

Revista del CSN / Número 36
III Trimestre 2005

Seguridad Nuclear



**La nueva Sala de Emergencias
del CSN**

La energía en el siglo XXI

El futuro de la energía nuclear

**Las relaciones CSN-Sector eléctrico:
Independencia y colaboración**

Frederick Soddy

Seguridad Nuclear

Revista del CSN
Año IX / Número 36
III Trimestre 2005

Directora

María-Teresa Estevan Bolea

Comité de redacción

José Ángel Azuara Solís
Julio Barceló Vernet
Antonio Luis Iglesias Martín
Carmen Martínez Ten
Ana Villuendas Adé

Consejo de Seguridad Nuclear

Justo Dorado, 11
28040 Madrid
Tel.: 91 346 04 25
Fax: 91 346 05 58
www.csn.es

Coordinación editorial

Senda Editorial, S.A.
Isla de Saipán, 47
28035 Madrid
Tel.: 91 373 47 50
Fax: 91 316 91 77

Impresión

Grafistaff, S.L.
Avenida del Jarama, 24
Polígono Industrial
de Coslada
28820 Coslada (Madrid)
Tels.: 91 673 77 14
91 673 77 97
Fax: 91 669 11 37

ISSN: 1136-7806

D. Legal: M-31281-1996

Portada: Global (José Ribera Moreno)

Las opiniones y conceptos recogidos en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores, sin que la revista *Seguridad Nuclear* las compareta necesariamente.

1 Editorial**Artículos técnicos****2** La nueva Sala de Emergencias del CSN
🔗 Paloma Sendín**9** La energía en el siglo XXI
🔗 Juan Antonio Rubio**22** El futuro de la energía nuclear
🔗 Agustín Alonso**33** Las relaciones CSN-Sector eléctrico: Independencia y colaboración
🔗 Pedro Rivero**Artículos divulgativos****42** Las Convenciones Internacionales en el Consejo de Seguridad Nuclear**Grandes figuras de la ciencia nuclear y radiactiva****47** Frederick Soddy.
Premio Nobel de Química (1921)**Actualidad**

Centrales nucleares / Acuerdos del Consejo / Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento / Instalaciones radiactivas / Actuaciones en emergencias

48**65** Noticias breves**68** Resúmenes

Editorial

El Consejo de Seguridad Nuclear conmemora durante este año el vigésimo quinto aniversario de su creación. Nacido como el único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, independiente de la Administración General del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, ha evolucionado en paralelo con la de la propia sociedad española a quien sirve en última instancia.

Una característica clara de este tiempo ha sido su crecimiento, no sólo en personas y espacio físico, sino fundamentalmente en capacitación técnica. A la actividad fundamental inicial de inspección y control de instalaciones nucleares hay que sumar el esfuerzo que supone actualmente la ejecución de esta misma tarea en las más de 25.000 instalaciones radiactivas autorizadas en España, además del gran desarrollo realizado en materia de protección ambiental, preparación para emergencias, protección física y asesoramiento a las Administraciones en materias sobre las que el CSN tiene competencia.

En lo que se refiere al espacio físico, este número de la revista recoge un artículo sobre la ampliación y remodelación de la Sala de Emergencias (SALEM) realizada durante este año y cuya inauguración oficial tendrá lugar el próximo mes de noviembre. Con la ejecución de este proyecto se ha dotado a la SALEM, que opera todos los días del año, de equipos y tecnologías más avanzadas que permitan una preparación más eficaz ante situaciones de emergencia y se ha redistribuido el espacio que ocupan cada uno de los grupos que conforman la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) de forma más operativa.

El 8 de julio, el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, aprobó el nombramiento de Antonio Luis Iglesias como nuevo Secretario General del CSN, el séptimo desde la creación del Organismo, a quien damos la bienvenida desde estas páginas.

Dentro de los actos de conmemoración del XXV Aniversario de su creación, el CSN organizó en el marco de la Universidad de Verano de El Escorial, un curso bajo el título “25 años del CSN en el Año Internacional de la Física” donde se discutieron las líneas básicas de futuro, con la perspectiva histórica y la experiencia adquirida. Por el gran interés que las intervenciones despertaron entre los asistentes, este número recoge alguna de ellas.

 Paloma Sendín*

La nueva Sala de Emergencias del CSN

En el mes de julio de 2005 han concluido los trabajos de remodelación física y de actualización tecnológica de las infraestructuras básicas de la Sala de Emergencias del CSN (SALEM), con lo que a partir de ahora se dispondrá de una sala de mayor funcionalidad y capacidades técnicas ampliadas. El proceso de mejora tecnológica de la SALEM culminará no obstante

en los próximos años, una vez finalizada la instalación en curso de nuevos sistemas de integración y visualización de la información y de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones. El presente artículo describe las mejoras introducidas en la sala y los objetivos perseguidos en esta remodelación, que convierte a la SALEM en una sala de nueva generación, acorde con el contexto tecnológico actual.

1. Funciones del CSN en emergencias

La *Ley de creación del Consejo de Seguridad Nuclear* [1], modificada por la *Ley sobre tasas y precios públicos devengados por los servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear*, en su artículo 2 establece las funciones del CSN y de forma específica en los apartados f) y p) se establecen las funciones de este Organismo relativas a los planes de emergencia:

f) "Colaborar con las autoridades competentes en la elaboración de los criterios a los que han de ajustarse los planes de emergencia nuclear y protección física de las instalaciones nucleares y radiactivas y de los transportes, y una vez redactados los planes participar en su aprobación.

Coordinar, para todos los aspectos relacionados con la seguridad nuclear y la protección radiológica, las medidas de apoyo y respuesta a las situaciones de emergencia, integrando y coordinando a los diversos organismos y empresas públicas o privadas cuyo concurso sea necesario para el cumplimiento de las funciones atribuidas a este Organismo.

Asimismo, realizar cualesquiera otras actividades en materia de emergencias que le sean asignadas en la reglamentación aplicable."

p) "Inspeccionar, evaluar, controlar, informar y proponer a la autoridad competente la adopción de cuantas medidas de prevención y corrección sean precisas ante situaciones excepcionales o de emergencia que se presenten y que puedan afectar a la seguridad nuclear y a la protección radiológica, cuando tengan su origen en

instalaciones, equipos, empresas o actividades no sujetas al régimen de autorizaciones de la legislación nuclear."

Estos preceptos legales han sido desarrollados en diferentes instrumentos normativos que definen con detalle las funciones que corresponde desarrollar al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) relativas a la regulación, elaboración, implantación y activación de los planes de emergencia nuclear y radiológica, en particular en el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN) [2].

Para cumplir estas funciones con el grado de eficacia y eficiencia adecuados, el Consejo de Seguridad Nuclear dispone de una organización de emergencia, complementaria de su organización ordinaria de trabajo, que cuenta con una estructura operativa en la que participan sus unidades técnicas y

* Paloma Sendín es consejera del CSN.

logísticas, de acuerdo con un plan de actuación establecido específicamente para estos casos y que se activa según el nivel de gravedad del accidente que desencadena la emergencia.

2. Organización de respuesta y Plan de Actuación del CSN ante Emergencias

En el mes de abril de 2005 [3] el Consejo ha aprobado una nueva versión actualizada del Plan de actuación del CSN ante emergencias, como resultado de un proceso de reingeniería de las actuaciones del organismo para la consecución de un mayor grado de eficacia y eficiencia en la respuesta a las emergencias radiológicas.

La Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) es la estructura operativa establecida por el CSN para llevar a cabo las funciones que le corresponden en caso de emergencia nuclear o radiológica y para lo que está dotada con los recursos humanos, medios técnicos y procedimientos operativos adecuados (figura 1).

Las capacidades propias del CSN se complementan con apoyos externos, prestados por entidades públicas y privadas especializadas, que disponen de medios y recur-

sos adecuados para llevar a cabo las actividades necesarias para la preparación, mantenimiento de las capacidades e intervención en caso de accidente.

Con objeto de asegurar permanentemente la constitución de la organización de emergencia del CSN en modo reducido, en un tiempo inferior a una hora, se dispone de un retén de emergencia para proporcionar una respuesta adecuada en los primeros momentos de la situación de emergencia y, en su caso, hasta que se constituya la organización de respuesta básica o ampliada.

La Sala de Emergencias (SALEM) proporciona la infraestructura material básica para la ejecución del Plan de Actuación ante emergencias, y constituye por tanto el centro operativo de la organización de emergencia del CSN. Esta sala se encuentra en estado de alerta permanente, para lo que es atendida en turno cerrado, y cuenta con un retén de emergencia que puede responder a una situación de emergencia en un plazo inferior a una hora.

