinadas por sus distancias a la instalación y por los efectos esperados como consecuencia del posible accidente, estando afectadas por diversas medidas de protección establecidas en los Planes.

En primer lugar, existe una zona bajo control del explotador que corresponde al interior de las instalaciones que componen la central y

para la cual las medidas y actuaciones están especificadas en un Plan de Emergencia Interior que es puesto en marcha, si se precisa, por personal de la propia central en comunicación con el Consejo de Seguridad Nuclear a través de la Sala de Emergencias (SALEM).

La zona exterior de la central está considerada en un Plan Básico de Emergencia Nuclear (Plaben) y en un Plan de Emergencia Exterior, cuya aplicación debe poner en coordinación a la propia instalación, al Gobierno Civil y grupos de apoyo (autoridades locales, policía, ejército, centros sanitarios, técnicos en protección radiológica), al CSN y a otras Organizaciones como Ciemat, Enresa y el INM.

Entre estas dos zonas existe otra intermedia, el entorno de la central, comprendida entre el edificio del reactor y la valla, donde aparentemente parece no aplicar el Plan de Emergencia. Esta zona, en caso de accidente grave con repercusión en el exterior, resultaría muy afectada dada su proximidad a las instalaciones y debiera considerarse de una manera especial al ser una zona exterior con mayor riesgo. El tipo de actuaciones a realizar en ese supuesto caso serían, entre otras, la deter-

minación de zonas contaminadas, la toma de muestras, la manipulación de objetos contaminados, la detección de fuentes radiactivas y descombramientos y otras obras civiles. Por tanto, para esta tarea sería conveniente el empleo de máquinas robotizadas dotadas de equipos y sistemas capaces de realizar el tipo de tareas indicadas.

En este sentido, la industria nuclear a nivel internacional se ha dotado de medios robotizados y logística adecuada para intervenciones de este tipo; en primer lugar, la empresa francesa INTRA (INTervention Robotique sur Accidents), con la que España ha tenido muchas relaciones, ha desarrollado un conjunto de robots muy adecuados, cuyas aplicaciones se describen a continuación. También se expone brevemente como es el procedimiento que esta empresa tiene establecido para intervenir en un emplazamiento en situación de emergencia. INTRA se compromete a poner en marcha su parque robótico para realizar este tipo de intervenciones, en Francia, en un plazo de tiempo previamente especificado.

## 2. Medios robóticos de INTRA

El Grupo INTRA está participado

\* Químico industrial, trabaja en el Ciemat, en el Departamento de Fisión Nuclear, desde 1991, siendo en la actualidad Supervisor de Instalaciones Radiactivas.

por las sociedades EDF (Electricité De France), CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) y COGEMA (COMPAGNIE GÉNÉRAL DE MATIÈRES NUCLÉAIRES). Sus instalaciones están centralizadas en el emplazamiento nuclear de CHINON (Departamento Indre-et-Loire de la región Centro).

Los medios materiales (robots y medios auxiliares) que INTRA posee o dispone, clasificados en función del tipo de trabajos que desarrollan son los siguientes:

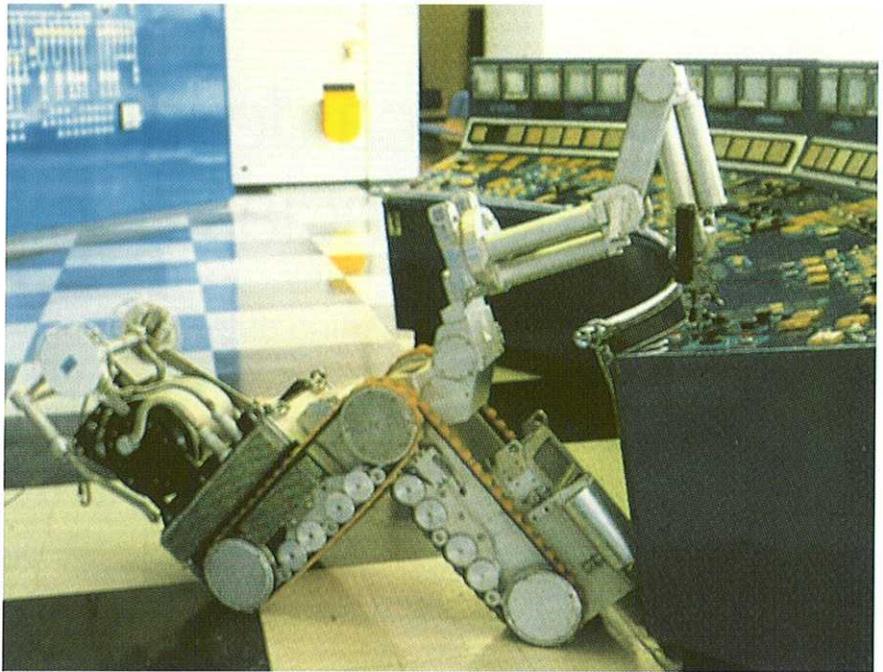
– *Robots de reconocimiento de interior de edificios.* Para el reconocimiento de interior de edificios INTRA posee tres modelos de pequeños robots teledirigidos por cable. El modelo CENTAURE 2B (Engin de Reconnaissance Intérieur 1er Génération) destaca por ser el más avanzado (se describe en el apartado 2.1)

– *Robots de reconocimiento de exterior de edificios.* Para el reconocimiento de exterior de edificios posee dos tipos de robots teledirigidos desde puestos de pilotaje y de transmisiones. El más avanzado es el modelo ERASE (Engin de Reconnaissance Assistance Surveillance Extérieur) (se describe en el apartado 2.2).

– *Vehículos de exterior de mejora de transmisiones.* Se trata de vehículos (robotizados en algún caso) dotados de sistemas que permiten mejorar, y recuperar cuando sea el caso, la comunicación entre el centro de transmisiones y los robots de reconocimiento de exterior. Estos son los sistemas EREL (Engin Relais de Transmission Télépéré) y ERELH (Engin Relais de Transmission Habité) (se describen en los apartados 2.3 y 2.4).

– *Helicóptero para cartografía radiológica.* Está dotado de un equipo de espectrometría gamma que permite, sobrevolando a una distancia determinada del suelo y con una velocidad adecuada, la adquisición simultánea de un espectro gamma y la posición del helicóptero en el espacio. El tratamiento adecuado de estos datos permite obtener una cartografía radiológica del suelo de la

► **Figura 1.** Centaure 2B.



► **Tabla 1.** Características del Robot Centaure 2B.