La SALEM dispone de sistemas de comunicaciones y herramientas de evaluación adecuadas para asesorar a las autoridades de los

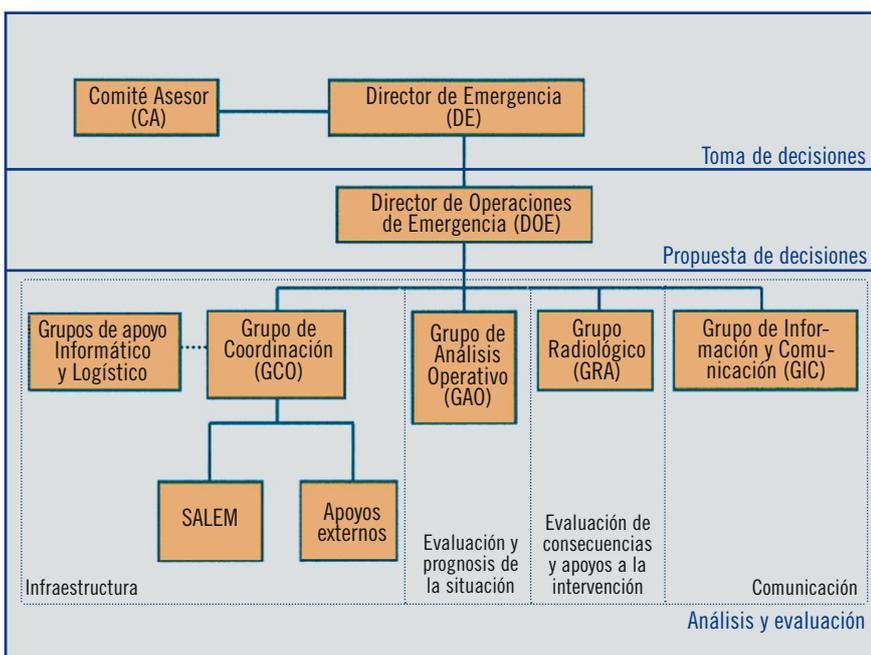
planes de emergencia del nivel de respuesta exterior que sea necesario activar, sobre la evolución del accidente, sobre sus consecuencias potenciales y sobre las medidas de protección que deberían ponerse en práctica.

3. El concepto evolutivo de la Sala de Emergencias del CSN

Desde su creación, el CSN ha dispuesto de una sala de emergencias como plataforma organizativa para canalizar el apoyo técnico del CSN a las autoridades en lo referente a la protección radiológica de la población en situaciones de emergencia. La configuración y capacidades de la sala han ido evolucionando en función de los aspectos organizativos y el entorno tecnológico.

A mediados de los años 80, el CSN dispuso de una sala sin grandes capacidades tecnológicas en aquel momento, en sus sucesivas sedes del Paseo de la Castellana y de la calle Sor Ángela de la Cruz. En el segundo semestre de 1984 se realizó por primera vez la conexión directa con la dirección exterior del plan de emergencia. El modelo de estas salas iniciales constituye lo que podríamos llamar sala de emergencias de “primera generación”, configurada básicamente como una sala de comunicaciones.

En el año 1989, tras el accidente de Chernobil, se produce un salto cualitativo importante coincidiendo con el traslado del CSN a la sede actual, en el que además de ampliar el equipamiento disponible, la sala de emergencias se configura por primera vez conforme a las funciones de los diversos grupos operativos, dando lugar a un nuevo concepto de sala de emergencias de “segunda generación”, centrado ya no sólo en las comunicaciones, sino también en el funcionamiento de los diferentes grupos operativos. No obstante, esta mejora se refiere más al aspecto físico que al funcional, ya que la mejora



► Figura 1. Organización de respuesta del CSN ante emergencias.

organizativa de la organización de emergencias se produce en realidad en el año 1992.

En el año 1992 la sala es remodelada para su ajuste a la por entonces versión vigente (revisión nº 2) del Plan de Actuación del CSN ante situaciones de emergencia radiológica, realizada tras el accidente de Vandellós I. Las modificaciones introducidas se refieren básicamente a la adaptación de la sala a la nueva organización de respuesta del CSN derivada del nuevo PLABEN aprobado en 1989. Esta configuración se ha mantenido inalterada desde entonces hasta la presente remodelación de 2005. No obstante, los sistemas informáticos y de telecomunicaciones se han ido actualizando a lo largo de los últimos años de manera aislada, es decir, sin tener en cuenta la interacción de los diferentes sistemas entre sí. La sala de 1992 podría ser calificada como sala de emergencias de “tercera generación”, sala que combina las comunicaciones, con mejoras físicas y funcionales.

La denominación SALEM (acrónimo de “sala de emergencias”) se recoge por primera vez de forma oficial en el PLABEN de 1989, y se asocia básicamente con la sala de emergencias en la sede actual, si bien ya se utilizaba esta terminología en alguna de las sedes anteriores del CSN.

La función principal de la SALEM es la de servir de centro de operaciones de la organización de respuesta del CSN en situaciones de emergencia (ORE), permitiendo la coordinación operativa de la respuesta del organismo y que los distintos elementos de la organización de respuesta puedan desarrollar de forma eficaz y coordinada las funciones encomendadas.

Desde el punto de vista físico la SALEM está dividida en una serie de áreas funcionales, atribuidas a los grupos operativos contemplados en el Plan de Actuación del CSN ante emergencias radiológicas.

Desde el punto de vista funcional, la SALEM dispone de una serie de sistemas y herramientas

informáticos y de telecomunicaciones, que permite el desarrollo de todas las tareas a realizar por la organización de respuesta a emergencias del CSN (ORE) para el cumplimiento de las funciones asignadas al CSN en situación de emergencia nuclear o radiológica. Se trata por tanto de un conjunto de herramientas especializadas de telecomunicación, vigilancia, cálculo y estimación, a disposición del CSN para el desarrollo de sus funciones.

La SALEM es atendida durante las 24 horas del día durante todos los días del año, con objeto de mantener su capacidad operativa en situación normal y la de alertar a la organización de respuesta (ORE) ante una notificación confirmada de situación de emergencia nuclear o radiológica.

4. Remodelación y modernización actual de la SALEM

En el primer semestre del año 2001, el CSN realizó un análisis conjunto de los sistemas y herramientas informáticas y de telecomunicaciones existentes en la SALEM, con el objeto de proceder a su modernización e integración, así como a su actualización tecnológica teniendo en cuenta el avance de las tecnologías de información y telecomunicaciones. En este sentido, el CSN establece el *Plan de sistemas informáticos y de telecomunicaciones de la SALEM* en julio de 2001, incluyendo un Plan de Proyectos, con el apoyo de un consultor externo, como marco de referencia para la planificación de los proyectos de mejora a realizar hasta el año 2005.

Ese mismo año el Consejo decidió, asimismo, revisar y modificar la configuración física de la SALEM, para adecuar sus dependencias a las novedades organizativas recogidas en la versión vigente del Plan de Actuación del CSN ante emergencias radiológicas y mejorar tanto la dinámica operativa en situación de emergencia, como algunas otras de sus características,

considerando aspectos tales como ergonomía, renovación tecnológica, protección física y prevención de riesgos laborales. De esta manera, se aprueba el *Plan de Reforma Integral de la SALEM* al objeto de abordar la reforma física de la sala, de forma coordinada y consistente con los proyectos de mejora tecnológica recogidos en el anteriormente mencionado Plan de sistemas informáticos y de telecomunicaciones.

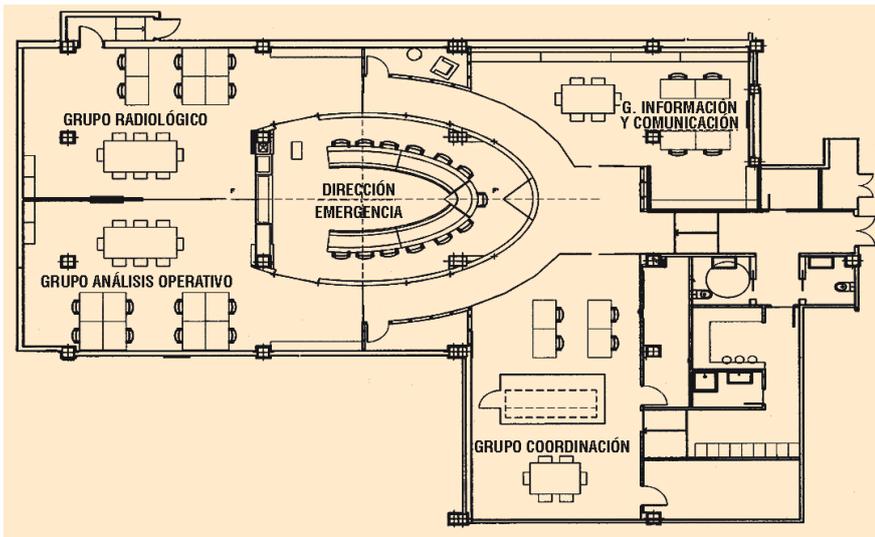
El *Plan de Reforma Integral de la SALEM* queda contemplado asimismo en el Plan Estratégico del CSN para el periodo 2005-2010 [4], el cual incluye entre las actividades estratégicas del CSN a medio plazo la correspondiente a “actualizar las capacidades del Organismo para hacer frente a emergencias, incluyendo la Sala de Emergencias y el equipamiento necesario para las intervenciones locales”.

En definitiva, la remodelación y actualización tecnológica de la SALEM comprende aspectos de fondo y de forma. Por un lado se ha realizado una reforma física mediante la ejecución de un proyecto de obras de remodelación, y por otro, se ha renovado la infraestructura tecnológica de apoyo a los sistemas informáticos y de comunicaciones de la SALEM a través del desarrollo de un plan de sistemas. Este último culminará en los años venideros con la implantación total de las mejoras previstas en los sistemas de integración, visualización y apoyo a la toma de decisiones.

4.1 Reforma física de la SALEM

La remodelación física de las dependencias de la SALEM ha tenido por objeto su alineamiento con los aspectos organizativos actualizados del Plan de actuación del CSN ante emergencias radiológicas y la introducción de mejoras funcionales desde el punto de vista de dinámica operativa, ergonomía, renovación tecnológica, protección física y prevención de riesgos laborales.

Al margen de otras cuestiones, los criterios básicos tenidos



► Figura 2. Plano de disposición física de la SALEM.



► Figura 3. Vista general de la nueva SALEM.



► Figura 4. Sala de dirección de emergencias.

- La sala del grupo de análisis operativo.

Aquí se determina el estado y la evolución del accidente, mediante el seguimiento de los parámetros de seguridad de la instalación afectada, el análisis de las causas y la severidad del accidente, la definición de la categoría del accidente y los pronósticos sobre su posible evolución, con objeto de informar a la dirección de emergencia sobre las medidas a adoptar para conducir la situación a condición segura. En esta sala se dispone de un sistema de comunicación con los ordenadores de proceso de las centrales

en cuenta en las obras de remodelación física han sido la redistribución general de espacios, la separación de la sala de dirección de emergencias de las salas de los grupos operativos, la mejora de la información disponible en todas las salas, la organización del tránsito de personas y documentos, así como posibilitar la participación del Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear en los procesos de toma de decisiones.

La distribución de la nueva SALEM, tras la ejecución de las obras de remodelación, está basada en un núcleo central de forma ovalada, en el que se ubica la sala de dirección de emergencia (figura 3), alrededor de la cual se sitúan las salas de los cuatro grupos operativos de la nueva organización de respuesta ante emergencias (ORE) del CSN (figura 2).

La superficie total de la nueva SALEM es aproximadamente de 400 m² y se ubica en el CSN, donde se encontraba la sala anterior, a la que se han añadido 100 m² adicionales provenientes de algunas dependencias utilizadas hasta ahora para otros fines en el CSN.

La nueva distribución de los espacios físicos incluye las siguientes dependencias principales:

- La sala de dirección de emergencia. (figura 4)

Es la sala donde se dirigen y coordinan las actividades de la organización de emergencias del CSN, y se adoptan las decisiones propuestas de actuaciones concretas para proteger a la población a transmitir a las autoridades de los planes de emergencia, sobre la base de la información elaborada por los grupos operativos.

nucleares, que permite la recepción de los principales parámetros de las mismas y su actualización cada treinta segundos (sistema SPS).

- La sala del grupo radiológico. (figura 5).

En esta sala se analiza la situación radiológica generada por el accidente, incluyendo la caracterización radiológica, seguimiento de la información disponible y evaluación de riesgos radiológicos, con objeto de elaborar propuestas a la dirección de emergencia sobre las medidas de protección para paliar las consecuencias radiológicas de los accidentes. Asimismo, desde aquí se colabora en la puesta en práctica de las medidas de protección de la población, mediante el apoyo a los grupos radiológicos de los planes de emergencia nuclear. El sistema

de interrogación remota a las estaciones meteorológicas, que posibilita disponer de datos en tiempo real sobre dirección y velocidad del viento, junto con los datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología, permiten determinar la evolución e impacto del suceso. También se dispone de las mediciones de radiación que proporcionan las redes de estaciones automáticas y los programas de muestreo y análisis que se ponen en marcha en caso de emergencia.

- La sala del grupo de información y comunicación.

Desde esta sala se proporciona la información pertinente, incluyendo los datos técnicos concretos sobre la instalación afectada, a la organización de emergencia del CSN y a los organismos internacionales correspondientes, de acuerdo con las convenciones internacionales sobre pronta notificación suscritas por nuestro país, al mismo tiempo que se prepara la información al público y se coordinan las respuestas a las solicitudes de información de los medios de comunicación. Cuenta con un sistema de archivo especial que contiene la documentación técnica de las diferentes centrales nucleares, así como un terminal de acceso al sistema de control informático de documentación del CSN.

- La sala del grupo de coordinación. (figura 6)

Desde esta sala se mantiene la infraestructura de la organización de emergencia del CSN y se asegura el flujo de información entre todos sus órganos. Ello incluye el mantenimiento en alerta permanente de la SALEM, la recepción y distribución de información so-



► Figura 5. Sala del grupo radiológico.



► Figura 6. Sala del grupo de coordinación.

bre incidentes, asegurar la operatividad de la infraestructura de la SALEM y la puesta en marcha de sus sistemas, la activación de la organización de emergencia, el asesoramiento a la dirección sobre la aplicación de los planes de emergencia, y la activación y coordinación de los apoyos internos (grupos de apoyo informático / grupo de apoyo logístico) y externos.

En el espacio restante de la nueva SALEM se dispone de un cuarto específico para comunicaciones reservadas; salas auxiliares para almacén, equipos y cableado; office y servicios; y pasillos y distribuidor.

La nueva configuración ha introducido asimismo mejoras significativas en cuanto a confort y operatividad de la atención permanente a la SALEM en situaciones normales y las zonas de servicio asociadas.

4.2 Plan de sistemas

El propósito final del Plan de sistemas informáticos y de comunicaciones de la SALEM, cuyos principales elementos se recogen en la tabla 1, es adaptar la infraestructura de los sistemas existentes a los avances tecnológicos y ajustarla a las necesidades de respuesta a emergencias del CSN con eficiencia, eficacia y rentabilidad, además de conseguir la perfecta integración de los sistemas actualmente disponibles y de los que en el futuro puedan incorporarse a la SALEM.

Las actividades realizadas mediante el Plan de sistemas se han estructurado en torno a cuatro ejes principales:

- La actualización tecnológica de la infraestructura básica de los sistemas informáticos y de comunicaciones, incluyendo tanto las comunicaciones externas como las inter-

nas. Esta actuación ha quedado completamente finalizada en julio de 2005 y ha incluido la renovación de la Red de Comunicaciones de Área Extendida, la modernización de los sistemas de comunicaciones de voz y datos de la SALEM con el exterior, la renovación de la Red de Área Local de la SALEM, la mejora del sistema de comunicaciones entre grupos operativos, la renovación de *hardware* y la sustitución de terminales.

- La integración y actualización de los sistemas actualmente disponibles, mediante la creación de una serie de bases de datos de la información recibida y analizada en la SALEM. Incluye la renovación e integración de sistemas SCADA-SPS-IGPS, referidos a los sistemas de monitorización y procesamiento de los parámetros de las centrales nucleares; y el sistema integrado de intercambio dinámico de infor-