Dimensiones:	
largo: 0,98 m/1,57 m	alto: 1,15 m
ancho: 0,50 m	masa: 313 Kg
Características Técnicas:	
Investigación y Desarrollo:	CEA
Movilidad:	adelante / atrás y rotación
Energía:	Baterías con autonomía de tres horas
Velocidad máxima:	0,25 m/s
Brazo manipulador:	Tipo ROMAIN 50, 6 grados de libertad y pinza de presión Distancia manipulación, horiz: 1,25 m; vertical: 2,22m
Condiciones de utilización:	Capacidad de paso: Pendiente: < 42,5° Obstáculo: 0,60 m. Tª de utilización: -18°C < T < +36°C Dosis máxima integrada: 10 Gy

zona afectada. La obtención de una cartografía radiológica es previa a la intervención.

– *Máquinas de obra civil.* Estas máquinas, que también pueden ser teledirigidas desde un puesto de pilotaje blindado próximo a ellas, son capaces de realizar tareas como decapar suelos contaminados, excavar fosas o zanjas y transportar tierra y escombros contaminados.

– *Medios logísticos asociados.* Como principales medios auxiliares destacan los siguientes:

- Vehículos para teledirigir los robots (puestos de pilotaje) y vehículo de transmisión de comunicaciones (puesto central de transmisiones donde se lleva a cabo la gestión general de transmisiones y la supervisión de las operaciones)

- Vehículos taller para asistencia y mantenimiento de las máquinas.

- Vehículos equipados con medios de protección radiológica: vehículos vestuario, de descontaminación de personas y materiales, etcétera.

- Vehículos de transporte por carretera de las máquinas teleoperadas (cabezas tractoras y remolques).
- Equipos de protección radiológica: dosímetros personales, medidores de radiación a y b-g, equipo de teledosimetría, medidores de contaminación ambiental, etcétera.

### 2.1. Robot de interior

#### CENTAURE 2B

Este robot está constituido por dos cuerpos articulados en torno a un eje y dotado de un brazo con seis grados de libertad y pinza de presión (figura 1). Dispone de aparatos (cámaras, luces) y equipos de transmisión que permiten que sea teledirigido por cable desde un puesto de pilotaje. Está dotado de medidores de radiación y sonda de medida de temperatura ambiente. Es alimentado por electricidad, disponiendo de baterías que le permiten autonomía. Se utiliza en el interior de edificios, y en ocasiones puede servir de apoyo en operaciones con robots de exterior. Las tareas que pueden llevarse a cabo con este robot son:

- Medidas de radiación ambiental.
- Identificación de fuentes radiactivas puntuales.
- Operaciones de reconocimiento visual.
- Medidas de temperatura ambiente.
- Maniobras sobre válvulas, puertas de acceso, etcétera.
- Recuperación de pequeños objetos y toma de muestras.

En la tabla I se resumen las características de este robot.

### 2.2. Robot de exterior ERASE

El robot ERASE está construido sobre una base que tiene un sistema de movimiento mediante cadena sin fin que le permite llegar a lugares de difícil acceso (figura 2). Dispone de equipos y sistemas que permiten su conducción teledirigida: dos torretas con cámara, luces, aparatos de posicionamiento y sistemas de transmisión. Está dotado de detectores de radiación y de un brazo telemanipulador,

► **Figura 2.** Erase.



► **Tabla 2.** Características del Robot Erase.

Dimensiones:	
largo: 4,80 m	alto: 3,62 m
ancho: 2,75 m	masa: 6.180 Kg.
Características Técnicas:	
Electrónica:	THOMSON
Base:	Kassbohrer
Motor:	Deutz 152 Cv diesel refrigerado por aire
Autonomía:	10 horas
Velocidad máxima:	4,2 m/s
Visión:	5 cámaras (2 sobre torretas que giran)
Brazo manipulador:	Con Comando hidráulico, 6 grados de libertad y pinza de presión Distancia manipulación: 2,85 m Carga útil a plena extensión: 290 Kg
Condiciones de utilización:	Todo terreno tanto de día como de noche Pendiente de paso: < 30° Humedad máxima: 80% a 30°C Tª de utilización: -20°C < T < +45°C Tasa de dosis máxima: 1 Gy/h Dosis máxima integrada: 10 <sup>3</sup> Gy

lado, con cinco grados de libertad y pinza de presión, que puede trabajar a una distancia máxima de 2,85 metros, con una carga útil a plena extensión de 290 Kg. Este robot puede ser teledirigido desde distancias de varios kilómetros (5 Km e incluso más) desde un puesto de pilotaje, con el apoyo de un puesto central de

transmisiones. El puesto de pilotaje permite la conducción simultánea de dos robots, al tiempo que la supervisión, puesto que se reciben datos en tiempo real. Tanto este puesto como el de transmisiones se ubicarían en zona no afectada, teniendo sin embargo protección adecuada frente a agentes externos (nucleares,

bacteriológicos y químicos) y disponiendo de equipos de vigilancia radiológica exterior e interior.

Las tareas que puede llevar a cabo son:

- Cartografía radiológica gamma del suelo.
- Localización e identificación de fuentes radiactivas puntuales.
- Operaciones de reconocimiento visual.
- Recogida de residuos y toma de muestras.
- Señalización de zonas.
- Supervisión de trabajos y asistencia a otras máquinas en operación.

En la tabla II se resumen las características de este robot.

### 2.3. Robot de exterior ERELT

Al igual que el robot ERASE, el ERELT está construido sobre una base que tiene un sistema de movimiento mediante cadena sin fin que le permite llegar a lugares de difícil acceso, y dispone de equipos y sistemas que permiten su conducción teledirigida (figura 3). Este robot es puesto en servicio cuando se dan perturbaciones, debido a las condiciones medioambientales, que dan lugar a dificultades de transmisión entre los robots de exterior y los puestos de mando. ERELT se teledirige desde el mismo puesto de pilotaje que el empleado para ERASE, con el apoyo del centro de transmisiones. Su misión es, una vez situado en lugar idóneo, mejorar la cobertura de comunicaciones y asegurar las conexiones de las otras máquinas de exterior con el puesto de pilotaje, disponiendo para ello de una antena controlada desde el puesto central de transmisiones.

En la tabla III se resumen las características de este robot.

### 2.4. Vehículo de exterior ERELH

Es un vehículo autónomo de doble tracción, se sitúa en zona no afectada y está dotado de los equipos necesarios para asegurar cobertura en las comunicaciones, sirviendo de complemento al robot ERELT.