● **Tabla 1. Principales sistemas de la SALEM**

Sistema	Tipo	Descripción
Infraestructura básica de sistemas y comunicaciones	Sistemas y comunicaciones	Comunicaciones convencionales (teléfono, fax, etc.) equipos informáticos y red local, correo electrónico, internet, etc.
Líneas de comunicación del Sector Eléctrico	Comunicaciones	Comunica telefónicamente las centrales nucleares con la Sala de Emergencias.
Red N (Red de comunicación de Emergencias Multiservicio)	Comunicaciones	Red IP de banda ancha redundada. Permite conexiones de video, audio y datos entre los puntos implicados en el PLABEN (Presidencia de Gobierno, Delegaciones y Subdelegaciones del Gobierno, centrales nucleares y el CSN).
Adiovisuales	Visualización	Sistema de pantallas en cada grupo operativo que permite mostrar información de audio, video, televisión, satélite y ordenadores de la Sala.
Sistemas ECURIE y EMERCON	Notificación Internacional	Sistemas de notificación y recepción de información de accidentes de la Unión Europea (ECURIE) y de la OIEA (EMERCON).
SPS (Sistema de Parámetros de Seguridad)	Comunicación Bases de datos	Recepción de parámetros de datos de las centrales nucleares desde el ordenador de procesos. Se reciben en torno a 100 parámetros de cada central cada 30 segundos.
IGPS (Interfaz Gráfico de Parámetros de Seguridad)	Visualización	Sistema de muestra de datos de SPS y otros calculados a partir de ellos de forma adecuada para la comprensión de la situación operativa de la planta. Dispone de un interfaz para el grupo de análisis operativo y otro para el grupo radiológico.
MARS (Major Accident Response System-código MAAP)	Simulación centrales nucleares	Sistema que calcula la evolución de la situación accidental de una central nuclear a partir de los datos de SPS. Permite simular la evolución probable del accidente.
SIREM (Sistema de Interrogación Remota de las torres meteorológicas de las centrales nucleares)	Comunicación Simulación dispersión atmosférica	Sistema que recibe información meteorológica local de las centrales nucleares y realiza cálculos de dispersión atmosférica a partir de un término fuente estimado.
RODOS (Realtime Online DecisiOn Support System)	Sistema de ayuda a la toma de decisiones	Sistema Europeo diseñado para ayuda en la toma de decisiones en caso de emergencia nuclear con dispersión a corto y largo alcance, evaluación de contramedidas, a corto y largo plazo. (En desarrollo, Proyecto EURANOS del 6º Programa Marco de Investigación de la UE).
RAR (Red de Alerta a la Radiactividad)	Sistema de estaciones automáticas de medida de radiactividad	Red con casi 1000 estaciones de medida de tasa de dosis gamma propiedad de Protección Civil.
REA (Red de Estaciones Automáticas)	Sistema de estaciones automáticas de medida de radiactividad	Red de estaciones de medida de radiactividad gamma y beta propiedad del CSN. Funcionamiento <i>on line</i> con medidas cada 10 minutos.

mación e integración de sistemas, mediante el empleo de bases de datos de los distintos sistemas de la SALEM. Esta actuación, aún en curso, finalizará en los próximos años.

- La incorporación de sistemas y herramientas de visualización de resultados. Estas actuaciones incluyen, entre otros, el diseño y desarrollo de un sistema GIS (*Geographical Information Systems*), servicio de información geográfica; el proyecto de Migración/Modelización MARS, nueva y mejor plataforma tecnológica para someter los datos y parámetros de las

centrales nucleares procesados a código termohidráulico; el sistema de Gestión Documental de la SALEM, consistente en un nuevo y moderno archivo referido a la documentación técnica.

- El desarrollo y la implantación de sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Incluye la integración del sistema RODOS, sistema soporte para la toma de decisiones sobre la base de la información que proporcionan los restantes sistemas de la SALEM.

Los medios técnicos y materiales disponibles en la SALEM respon-

den a las necesidades de comunicación, análisis y evaluación, y toma de decisiones, que exige la infraestructura de respuesta a las emergencias nucleares o radiológicas.

En definitiva, a día de hoy la SALEM se encuentra en mejor disposición de poder responder eficazmente ante cualquier situación de emergencia, contando con los medios y sistemas necesarios para hacer frente a las responsabilidades que en esta materia corresponden al Consejo de Seguridad Nuclear. 

Referencias

[1] *Ley 15/1980*, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

[2] *Real Decreto 1546/2004*, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear.

[3] *Organización de Respuesta ante Emergencias y Plan de Actuación ante Emergencias del Consejo de Seguridad Nuclear*, aprobado por el Consejo el 27 de abril de 2005.

[4] *Plan Estratégico del CSN 2005-2010*.

 Juan Antonio Rubio*

La energía en el siglo XXI

Al cumplirse el vigésimoquinto aniversario del Consejo de Seguridad Nuclear, el director general del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) ha

escrito este artículo en el que se narra la evolución de ambas instituciones y las relaciones entre las mismas y, además, se plantea cuál es la situación actual de la energía y cómo será su evolución en los próximos años.

1. Introducción

Al Consejo de Seguridad Nuclear se debe la felicitación correspondiente al XXV aniversario de su fundación, que felizmente coincide con el centenario de las primeras publicaciones fundamentales de Einstein y con el cuarto centenario de la edición de la primera parte de El Quijote.

Parece claro que la historia ha entrelazado a estos dos personajes. Ambos son universales, ambos protagonizaron revoluciones en el pensamiento y ambos tuvieron una importancia social indiscutible. De haberse encontrado en un punto del espacio y del tiempo, probablemente hubiesen coincidido en muchas de sus consideraciones y casi seguro que se habrían tenido un aprecio mutuo, tal vez, incluso, una gran amistad.

Habría que añadir en este punto la más afectuosa felicitación del personal del Ciemat al CSN, junto con la del autor de este artículo,

que quiere hacerlo extensivo a su Presidenta con quien además le une gran amistad. No podría ser de otro modo si se piensa en tantos lazos y ancestros comunes que ligan ambas instituciones.

Hay que comenzar afirmando que la energía es hoy un problema fundamental. El consumo se ha multiplicado por un factor de aproximadamente 100 desde el inicio de la era industrial, y crece a un ritmo promedio anual del orden del 2,3%. Al mismo tiempo, las desigualdades del consumo entre países son alarmantes, lo que sin duda está en el origen de profundas inestabilidades político sociales. Por ejemplo, Suecia consume 150 veces más electricidad que Tanzania. La potencia media per cápita en el planeta es de 2.3kW/persona, que corresponde a una energía 16 veces más que la consumida en alimentación. Dicha potencia es aproximadamente cinco veces mayor para los países desarrollados y equivale a un consumo de 32Kg de carbón por persona y día. El total de la potencia necesaria es

de aproximadamente 10TW, 1,6 veces menos que la generada internamente por la Tierra y tres veces más que la energía cinética del mar debida a la influencia del Sol y la Luna. Son números estremecedores y desde luego desconocidos para el ciudadano que enciende la luz en casa, utiliza sus instalaciones domésticas, tiene acceso a una temperatura distinta del exterior de los edificios donde habita, utiliza el transporte público o privado, va de vacaciones, dispone de una alimentación sana y está protegido por una sanidad amplia, por mencionar sólo algunas características comunes en nuestro entorno.

Además del problema de disponibilidad de reservas energéticas que el consumo actual conlleva, procede mencionar el rechazo social a las actuales fuentes masivas de energía. Por una parte, a los combustibles fósiles, ante su casi segura influencia en el calentamiento global del planeta (del orden de 0.5 °C (figura 1) desde hace dos siglos), lo que puede haber supuesto un aumento del

* Juan Antonio Rubio es director general del Ciemat.

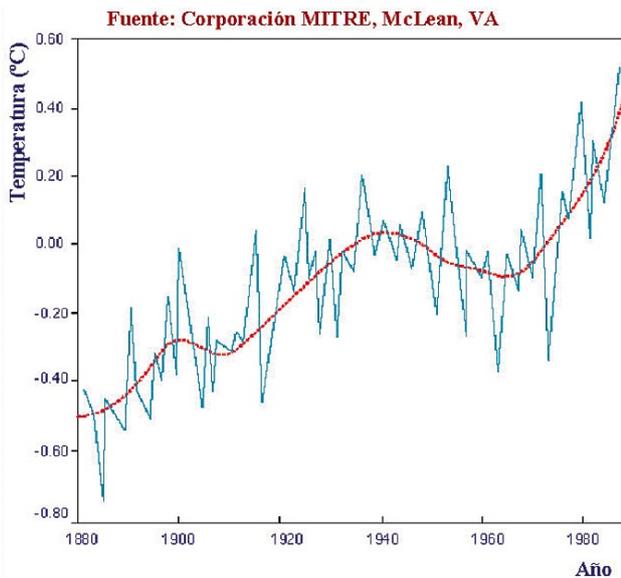


Figura 1. Variación global de temperatura.

nivel de los océanos de más de 10 cm. De ser cierta la correlación entre la concentración del CO_2 en la atmósfera y el calentamiento del planeta podrían ocurrir muchas variaciones climáticas, entre ellas que el nivel de los océanos, a finales del presente siglo, aumentase en más de un metro. Por otra parte, a la energía nuclear, debido a los residuos radiactivos y quizás en menor medida, aunque esto sea una opinión personal, a los riesgos de seguridad de las plantas nucleares, al menos para los países del occidente europeo y los Estados Unidos.