► **Tabla 3. Características del Robot Erelt.**

Dimensiones:	
largo: 4,60 m	alto: 4,50 m
ancho: 2,75 m	masa: 6.510 Kg.
Características Técnicas:	
Electrónica:	THOMSON
Base:	Kassbohrer
Motor:	Deutz 152 Cv diesel refrigerado por aire
Velocidad máxima:	4,2 m/s
Autonomía espacial:	5 Km de fibra óptica
Autonomía de transmisión:	80 horas
Visión:	4 cámaras (2 sobre torretas que giran)
Condiciones de utilización:	Todo terreno tanto de día como de noche Pendiente de paso: < 26° Humedad máxima: 80% a 30°C Tª de utilización: -20°C < T < +45°C Tasa de dosis máxima: 1 Gy/h Dosis máxima integrada: 10 <sup>3</sup> Gy

Tiene sistemas de protección frente a agentes externos y equipos de vigilancia radiológica exterior e interior (figura 4).

## 3. Organización de INTRA

Los medios humanos de INTRA están formados por personal permanente (parte del cual realiza turnos y se encarga de organizar la intervención), operadores de las máquinas (son pilotos de INTRA y de los emplazamientos nucleares que tienen contratado su servicio) y personal exterior de contrata (sometidos a turnos, aseguran el transporte, mantenimiento de las máquinas y cobertura en protección radiológica).

El personal indicado se organiza en turnos, permitiendo una respuesta rápida a una solicitud de servicio, siendo el personal mínimo que se pone en marcha para una intervención el integrado por un responsable de intervención, dos coordinadores de trabajos, tres pilotos de INTRA, cinco pilotos del emplazamiento,



► **Figura 3. Erelt.**

siete conductores de transporte pesado (personal exterior), dos técnicos de mantenimiento (personal exterior), ocho técnicos de protección radiológica (personal exterior), cinco operadores (pilotos y técnicos de mantenimiento del helicóptero).

La existencia de turnos garantiza permanentemente la prestación de los servicios siguientes en los plazos de tiempo que se indican:

– En menos de 24 horas un primer equipo de intervención se desplaza con los medios robotizados para ejecutar tareas tales como:

- cartografía radiológica de la zona afectada (contaminación  $\gamma$ )
- inspecciones visuales
- medidas radiológicas
- medidas de temperatura ambiente
- detección de fuentes radiactivas
- tomas de muestras
- maniobras de accionamiento (sobre compuertas, interruptores, etcétera).

– En menos de ocho días, movilización de máquinas y personal para operaciones de obra civil.

INTRA dispone de un Centro de Intervención que en situación normal es el lugar donde se hallan las máquinas robotizadas y los medios logísticos del grupo. Es el centro donde se entrena a los operadores de los robots, donde se hace el mantenimiento de las máquinas y en el que existe un sistema de comunicación y alerta atendido permanentemente. En situación de emergencia es lugar de preparación de los medios necesarios para intervenir, constituyéndose como punto principal de agrupamiento del personal de intervención.

En cada emplazamiento se define una base de tránsito, que es el lugar próximo a la central donde INTRA establecerá contacto con un interlocutor del emplazamiento para, una vez recibida información y consignas por parte de éste, establecer un plan de actuación sobre la zona.

Esta organización realiza simulacros de diversos alcances de forma periódica, desde un simulacro de comunicaciones hasta los que implican la preparación de todos los medios y su desplazamiento hasta un emplazamiento.

#### 4. Procedimiento operativo de intervención de INTRA

El procedimiento habitual que INTRA tiene establecido para realizar



► Figura 4. Erelh.

una intervención se desarrolla según las etapas siguientes:

- Demanda de intervención
- Movilización de INTRA
- Intervención
- Fin de la intervención y repliegue de medios

A continuación se describen brevemente cada una de estas etapas.

##### 4.1. Demanda de intervención

La demanda de INTRA por un emplazamiento nuclear se realiza primeramente a través de llamada telefónica al Centro de Intervención. El responsable de intervención es encargado de realizar una llamada de verificación al emplazamiento, solicitando confirmación por fax con el objeto de eliminar dudas, al

tiempo que profundizar en el conocimiento del incidente (naturaleza y gravedad, urgencia de la intervención, hora de inicio y desarrollo de las primeras fases, etcétera), lo que le permite precisar los medios a preparar, en particular los más urgentes. El momento de la llamada de verificación es el tiempo cero, a partir del cual se inicia la movilización del personal y la preparación de los medios.

##### 4.2. Demanda de intervención

El responsable de intervención es el encargado de movilizar al personal que habrá de intervenir. Este grupo de personas se encargará de la preparación de los medios que sean precisos para la intervención y por

parte del responsable de intervención se realiza una verificación rápida de la capacidad operativa de los robots y de la composición prevista de la carga, antes de proceder a su transporte hasta el emplazamiento, constituyéndose así el primer equipo de intervención. El tiempo establecido para que este primer equipo esté operativo es de menos de 24 horas, contadas a partir de la llamada de verificación.

Paralelamente a esta movilización, el responsable de intervención pone en alerta a los pilotos de maquinaria de obra civil y el personal de mantenimiento asociado a este tipo de máquinas por si fuera necesaria su actuación, así como a un segundo grupo de intervención cuya llegada al emplazamiento y operatividad está garantizada antes de las 48 horas.

#### 4.3. Intervención

Cuando el primer equipo de intervención llega a la base de tránsito del emplazamiento, el responsable de intervención establece contacto con el interlocutor de la instalación. Le son proporcionados planos actualizados del emplazamiento y, por parte del Interlocutor, recibe las primeras consignas como puedan ser: situación en el plano del epicentro del accidente, evolución del accidente, trabajos prioritarios, dificultades previsibles, etc..

El transporte desde la base de tránsito hasta el emplazamiento se realiza teniendo en cuenta factores como situación en la zona próxima al emplazamiento (movimientos de población, bloque de carreteras, etc.) y condiciones meteorológicas (en caso de escape de productos peligrosos a la atmósfera).

A la llegada al emplazamiento, una vez definidos entre el interlocutor de la central y el responsable de intervención las tareas a realizar y los medios necesarios, se comienza la intervención con ayuda de alguna persona de la central que indique los lugares idóneos de desplazamiento de las máquinas al equipo de

pilotaje para asegurar mejor el éxito de la intervención. Cuando llegue el segundo equipo de intervención se establecerán turnos de trabajo.