En el contexto de esta encrucijada energética, rechazo de las fuentes energéticas masivas pero demanda creciente del consumo, contexto del que también depende el futuro económico de cada país, incrementar sustancialmente el I + D + i en energía, con énfasis en la i, es no sólo conveniente sino estrictamente necesario. Y lo es, a nuestro modo de ver, en todas las fuentes existentes o potenciales de energía, no sólo las que tienen más opción de ser fuentes masivas, sino todas. A continuación, merece la pena mencionar algunos parámetros que pueden servir de marco para la calificación de fuente potencial masiva: la superficie cultivada del planeta es del orden de 10.000.000 km^2 , la superficie que

sólo podrá garantizarse por una combinación de todas las fuentes energéticas. Sin embargo, y es también un tema opinable, las que tienen más opción de mantenerse o devenir masivas son los combustibles fósiles, particularmente el carbón, si puede quemarse de forma "limpia", con secuestro y almacenamiento del CO_2 ; la energía solar por concentración; y una nueva energía nuclear que genere residuos mínimos comparados con los actuales, que pueda operar en condiciones de altísima seguridad, si no de seguridad intrínseca, y que utilice recursos sostenibles como el uranio 238 o el torio. A largo plazo, también, la fusión termonuclear. Indudablemente, habría que potenciar también otras fuentes energéticas como la solar directa, la eólica, la biomasa y, al menos en los países desarrollados, el ahorro energético. En paralelo, habría que desarrollar la producción y utilización de hidrógeno, que es un combustible ecológico, en el bien entendido de que no es una fuente energética sino un vector energético ya que se consume significativamente más energía en su producción que la que su combustión libera. En todo caso, el hidrógeno puede ser especialmente útil en muchas aplicaciones, particularmente en el transporte,

previsiblemente se necesitaría para abastecer el consumo actual con biomasa sería de 20.000.000 de km^2 , 10.000.000 km^2 si fuese con eólica y 1.000.000 km^2 si el abastecimiento se hiciera con paneles solares.

Parece razonable pensar que el abastecimiento energético futuro, en las condiciones requeridas por los ciudadanos,

que supone del orden del 30 % del consumo.

2. Carbón

Se han ensayado tecnologías varias para el quemado eficiente de carbón evitando la emisión de gases que contaminan el ambiente. Se pueden citar como ejemplos la combustión en lecho fluidizado (CLF), que admite carbones con muy diferentes características, la combustión en lecho fluidizado circulante (CLFC), que permite incrementar significativamente la eficacia del proceso de combustión, a presión, que facilita la desulfuración y desnitrificación así como la gasificación integrada en el ciclo de combustión (ICGC), en la propia tubería de vapor, que también incrementa la eficacia. Algunos ejemplos de plantas térmicas utilizando las tecnologías citadas aparecen en las figuras 2, 3 y 4.

Una tecnología que ofrece oportunidades singulares es la oxigenación con recirculación de carbón pulverizado. Entre otras características permite aumentar considerablemente la concentración de CO_2 en los gases emitidos en el proceso de combustión y proceder a su captura y almacenamiento *in situ*. Para la captura hay múltiples posibilidades aún experimentales: por absorción, adsorción, utilización de membranas, de sorbentes calcáreos, etc...

Con objeto de probar las tecnologías de combustión más prometedoras y ensayar métodos para el secuestro del CO_2 , el Ciemat está iniciando la construcción de una planta experimental en El Bierzo (León), con una potencia de 4 MW, que incluirá también la actividad de recuperación de suelos contaminados, y que se insertará en el marco de las actividades europeas en el campo. En el proyecto se establecen las colaboraciones de universidades, empresas y asociaciones que, además de contribuir a su éxito, permitan la utilización social rápida

de los resultados con el objetivo de mantener y promover la utilización del carbón como fuente energética masiva. Las figuras 5, 6 y 7 muestran una vista simulada de la instalación, de la actividad de recuperación de suelos y de las opciones internacionalmente en consideración para el almacenamiento posterior, geológico, del CO₂.

3. Energía nuclear

Por otra parte, la energía nuclear actual supone, aproximadamente, el 6% del consumo de energía primaria y el 16% de la eléctrica. Existen 440 plantas nucleares en funcionamiento en todo el mundo, con una potencia instalada del orden de 360 GWe. La tabla 1 muestra algunos datos sobre el parque nuclear, 2% del cual está en España. Como consecuencia de su operación existen aproximadamente 300.000 t de combustible irradiado, se generan anualmente 13.000 t más y el consumo anual de uranio, material básico para la fabricación del combustible de las centrales nucleares, es de 66.000 t.

La historia de la energía nuclear es una historia corta pero densa y polémica. Desde el descubrimiento de la fisión por Otto Hahn hasta su aplicación práctica por E. Fermi pasaron sólo tres años. Su nacimiento estuvo marcado por la época convulsa en la que tuvo lugar, tanto por su inmediata utilización con fines militares como por el consecuente desarrollo rápido de las tecnologías que permitieron su utilización energética. La figura 8 sintetiza dicha historia. Desde una infancia en la que se desarrollaron los primeros reactores experimentales, una juventud en la que proliferaron los reactores comerciales de generación de energía eléctrica hasta una madurez en la que se han mejorado significativamente la seguridad de las instalaciones, en la llamada Generación III y una vejez en la que

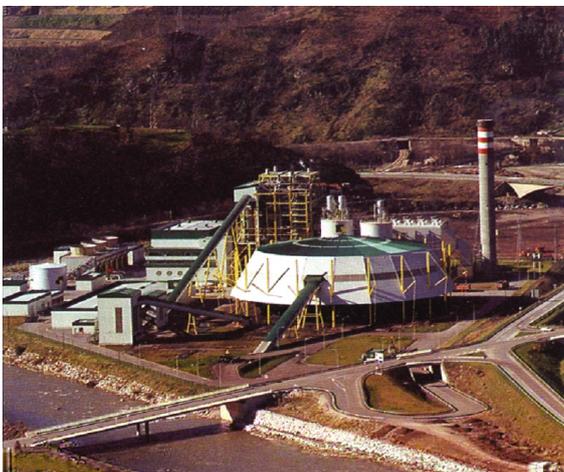
se siguen mejorando las condiciones de seguridad, en la generación conocida como III+. Actualmente, la energía nuclear parece haber alcanzado el máximo de su contribución al consumo. Por una parte, se construyen nuevos reactores pero, por la otra, se cierran instalaciones. Desde el punto de vista económico es una fuente energética competitiva que requiere altas inversiones pero en la que el coste de la energía depende poco del coste del combustible. Desde un punto de vista social tiene una amplia oposición, fundamentalmente por lo que los ciudadanos entienden que es su gran debilidad, la gestión de los residuos. Aunque existan potenciales soluciones para su almacenamiento "geológico" pocos aceptan la hipoteca de tener que convivir con tales almacenamientos por decenas y centenares de miles de años. La seguridad es, también, causa de inquietud, pero en mi opinión, menor que la que ocasionan los residuos. En consecuencia, parece necesario, para una posible resurrección de la energía nuclear, que se demuestre la eliminación de dichos residuos en su casi totalidad. Es por ello que han nacido ideas, utilizando la propia fisión o la transmutación por captura neutrónica, comprobadas experimentalmente a nivel de laboratorio, que pueden permitirlo. Su utilización supone, por una parte, conseguir la separación eficaz de los residuos a eliminar y, por la otra, el desarrollo de tecnologías, todas accesibles, para su destrucción masiva. En general, las ideas se basan en la utilización de aceleradores de partículas, a través de las instalaciones conocidas como "sistemas asistidos por acelerador". Dichas ideas tienen su origen en el rápido progreso de los aceleradores de partículas, que actualmente pueden alcanzar muy altas intensidades y energías, además de eficacias energéticas también considerables. Procede decir que el día que tales sistemas sean operativos para la eliminación masiva de residuos, no sólo tendrán características altísimas



► Figura 2. ICGD (Puertollano, España) 350 Mwe.



► Figura 3. CLFC (Provence, Francia) 250 Mwe.



► Figura 4. Planta térmica.



► Figura 5. Vista simulada de la instalación.



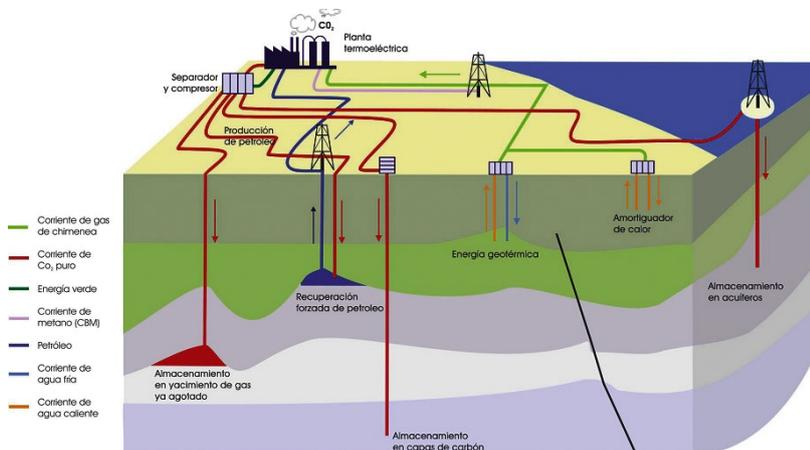
► Figura 6. Recuperación de suelos.

de seguridad, sino quizá intrínsecas por utilizar instalaciones nucleares subcríticas, y permitirán recuperar la energía que almacenan los propios residuos, próxima al 30% de la que se generó al producirse. Es decir, los propios sistemas asistidos por acelerador pueden convertirse en plantas de generación de energía.

En este contexto es en el que se considera un posible renacimiento masivo de la energía nuclear, a través de la denominada Generación IV, que

indispensable que la Generación IV opere con neutrones rápidos, en vez de térmicos, como las instalaciones actuales. En el dominio nuclear, éste es el posible camino para poder disponer de una fuente de energía masiva, quizás aceptable para los ciudadanos, sin efectos ambientales en nuestra atmósfera.

La figura 9 muestra un esquema del sistema asistido por acelerador más considerado en los medios científicos, desarrollado por el profesor C. Rubbia y colaboradores.

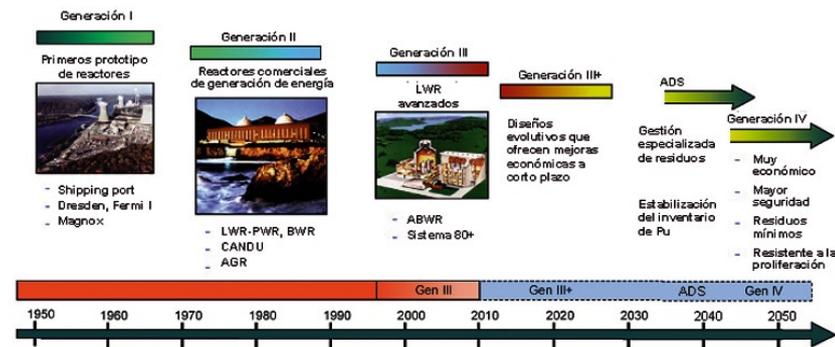


► Figura 7. Opciones internacionales de almacenamiento geológico del CO₂.

además de afrontar el problema de los residuos e incrementar drásticamente la seguridad, permita una generación energética sostenible. La característica “sostenible” se refiere a que las plantas actuales utilizan el isótopo ²³⁵ del uranio y consecuentemente sólo “quemán” aproximadamente 0,5% del uranio natural. Con este método las reservas son limitadas pero serían mucho, o muchísimo mayores si el combustible fuese el isótopo más abundante del uranio, el ²³⁸, o el torio. Para ello es

Se trata de un conjunto nuclear subcrítico, lleno de plomo, o eutéctico plomo-bismuto en estado líquido, en el que se hace incidir, desde la parte alta del mismo y a través de una ventana, el haz de un acelerador de protones con características de dimensión, energía e intensidad precisas. El haz, al incidir en el plomo, genera por espalación una cascada neutrónica, que a su vez induce fisiones en el núcleo. Dichas fisiones calientan el plomo, que se mueve por convección natural, extrayendo el calor y transfiriéndolo a sistemas convencionales de generación de energía eléctrica utilizando intercambiadores de calor. Al ser subcrítico el sistema genera energía sólo en base a la utilización del acelerador y la parada del mismo supone la parada de la instalación. Dependiendo del grado de subcriticidad la seguridad puede alcanzar niveles “intrínsecos” ya que incluso la extracción de calor está prevista utilizando la convección natural. Algunas características adicionales son la capacidad de aceptar combustibles extremos, y por tanto de reducir drásticamente los residuos nucleares, y la flexibilidad que aportan al ciclo del combustible. Los sistemas asistidos por acelerador pueden proporcionar un puente para la gestión de los residuos antes de la instalación de los reactores de Generación IV, si es que no se convierten ellos mismos en tales reactores. Los retos tecnológicos que suponen son en parte similares a los de los reactores convencionales, además de los derivados de la utilización de una fuente de espalación de alta potencia, del acoplamiento de un reactor subcrítico y un acelerador de partículas, la fabricación de combustibles extremos y la compatibilidad de materiales.

Para finalizar con el apartado correspondiente a la energía nuclear habría que referirse al único previsible superviviente térmico, el reactor de muy alta temperatura, (figura 10). El diseño prevé la moderación de los neutrones



► Figura 8. Historia de la energía nuclear.

Centrales nucleares en uso comercial

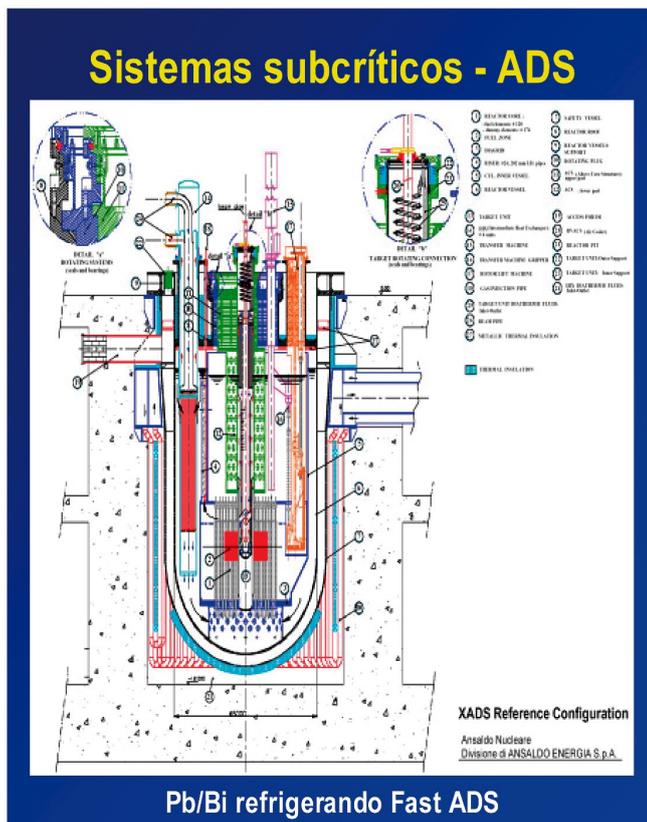
Tipo de reactor	Países principales	Nº	GWe	Combustible	Refrigerante	Moderador
Reactor de Agua a Presión (PWR)	EEUU, Francia, Japón, Rusia	263	237	UO ₂ enriquecido	Agua	Agua
Reactor de Agua en Ebullición (BWR)	EEUU, Japón, Suecia	92	81	UO ₂ enriquecido	Agua	Agua
Reactor Refrigerado por Gas (Magnox & AGR)	Gran Bretaña	26	11	U natural (metal), UO ₂ enriquecido	CO ₂	Grafito
Reactor de Agua Pesada Presurizado "CANDU" (PHWR)	Canadá	38	19	UO ₂ natural	Agua pesada	Agua pesada
Reactor de Agua Ligera moderado con grafito (RBMK)	Rusia	17	13	UO ₂ enriquecido	Agua	Grafito
Reactor Rápido de Neutrones (FBR)	Japón, Francia, Rusia	3	1	PuO ₂ y UO ₂	Sodio líquido	Ninguno
TOTAL		439	361			

**440 PPNN
360 GWe**

Fuente: IAEA April 2004, Nuclear Power Reactors in the World (at 31/12/03)

- 53 Centrales nucleares en const./pedidas/planificadas para aprox. 60GWe
- Consumo anual actual de 66.000 toneladas de U
- Acumuladas 300.000 toneladas de combustible gastado + 13.000 toneladas/año

► Tabla 1. Centrales nucleares en uso comercial.



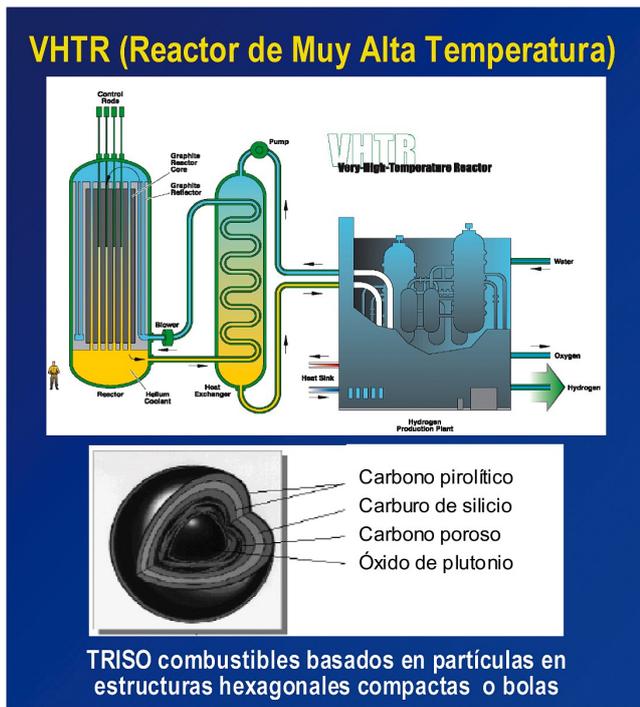
► Figura 9. Esquema de sistema asistido por acelerador.

dual ha de ser almacenado porque no podrá ser reciclado. Sus retos principales son el acoplamiento de la planta nuclear y la química de producción de hidrógeno y otros relacionados con los materiales y el propio combustible.