Las funciones a desempeñar por los distintos componentes del equipo de Intervención son las siguientes:

– *Responsable de intervención.* Durante la intervención se mantiene en contacto con la Dirección de INTRA. Asimismo mantiene contacto con el interlocutor del emplazamiento o su representante y con el equipo de intervención, en particular con el coordinador de trabajos. Organiza en tiempo real el funcionamiento del equipo y reparte las tareas entre el personal.

– *Coordinador de trabajos.* Supervisa el trabajo de pilotos y copilotos de los robots de interior y exterior. Mantiene comunicación con el responsable de intervención y le informa regularmente sobre el avance de los trabajos y las incidencias que surjan, así como de los datos que paulatinamente se obtengan.

– *Responsable de mantenimiento.* El responsable de mantenimiento es el encargado de supervisar la reparación de máquinas y materiales, bien con los medios disponibles por INTRA o bien solicitando los servicios del constructor del equipo. Si el equipo a reparar está contaminado es responsable de controlar su descontaminación previa con los medios de INTRA o del emplazamiento.

– *Pilotos y copilotos de los robots.* Los pilotos tienen como función pilotar las máquinas, de acuerdo con una misión predefinida, de manera autónoma, siguiendo las consignas del coordinador de trabajos. Los copilotos, formando equipo con los pilotos se encargarán de asistir a éstos, además de obtener los datos transmitidos por los equipos.

– *Responsable de protección radiológica.* Controla, junto con el responsable de Intervención, la evolución de los valores dosimétricos individuales de los miembros del

equipo con el fin de prever posibles relevos. Durante la evolución de los trabajos se encarga de que los operarios sean conocedores de su propia dosis.

#### 4.4. Fin de la intervención y repliegue de medios

El interlocutor del emplazamiento es el encargado de dar por finalizada la intervención y solicitar la retirada del equipo al lugar de repliegue establecido.

El responsable de intervención transmite los datos obtenidos al interlocutor bien en directo o través de fax. Las películas tomadas por los robots en el transcurso de su misión se registran y se envían a los responsables del emplazamiento.

En espera de noticias del interlocutor, se mantiene un equipo mínimo en el lugar de repliegue, permitiendo si es preciso realizar una nueva toma de datos a demanda del interlocutor. Durante esta espera se realiza, si así se requiere, la reparación de las posibles averías y el mantenimiento de las máquinas.

Antes de efectuar el repliegue definitivo, se habrán seguido todos los procedimientos relacionados con la dosimetría del personal y con la descontaminación de equipos y de personas si procede y se dispondrá de las autorizaciones de salida del emplazamiento.

#### 5. Acuerdo con INTRA para emergencias

El modelo de organización que el sector nucleoelectrico francés y la empresa INTRA tienen constituido para intervención ante posibles situaciones de emergencia podría servir de ejemplo en caso de colaboración entre los organismos españoles por una parte, y la empresa de robótica INTRA por otra.

Un posible acuerdo entre las partes sería utilizable por España por cuanto podría disponer de unos medios robóticos muy avanzados que permiten la realización de tareas como las anteriormente mencionadas, con el fin último de

mejorar la seguridad en intervención debido a emergencias.

Los emplazamientos nucleares españoles que, de acuerdo con el Consejo de Seguridad Nuclear, participarían en un acuerdo conjunto son las centrales nucleares en operación, no descartándose la participación de cualquier otro centro cuyas actividades estén relacionadas directamente con el entorno nuclear y donde se puedan suponer escena-

rios que requirieran una intervención con este tipo de máquinas robotizadas.

Una vez definido el acuerdo, los primeros pasos a dar serían documentar a INTRA sobre los emplazamientos nucleares españoles, aportando los planos de la instalación, los mapas de la zona próxima (con detalle de las vías de comunicación) y un estudio topográfico de la zona indicando, al menos, tipo de empla-

zamiento, altitud, existencia o no de obstáculos importantes, características del terreno (existencia de bosques, plantaciones, ríos, montañas, etcétera), fuente de refrigeración y poblaciones cercanas. Por otra parte, cada emplazamiento designará a una persona con un buen conocimiento de las instalaciones para ser el interlocutor con INTRA, tanto en situación normal como en caso de emergencia. 

# Noticias

● Consejo de Seguridad Nuclear .....	42	● Información general .....	48
● Principales acuerdos del Pleno .....	44	● Publicaciones .....	48
● Centrales nucleares .....	46		

## ● CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

### Alcaldes de España y Suecia visitan el CSN

El pasado 30 de marzo visitó el CSN una delegación de alcaldes de la Asociación de Municipios próximos a Centrales Nucleares (AMAC) compuesta por un alcalde representante de cada área donde se encuentran las centrales y el gerente de la asociación. En el transcurso del día mantuvieron una reunión de trabajo con el presidente, el



Delegación de alcaldes de la AMAC y miembros del Consejo durante la reunión de trabajo.

secretario general y el director técnico del Consejo, en la que se trataron temas de mutuo interés, como los Comités de Información y la colaboración en los planes de Emergencia Nuclear. Por último, visitaron la Sala de Emergencias (SALEM). Del mismo modo, el pasado 28 de abril, una delegación sueca, compuesta por responsables de municipios próximos a centrales nucleares y representantes institucionales, visitó el CSN y la Sala de Emergencias.

### Resoluciones de la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados

La Comisión de Industria, Comercio y Turismo del Congreso de los Diputados aprobó, el pasado 1 de abril, las Resoluciones con las que finalizó el estudio de los informes semestrales del CSN referidos al año 1996. El CSN ha remitido diversos informes solicitados por la Comisión y ha puesto en marcha los mecanismos de colaboración

institucional con los Ministerios de Sanidad, Interior y Medio Ambiente, así como con las comunidades autónomas con competencias transferidas en instalaciones radioactivas de 2ª y 3ª categoría para dar cumplimiento a las Resoluciones que les afecten. Asimismo, el pasado 20 de mayo el CSN envió al Parlamento el informe semestral correspondiente al segundo semestre de 1997.

### Seminario Internacional sobre exposiciones médicas

El pasado 27 de abril, el presidente del CSN, Juan Manuel Kindelán, participó junto al ministro de Sanidad, José Manuel Romay Beccaría, en el acto inaugural del seminario internacional sobre aplicación de la Directiva de Exposiciones Médicas 97/43 EURATOM. Durante su exposición, el presidente del Consejo analizó el uso de las radiaciones ionizantes tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de las enfermedades, e hizo especial hincapié en las condiciones de seguridad con que deben manejarse, lo que constituye un objetivo prioritario para las autoridades sanitarias y para los organismos reguladores de todos los países. Por último, aseguró que la trasposición de esta normativa supondrá la incorporación a la práctica médica diaria de los tres principios recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica: justificación, optimización y limitación de la dosis individual.