Un apartado último en relación con la energía nuclear de fisión, a la que se dedica mayor atención que a otras fuentes energéticas debido a que este artículo se incluye en el contexto de las jornadas organizadas por el CSN, es el que presenta los programas de I + D europeos, y otros con amplia participación europea. En la figura 11 se muestra una relación de los mismos, el campo tecnológico al que pertenecen y a qué generación corresponde la problemática que pretenden resolver. A continuación, se dedicarán unas líneas a sus objetivos principales.

3.1 Programas europeos de I+D

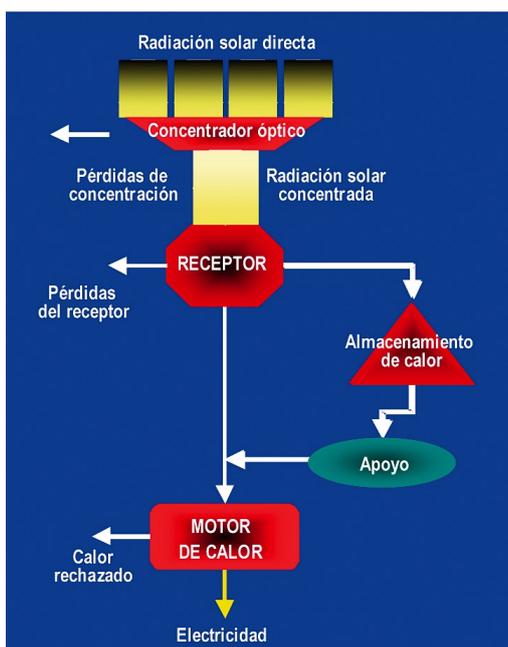
Los programas *Phebus* y *Cabri* tienen como objetivo, respectivamente, el desarrollo de códigos para validar accidentes severos y el comportamiento del combustible sometido a alta irradiación y el programa *Artist* la elaboración de bases de datos para estudiar las consecuencias de la rotura del generador de vapor. El programa *Jules Horowitz* será un reactor de 30-40 MW, a emplazar en Cadarache (Francia) diseñado para estudiar combustibles y materiales, también extremos, expuestos a diferentes flujos y grados de quemado, los programas HTTR y HTR10, instalados en Japón y China, son dos prototipos de reactores de alta temperatura, 800-950 y 750°C respectivamente, y pequeña potencia, 30 MW y 10 MW y HALDEN en un reactor de experimentación, en Noruega, dedicado a estudiar el comportamiento de componentes de reactores de agua ligera. EURO-PART es el programa europeo que tiene como objetivo optimizar la separación de residuos utilizando tanto las tecnologías acuosas como pirometalúrgicas. ASPO está dedicado a estudiar las características de un almacenamiento geológico



► Figura 10. Reactor de muy alta temperatura.

	Gen II	Gen III y Gen III+	Gen IV	ADS
Seguridad	PHEBUS-FP		HTR	MUSE
Fis. - Ing. Básica	CABRI ARTIST		Reactor Jules Horowitz	
	HALDEN		HTR10	
Gestión de Residuos	EUROPART			
	Almacén geológico profundo: ASPO			
Combustible /Refrigerante			EuroTRANS nTOF	
			EFTRA - AFTRA TECLA - SPIRE- MegaPIE	

► Figura 11. Relación de los programas europeos de I+D.



► Figura 12. Esquema de los flujos de una planta solar.

profundo y EuroTRANS es el programa europeo dedicado a optimizar la eliminación de residuos nucleares, bien por fisión, bien por transmutación, así como el diseño y construcción de prototipos que demuestren la viabilidad de su destrucción masiva. MUSE es un experimento destinado a estudiar el control de conjuntos nucleares subcríticos, nTOF dedicado a medir secciones eficaces de captura neutrónica de isótopos de interés y los programas EFTTRA-AFTRA y TECLA-SPIRE tienen como objetivos estudiar combustibles con matriz inerte y la tecnología para refrigeración con plomo, o plomobismuto. Finalmente MegaPIE es un experimento para prueba de una fuente de espalación de 1 MW de potencia.

Puede observarse que, aparte de los programas enfocados a la seguridad de las actuales plantas nucleares y los que desarrollan tecnologías para los reactores de muy alta temperatura, la mayor parte de los programas en curso están destinados, de una u otra forma, a la eliminación de residuos nucleares y más concretamente a efectuar los desarrollos que requiere la construcción de un sistema asistido por acelerador, del tipo propuesto por C. Rubbia y colaboradores. El Ciemat participa en la gran

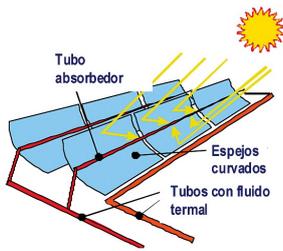
mayoría de ellos, en general en el marco de sus colaboraciones con el CSN o sus aportaciones al plan de I + D de Enresa.

Las consideraciones anteriores sobre el posible futuro de la energía nuclear son, obviamente, de importancia para el CSN. Las relacionadas con la eliminación de los residuos, porque previsiblemente serán de aplicación en nuestro país y las que tienen que ver con la Generación IV porque no es descartable que también lo sean, una vez que los ciudadanos y sus representantes evalúen las características de una energía nuclear diferente y los pros y contras de la misma en un contexto energético cada vez mas difícil.

4. Energía solar

El sol es una fuente energética masiva. La potencia que nos llega de él es del orden de 100.000 TW, 10.000 veces más que la actualmente necesaria para el consumo. La energía solar tiene un alto valor energético ya que se origina en la superficie solar a una temperatura equivalente a la del cuerpo negro. Por consiguiente, puede convertirse, en un muy alto porcentaje, en trabajo mecánico utilizando ciclos termodinámicos o en energía libre de Gibbs a través de reacciones químicas. Sin embargo, aunque la densidad energética emitida por el sol es elevada, 63 MW/m², sufre una gran dispersión hasta que llega a la Tierra, de forma que en la superficie de nuestro planeta la energía recibida es sólo del orden de 1 kW/m². Por consiguiente, para alcanzar temperaturas que permitan la construcción de plantas solares térmicas, se hace necesario concentrar la radiación solar. Su utilización con este objetivo supone la puesta a punto de sistemas de concentración, de acuerdo con un esquema como el que aparece en la figura 12.

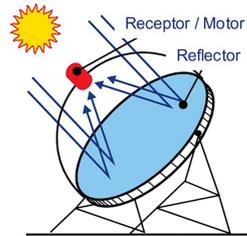
Hay varios dispositivos para concentrar la energía solar que en general pueden clasificarse en concentradores en dos y tres dimensiones. Los primeros concentran la



Colectores parabólicos



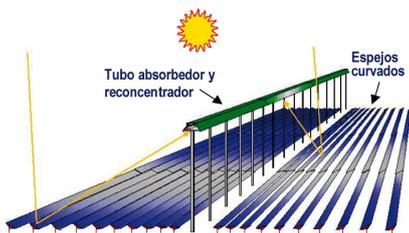
► Figura 13.



Discos parabólicos



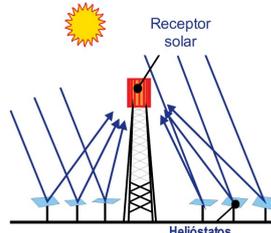
► Figura 15.



Reflector lineal Fresnel



► Figura 14.



Receptor central



► Figura 16.

energía en torno a una línea y los segundos en una región en torno a un punto (figuras 13, 14, 15 y 16). Entre los primeros hay que mencionar los colectores de espejos parabólicos y los reflectores lineales de Fresnel. Entre los segundos, los sistemas de discos parabólicos y los de receptor central utilizando heliostatos. Los primeros permiten alcanzar factores de concentración entre 30 y 80, significativamente mayores para colectores parabólicos que para los reflectores lineales, y los segundos alcanzan factores de concentración superiores a 100. Para los sistemas de receptor central pueden obtenerse factores de concentración entre 200 y 1.000, y para los discos parabólicos, que

generalmente utilizan el ciclo de Stirling, varían entre 1.000 y 4.000. Dado su bajo rendimiento y altos costes de instalación, los sistemas

de discos parabólicos se utilizan en pequeñas unidades modulares baja potencia, entre 5 y 25 kW. Por otra parte, los reflectores lineales de Fresnel, debido a su bajo factor de concentración, permiten alcanzar temperaturas aún insuficientes para las plantas térmicas de generación de energía eléctrica y son utilizados integrados en ciclos combinados, para generar vapor precalentado.