### Reunión bilateral franco-española de organismos reguladores

A finales del pasado mes de abril, se celebró en Tarragona la reunión anual del comité director franco-español de organismos reguladores (CSN y DSIN), como se recoge en el acuerdo bilateral que mantienen dichas instituciones. La delegación española estuvo compuesta por el presidente, el secretario general, el director técnico, el subdirector general del ciclo y residuos y el jefe de relaciones internacionales del CSN. Por su parte, la delegación francesa estuvo presidida por el director general de la DSIN, acompañado por cuatro técnicos del organismo. Los temas de seguridad relacionados con la clausura de reactores de grafito fueron el eje principal sobre el que se centró la reunión, que discurrió en dos partes diferenciadas. En la primera, se informó sobre las principales novedades ocurridas en España y Francia y sobre el proceso seguido por

ambos países para la preparación del informe requerido por la Convención de Seguridad Nuclear. El segundo bloque estuvo centrado en los temas de seguridad nuclear relacionados con la clausura de Vandellós I y la experiencia adquirida por la DSIN en la regulación de la clausura de reactores similares en Francia. La reunión finalizó con una visita, organizada por Enresa, a Vandellós I.

### Segunda reunión del Foro de Reguladores Iberoamericanos

Del 11 al 15 de mayo, el Foro de Reguladores Iberoamericanos celebró su segunda reunión formal en Buenos Aires (Argentina), tal y como se aprobó en la última reunión mantenida en julio de 1997, en Veracruz. El CSN estuvo representado por su presidente, Juan Manuel Kindelán y el director técnico, Antonio Gea.

Compartir las actividades recientes de cada organismo y discutir posibles vías para incrementar la cooperación en temas de formación, I+D e intercambios de personal, así como comentar los procesos que cada país está siguiendo para preparar el informe requerido por la Convención de Seguridad Nuclear fueron los dos grandes objetivos que se desarrollaron a lo largo de las jornadas. La reunión finalizó con una visita a la central nuclear de Atucha.

### El director general del OIEA visita España

Durante la visita que Mohamed El Baradei, director general del OIEA, realizó a España a finales del pasado mes de mayo, mantuvo una serie de reuniones con diversos responsables de los Ministerios de Asuntos Exteriores, Industria y Energía y del CSN, donde impartió una conferencia sobre las actividades del OIEA en seguridad nuclear. Además visitó el Ciemat y las instalaciones de El Cabril. Entre las conclusiones aportadas tanto por los departamentos ministeriales como por el CSN tras esta visita destacan la intención de la administración española de incrementar la contribución al fondo de cooperación técnica, el interés por resolver la carencia de representantes españoles a nivel directivo en el OIEA, y por último, el interés del CSN por estar representado en los comités asesores de seguridad nuclear y de normas sobre transporte de materiales nucleares.

### Convenio de colaboración CSN-Enresa

Los presidentes del CSN y de Enresa, Juan Manuel Kindelán y Antonio Colino, firmaron el pasado 2 de junio un acuerdo de colaboración entre ambas instituciones para llevar a cabo programas y actividades de investigación relacionadas con la gestión segura de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de instalaciones. Para ello pondrán en común las técnicas de evaluación de la seguridad y los criterios reguladores del CSN con los desarrollos tecnológicos de Enresa. Asimismo, se realizará un esfuerzo adicional para coordinar la participación de ambos organismos en los foros internacionales de relevancia.

Las actividades derivadas del convenio serán evaluadas por una comisión mixta constituida por representantes



Los presidentes de Enresa y del CSN firman el acuerdo de colaboración.

del CSN y Enresa que, al menos dos veces al año, analizará el cumplimiento de los objetivos y la marcha de actividades concretas. La firma de este convenio afianza la relación de colaboración ya existente en materias como la realización conjunta de proyectos científicos sobre la datación de fenómenos geológicos, el análisis de la difusión de materiales radiactivos en medios fracturados o la evolución del clima en el pasado.

### Reunión de una delegación del CSN con autoridades de la Unión Europea

Una delegación del CSN, encabezada por el presidente y el vicepresidente del organismo, participó el 4 y 5 de junio en una serie de reuniones institucionales con autoridades de la Comisión Europea sobre seguridad nuclear y protección radiológica, junto con el embajador de España ante la Unión Europea. Entre los contactos mantenidos cabe destacar el encuentro con la Comisaria de Medio Ambiente y Seguridad Nuclear, así como las reuniones mantenidas con los directores generales de las Direcciones Generales XI, XII y XVII.

El CSN realizó una presentación del organismo y de las actividades que lleva a cabo en el ámbito internacional, en particular con la Comisión Europea. Se llegó a un acuerdo para celebrar, a finales de año, un seminario en España para potenciar la participación del país en el V Programa Marco.

### Informe sobre la situación radiológica de las balsas de fosfoyesos de Huelva

El CSN remitió el pasado 10 de junio a la Junta de Andalucía y al Ayuntamiento de Huelva el informe sobre la situación radiológica en la zona de vertidos de la industria de fosfatos de Huelva, elaborado a petición de ambas instituciones. La realización de este informe fue aprobada por el Pleno del CSN el pasado 4 de marzo y encargada a un equipo de técnicos del Ciemat. El objetivo de este estudio era determinar si había existido un incremento de dosis de radiación sobre el fondo de la zona desde el estudio realizado por el CSN en 1989, para lo cual se utilizaron equipos específicamente diseñados con el fin de realizar medidas de tasa de radiación externa y análisis de muestras.

El informe concluye que los valores obtenidos son simila-

## PRINCIPALES ACUERDOS DEL PLENO DEL CSN

### Plan de formación del CSN

En su reunión del 1 de abril, el Pleno del CSN aprobó el Plan de Formación del organismo para 1998, con un presupuesto total de más de 86 millones de pesetas, lo que supone un incremento del 4,3% con respecto al gasto realizado durante 1997 en este concepto. Las áreas de formación previstas en el plan de 1998 son las siguientes: seguridad nuclear y protección radiológica, desarrollo de habilidades directivas y de organización, administración y gestión, sistemas de formación y, finalmente, inglés. El plan para 1998 supone un esfuerzo de continuación con respecto al de 1997, si bien se han reforzado las actividades de formación interna, en la que expertos en temas concretos del CSN difunden sus conocimientos

dentro de la propia organización, con el fin de obtener los mayores rendimientos posibles del alto grado de especialización existente en el organismo.

### Comité de información sobre Vandellós I.

El Pleno celebrado el 1 de abril designó al subdirector del Ciclo y Residuos del CSN como miembro del comité de información para el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I. Este comité ha sido creado con el fin de mantener un alto grado de conocimiento del desarrollo del programa de desmantelamiento, que es el primero de este tipo que se lleva a cabo en España. De él forman parte, además de Enresa y el CSN, la Generalitat de Catalunya, la Delegación del Gobier-

no de Tarragona, el Ministerio de Medio Ambiente y el Ayuntamiento de Vandellós.

### Vigilancia radiológica ambiental

En su reunión del 1 de abril, el Pleno del CSN aprobó el gasto correspondiente al pago para 1998 de los convenios de colaboración existentes entre el CSN y las universidades de Extremadura, Baleares, Cantabria, León, La Laguna, Politécnica de Madrid, Málaga, País Vasco, Salamanca, Sevilla y Valencia (Politécnica y CSIC) para la realización de toma de muestras ambientales previstas en el plan de vigilancia radiológica ambiental.

### Detectores de humo

En su reunión del 23 de abril, el Pleno del CSN acordó que todos

res a los del estudio previo, tanto para las balsas de fosforescentes como para los vertidos actuales, al igual que ocurre con las medidas de emanación de radón. Por tanto, no se considera que exista riesgo radiológico.

### Reunión del Grupo CONCERT

El vicepresidente del CSN y presidente del grupo CONCERT, Anibal Martín, encabezó la reunión que tuvo lugar en Ljubliana (Eslovenia), del 17 al 19 de junio. Entre los temas que se trataron destaca la aprobación de los términos de referencia del grupo y sus procedimientos de trabajo. Del mismo modo, diez países, la mayoría del este de Europa, presentaron sus planes de mejora, tanto a nivel legislativo como organizativo, identificando las actividades de evaluación y control. La reunión concluyó con la presentación de las actividades de evaluación y actualización del estudio final de seguridad que llevan a cabo cinco de los países participantes, entre ellos España. Durante la reunión se trató además del arranque de la central nuclear de Mochovce y del incidente radiológico de Acerinox.

### Visita al CSN del embajador de España en Cuba

El pasado 22 de junio, Eduardo Junco, recientemente nombrado embajador de España en Cuba, mantuvo una reunión con el presidente CSN, en la que se abordaron los contactos de este organismo con las autoridades cubanas responsables de la seguridad nuclear y de la protección

radiológica, así como las relaciones con el Foro de Reguladores Iberoamericanos y las estancias de expertos cubanos en el CSN a través de programas de formación.

### Comparecencia del presidente del CSN por el incidente de Acerinox

El presidente del CSN, Juan Manuel Kindelán, compareció el pasado 30 de junio, a petición propia, en la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados para informar sobre el incidente ocurrido en la planta de Acerinox en Los Barrios (Cádiz). Durante su intervención hizo un relato de los hechos ocurridos y explicó las medidas tomadas en las tres plantas afectadas.

Los hechos se refieren a la fusión de una fuente de cesio en la planta de Acerinox. Esta fuente se encontraba entre la chatarra que se introdujo en el horno de la planta. Cuando el CSN tuvo conocimiento de los hechos, el 9 de junio, realizó la inspección de la planta y dio las instrucciones correspondientes de aislamiento y control de accesos al comprobar la contaminación del horno número 1 por cesio-137. Los polvos resultantes de la producción, que se habían trasladado a Egmasa, en Palos de la Frontera (Huelva), y a Presur, en Fregenal de la Sierra (Badajoz), también resultaron contaminados. En estas plantas, tras los análisis y mediciones correspondientes, se confirmó también la existencia de contaminación, en grado variable, siendo mayor en la maquinaria de proceso y puntos de recepción de los polvos.

los detectores de humo cuya actividad sea inferior a un microcurio podrán ser gestionados como residuos convencionales. Esta decisión fue comunicada al Ministerio de Industria y Energía para que éste emita la correspondiente resolución, que se comunicará a todos los comercializadores y titulares.

#### Licencias de personal de instalaciones radiactivas

Con el objetivo de agilizar al máximo los trámites de concesión de licencias y acreditaciones para dirigir u operar instalaciones de rayos X con fines de diagnóstico, el Pleno del 23 de abril decidió delegar en el presidente del CSN el ejercicio de las competencias relativas a la homologación de los cursos o programas que habilitan para este fin.

#### Guías de seguridad del CSN

En su reunión del 10 de junio, el

Pleno del CSN aprobó la guía de seguridad 7.3 del CSN, *Bases para el establecimiento de los Servicios y Unidades Técnicas de Protección Radiológica*, en la que se indican las actividades que deben cubrir estos servicios y unidades. También incluye todos los aspectos desde la fase de diseño hasta la clausura, se recomiendan aspectos organizativos y medios y se indica la documentación que debe acompañar a las solicitudes.

Asimismo, en su reunión del 25 de junio, el Pleno aprobó la guía 7.4, *Bases para la vigilancia médica de los trabajadores profesionalmente expuestos*. Esta guía expone las bases del CSN para realizar la vigilancia en desarrollo de lo establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes y establece los requisitos correspondientes.

#### Resoluciones adoptadas sobre instalaciones radiactivas industriales, médicas y de investigación

En las reuniones celebradas desde el 4 de marzo hasta el 20 de mayo, el Pleno del CSN ha adoptado las siguientes resoluciones relativas a las instalaciones radiactivas situadas en industrias, centros médicos y de investigación: 20 licencias de nuevas instalaciones y 97 modificaciones de algunas ya vigentes; 17 clausuras de instalaciones; 8 retiradas de material radiactivo; 7 propuestas de apertura de expediente sancionador; 4 registros de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X, 6 autorizaciones de servicios médicos especializados; 2 autorizaciones de equipos radiactivos, una autorización de Servicio de Protección y 2 de Unidades Técnicas de Protección Radiológica.

Ante la posibilidad de que se hubiera producido contaminación en los trabajadores, se desplazó a Los Barrios una unidad móvil de análisis radiológico, que analizó a un total de 376 trabajadores de las tres empresas y contratas. De todos ellos, sólo seis mostraron indicios de presencia de cesio, con un valor máximo del orden del 200 veces inferior al límite anual de dosis para el público establecidos en la nueva directiva de la Unión Europea.

Por otra parte, las mediciones realizadas en el entorno de las plantas y en el recorrido de los camiones que transportaron los residuos descartaron la presencia de contaminación ambiental. Las redes de vigilancia radiológica tampoco detectaron aumentos de cesio en la atmósfera, salvo en la estación de Palomares (Almería), donde se registró un incremento, aunque en valores no significativos para la salud o el medio ambiente.

Tras la comparecencia, el CSN remitió al Parlamento un informe exhaustivo sobre el incidente, sus consecuencias y las medidas tomadas para la descontaminación de las tres plantas afectadas.

#### Comité de Seguridad Nuclear del Explotador de las Centrales Nucleares

El CSN ha aprobado una propuesta de requisitos exigibles a los Comités de Seguridad del Explotador de las centrales nucleares españolas. El objetivo principal es la homogeneización para todas las centrales de dichos requisitos, incluidos en el capítulo de normas administrativas de las

Especificaciones Técnicas de Funcionamiento. Uno de los aspectos de especial relevancia de dicha propuesta consiste en garantizar un adecuado grado de compromiso de las empresas propietarias de las centrales.

#### Conferencias en el CSN

Miguel Ángel Fernández Ordóñez, presidente de la Comisión del Sistema Eléctrico Nacional (CSEN), impartió el pasado 25 de marzo, en el CSN, una conferencia sobre la desregulación del sector eléctrico. José Antonio Unda, vocal de la CSEN, explicó cómo afectará dicha desregulación al sector eléctrico español.

El pasado 28 de abril, Rafael Usón, catedrático de Química Inorgánica en la Universidad de Zaragoza, pronunció la conferencia titulada *Terrores (más o menos fundados)* (continúa en la página 48)



Miguel Ángel Fernández Ordóñez y José Antonio Unda, durante su conferencia en el CSN.

## CENTRALES NUCLEARES

*La información relativa a las centrales nucleares se refiere a los meses de marzo, abril, mayo y junio de 1998.*

**José Cabrera**

El CSN informó favorablemente la aprobación de una revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en la que se incorporaban cambios al documento relacionados con la modificación de la instrumentación de accionamiento de salvaguardias tecnológicas, modificación de la instrumentación de detección de incendios, modificación de valores de tarado de disparo del reactor por desequilibrio de caudales de agua y vapor, adaptación del valor de fuga operacional del primario al NUREG 452 Rev. 5 Draft 0, nueva organización de la central, medios de notificación de incidentes al CSN, modificación del vapor límite del coeficiente de temperatura del moderador al final del ciclo y con 300 ppm de boro e incorporación de resultados del reanálisis del suceso de dilución inadvertida de boro.

El CSN informó también favorablemente la aprobación de una modificación del Reglamento de Funcionamiento en la que se incorporaban cambios derivados de la reorganización de Unión Eléctrica Fenosa, tanto en las oficinas centrales como en el emplazamiento.

El 15 de mayo se produjo una parada automática no programada de la central por actuación del sistema de protección contra sobrevelocidad de la turbina ocasionada por la desconexión de la línea eléctrica exterior a la central debida a perturbaciones de origen atmosférico. El 24 de mayo se produjo una parada automática no programada de la central también debida a la actuación de las protecciones de la turbina por desconexión de las líneas eléctricas exteriores.

El CSN realizó nueve inspecciones a la central.

**Almaraz**

La unidad I operó a plena potencia sin incidentes destacables. El día 3 de abril la unidad II realizó una reducción de carga hasta desacoplarse de la red eléctrica, manteniendo el reactor crítico, para proceder a la reparación del sistema de medida de tensión de una de las fases entre el generador eléctrico y el transformador de generación.

El CSN informó favorablemente una revisión del Estudio Final de Seguridad de la central, en la que se incorporaban diversos cambios derivados de la incorporación al documento de la situación *as-built* tras la sustitución de generadores de vapor y de otras modificaciones de diseño implantadas en la central. El CSN informó también favorablemente una revisión de la Especificación de Funcionamiento de cada una de las unidades de la central en



Central nuclear de Almaraz.

las que se incorporaban cambios relacionados con los sistemas de protección contra incendios, recombinadores de hidrógeno, cálculo de dosis equivalentes de I-131, piscina de combustible, acumuladores, control de gases combustibles, cápsulas de vigilancia del material de la vasija y sistema de parada remota.

El CSN realizó nueve inspecciones a la central.

**Santa María de Garoña**

La central operó a plena potencia sin incidencias destacables. En relación con la sustitución de bastidores para la ampliación de la capacidad de la piscina de almacenamiento de combustible irradiado, el CSN informó favorablemente la modificación del diseño para su autorización por la Dirección General de la Energía, así como los cambios en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento afectadas por la sustitución. Asimismo, se informó favorablemente la puesta en marcha de un edificio para el almacenamiento temporal de material usado en el que se almacenarán los bastidores retirados.

El CSN realizó nueve inspecciones a la central.

**Ascó**

La unidad I funcionó sin incidentes destacables. El 11 de marzo se produjo la parada automática del reactor de la unidad II por señal de bajo nivel en los generadores de vapor, debido a la pérdida de agua de alimentación principal, ocasionada por la rotura de una tubería del sistema de aire de instrumentos. La central se encontraba al 87% de potencia realizando alargamiento del ciclo desde el 19 de febrero. La unidad II realizó la parada para recarga entre el 11 de marzo y el 9 de abril.

Como actividades más destacables durante la parada se realizó la introducción de combustible con gadolinio y

vainas de zirlo, y la inspección de tubos de generadores de vapor. Asimismo, durante el 18 de mayo al 5 de junio se desarrolló una misión OSART (Operational Safety Assessment Review Team) en la central, realizada por un equipo de expertos internacionales designados por el OIEA.

El CSN informó favorablemente la aprobación de una revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de cada una de las unidades de la central en las que se incorporaban cambios relacionados con el sistema de arranque de los generadores diesel, definición de dosis equivalentes de I-131, nivel en el pozo de la torre de refrigeración del sistema de agua de servicios de salvaguardia y utilización de combustible con gadolinio y vainas de zirlo.

El CSN informó favorablemente la aprobación de una revisión del Plan de Emergencia interior en la que se incluyen cambios derivados de la incorporación de la experiencia de simulacros y ejercicios realizados hasta la fecha, de la adaptación al contenido de la guía 1.9 del CSN, a un documento de Unesa sobre numeración de sucesos iniciadores, y al NUREG 654 de la USNRC. El CSN informó también favorablemente la aprobación de una revisión del Reglamento de Funcionamiento de la central en la que fundamentalmente se incorporan cambios en la organización de Asociación Nuclear Ascó en las oficinas, centrales y en el emplazamiento.

El CSN realizó 17 inspecciones a la central.

### Cofrentes

El CSN informó favorablemente la aprobación de una revisión del Reglamento de Funcionamiento en la que se incorporaban cambios derivados de la reestructuración organizativa de Iberdrola. Se realizaron siete inspecciones a la central.



Central nuclear de Cofrentes.

### Vandellós II

El CSN informó favorablemente la aprobación de una revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en la que se incorporaban cambios relacionados con la adaptación del documento NUREG 452 Rev. 5 Draft 0, disparo de las bombas de refrigeración del primario por mínima frecuencia de alimentación eléctrica, introducción de nuevo método de caudal de primario y rechazo de carga de los generadores diesel de emergencia.

El CSN realizó seis inspecciones a la central.

### Trillo

El 13 de marzo se produjo la parada de la central tras la parada automática de la turbina ocasionada por un defecto a tierra en el estator del alternador eléctrico principal. Tras la inspección del alternador se encontró que presentaba daños no reparables en la central, decidiéndose la sustitución del estator por uno nuevo. Las operaciones de sustitución del estator del alternador y reparación de otros daños encontrados en el rotor tuvieron lugar hasta el 3 de junio, en que la central volvió a operación a potencia. Durante la parada se realizó una recarga parcial del núcleo para alargar la duración del ciclo frente a la inicialmente prevista. La siguiente parada para recarga de la central, programada inicialmente para octubre-noviembre de 1998, tendrá lugar a finales de enero de 1999.

El CSN informó favorablemente la aprobación por la Dirección General de la Energía de una exención al cumplimiento de diversos requisitos de vigilancia incluidos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, a realizar durante la parada para recarga, debido a que con la nueva fecha de parada para recarga se excedían los plazos máximos entre dos realizaciones consecutivas permitidas en las ETF.

El CSN informó también favorablemente la aprobación de una exención a la condición 5ª del anexo I a la prórroga del Permiso de Explotación Provisional vigente. Esta condición requería que en la actualización del Estudio Final de Seguridad posterior a la parada para recarga de 1998 se recogieran los resultados del programa de Análisis de Experiencia Operativa y Sistemas y la actualización de las bases de diseño de los Sistemas de Seguridad. Esta condición se impuso teniendo en cuenta la programación habitual de la parada para recarga de Trillo en los meses de octubre-noviembre de cada año. La modificación de la fecha de la parada ocasionada por la parada no programada para reparación del generador eléctrico hacía inviable el cumplimiento de la condición. Se modificó el texto de la condición requiriendo la citada actualización del Estudio Final de Seguridad de la parada para recarga de 1999.

El CSN realizó seis inspecciones a la central.



Mohamed El Baradei y Rafael Usón, conferenciantes en el CSN.

de la humanidad, en la que desgranó una serie de predicciones, relativamente científicas y apocalípticas que nunca llegaron a cumplirse. En conclusión, para el profesor Usón, la realidad acaba siempre siendo más benigna con la naturaleza y sus habitantes que lo que los profetas predicen.

Mohamed El Baradei, director general del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), visitó el pasado 28 de mayo la sede del CSN y ofreció una conferencia bajo el título *IAEA activities on nuclear safety: future perspectives*. Durante su intervención explicó las actividades del OIEA en cuestiones relativas a la seguridad nuclear y los caminos de futuro de esta organización de Naciones Unidas.

El pasado 25 de junio, Juan Antonio Bueren, investigador del Departamento de Impacto Ambiental de la Energía del Ciemat, impartió una conferencia titulada *Biología y radiaciones. El síndrome de la médula ósea*, en la que expuso las investigaciones realizadas por su equipo sobre el efecto de las radiaciones en este tipo de síndromes, la respuesta celular y las posibilidades terapéuticas que se vislumbran para el futuro.



Juan Antonio Bueren y Luis Balairón, durante su conferencia en el CSN.

Luis Balairón, representante español en el Panel Internacional sobre Cambio Climático y jefe del Servicio de Predicción del clima en el Instituto Nacional de Meteorología, ofreció una conferencia sobre *Energía y cambio climático*, tema que está suscitando numerosos debates internacionales en relación con la influencia de las actividades humanas en la naturaleza. El estudio del clima es uno de los más complicados y ambiciosos planes en los que trabaja actualmente la comunidad internacional de investigadores, a pesar de la falta de respuestas concluyentes a muchas incógnitas de importancia.

## INFORMACIÓN GENERAL

### España firma la Convención Internacional de Residuos Radiactivos

El pasado 30 de junio se firmó, en Viena la Convención Mixta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos, con el apoyo de la Representación Permanente de España ante los Organismos Internacionales de Viena. Dicha Convención, que entrará en vigor una vez ratificada por los países firmantes, pretende recoger el compromiso de máximo nivel legal internacional que adquieren los países para gestionar de forma segura los residuos radiactivos y el combustible gastado que generen, incrementando las actuaciones nacionales y la cooperación internacional. Asimismo, se comprometen a asegurar que la gestión se realizará de forma que se proteja a los individuos y al medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro, así como prevenir accidentes y mitigar sus consecuencias.

## PUBLICACIONES

### Paleosismicidad en emplazamientos nucleares

CSN. Colección Otros Documentos 3. 1997

El objetivo principal de este documento, que es el resultado de los trabajos por concesión de una beca, ha sido elaborar una metodología para el establecimiento de periodos de recurrencia de paleoterremotos y su relación con la sismicidad actual.

### Estudios metodológicos en dosimetría interna del uranio

CSN. Colección Otros Documentos 4. 1997

Este documento, realizado mediante la concesión de una beca, es una introducción a los estudios metodológicos que se han de realizar al abordar la estimación de dosis internas.

### Enseñanzas deducidas de accidentes ocurridos en instalaciones de irradiación industrial.

OIEA. Viena 1997

El crecimiento de las aplicaciones de la irradiación con fotones gamma de alta energía y haces de electrones está siendo muy rápido en todo el mundo y aunque se trata de una industria con buen historial de seguridad, al trabajar con altas tasas de dosis se han producido en alguna ocasión accidentes con víctimas mortales. Por ello, en esta publicación se recogen los análisis llevados a cabo por los fabricantes y autoridades reguladoras y exportadoras de los accidentes acaecidos, sus causas y las enseñanzas derivadas con el objeto de prevenir y de tomar medidas correctoras.