Las dos tecnologías que pueden considerarse maduras para iniciar una generación eléctrica masiva son la de colectores parabólicos y la de receptor central y aunque ninguna de ambas sea capaz todavía de competir en costes con la energía producida por plantas de combustibles fósiles, hay fundadas esperanzas de que puedan cuando se optimicen los espejos, los receptores lineales o puntuales, el fluido a utilizar, la fabricación en serie de todos los componentes e, incluso, los sistemas convencionales de generación eléctrica, adaptándolos a la potencia óptima. Todo ello sin tener en cuenta los costes que conllevará el secuestro de CO₂ ni el posible incremento de precio de los combustibles fósiles. Sin embargo, una condición que se considera inexcusable para alcanzar la competitividad y consecuentemente convertirse en fuente energética masiva es conseguir almacenar la energía eficazmente. Las plantas solares habrán de operar adecuadamente en zonas



► Figura 17. Vista aérea de la PSA.

de buena insolación, más de 3.000 horas de sol por año, pero para que devenga competitiva es necesario que esté en condiciones de generar energía de acuerdo con el consumo. A este respecto, se dispone ya de diseños y pequeños experimentos que podrían tener aplicación en pocos años.

El Ciemat ha estado activo en el dominio de la energía solar y dispone de uno de los mejores laboratorios del mundo en el campo, la plataforma solar de Almería (figura 17). En él hay prototipos de las tecnologías antes mencionadas

que la fusión apenas avanzó en las décadas pasadas, pero no es cierto. Ha progresado de forma exponencial. Sin embargo, es largo el camino entre los primeros experimentos que confirman la validez del proceso a escala de laboratorio y los necesarios para demostrar su utilidad comercial. La figura 18 muestra la evolución temporal de la energía generada en los experimentos de fusión, en escala semilogarítmica. En ella, se muestra la evolución exponencial referida. También puede observarse que la opción de confinamiento magnético progre-

en el eje de ordenadas, es el producto de la densidad de iones por el tiempo de confinamiento y por la temperatura. En el eje de abcisas se muestra el valor de ésta última. En la figura se menciona otra variable Q , que es la relación entre la potencia suministrada al sistema y la obtenida del mismo. Cuando Q es igual a 1 significa que se ha alcanzado el punto de rentabilidad energética. Cuando Q es mucho mayor que 1 significa que se ha alcanzado la ignición y que el sistema se automantiene, generando energía. Como puede observarse se está ya próximo al punto de rentabilidad energética y no demasiado lejos de las condiciones de un potencial reactor.

Como es bien sabido el próximo paso, a escala mundial, es el experimento ITER, ampliamente mencionado en los medios de comunicación. Dicho experimento, cuya localización definitiva será en Caradache (Francia), pretende demostrar que se alcanzan experimentalmente las condiciones de ignición. Con él se esperan conseguir valores de Q en torno o mayores de 10, por tiempos del orden de varios minutos. La instalación se basa en el principio de los Tokamaks y será una gran instalación en cuya construcción se hace necesario desarrollar prácticamente todas la tecnologías de vanguardia. El presupuesto previsto está en consonancia con su comple-

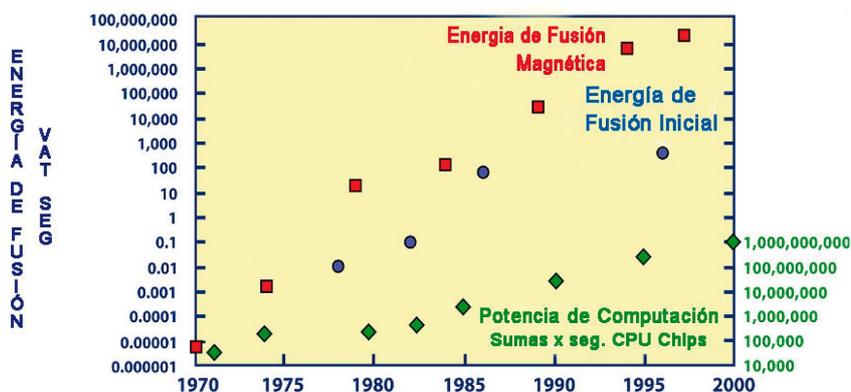


Figura 18. Progreso comparativo.

y de otras que permiten la utilización de energía solar en desalación y detoxificación de agua, arquitectura bioclimática, etc. Basándose en su experiencia, en colaboración con expertos internacionales y con empresas españolas de generación eléctrica, de bienes de equipo y de ingeniería, el Ciemat está preparando diseños optimizados para la construcción de plantas solares de potencia, que probablemente abran el camino para una utilización de la energía solar térmica en la generación masiva de energía eléctrica.

5. Fusión termonuclear

La fusión termonuclear es otra opción energética masiva en un plazo de varias décadas. A pesar del escepticismo generalizado entre personas ilustradas en el campo, esta vez la afirmación es posiblemente correcta. Se tiene la impresión de

só más que la de confinamiento inercial. Sin embargo, la energía generada en los más recientes tan sólo ha alcanzado del orden de 100 MJ, lejos aún de la producción energética masiva. La figura 19 muestra los intervalos de tiempo y potencia alcanzada en experimentos realizados en los más avanzados sistemas de fusión por confinamiento magnético, los del JET y el TFTR. Otra demostración del progreso realizado en fusión aparece en la figura 20, que muestra el valor del parámetro más relevante en la fusión, indicativo del grado de confinamiento, para los distintos experimentos realizados hasta la fecha. Dicha variable, cuyos valores se muestran

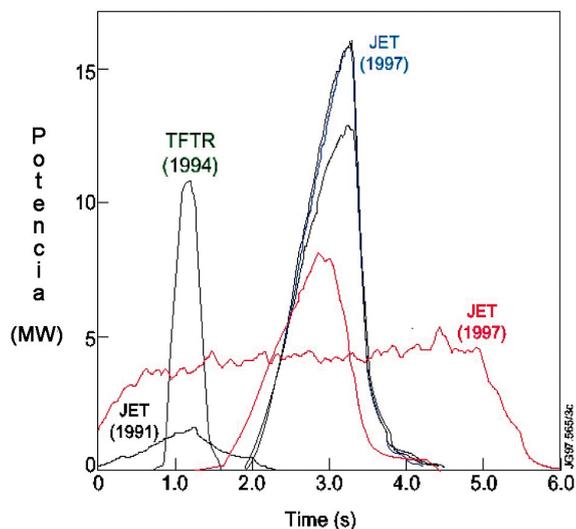


Figura 19. Fusión en el laboratorio: experimentos D-T.

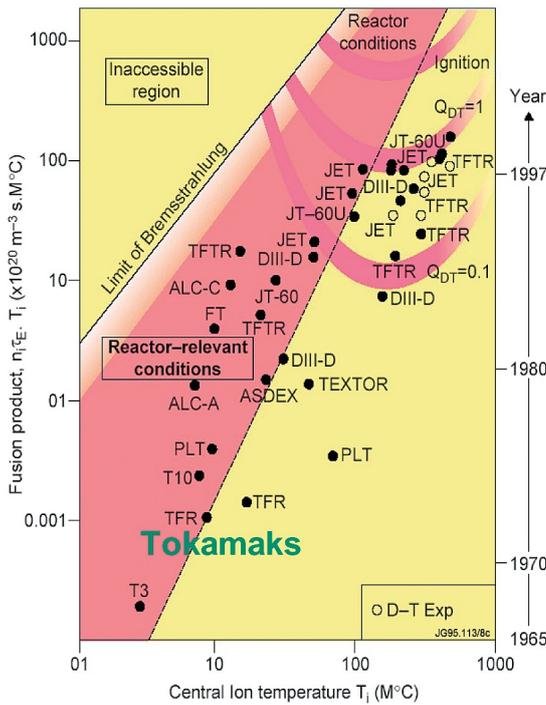


Figura 20. Progreso en el triple producto nT.

Reacción Típica: ${}^7\text{Li}(d,2n){}^7\text{Be}$ ${}^6\text{Li}(d,n){}^7\text{Be}$ ${}^3\text{He}(n,T){}^4\text{He}$
Deuterones: 32, 36, 40 MeV 2x 125 mA **Haz** 5x20 cm²

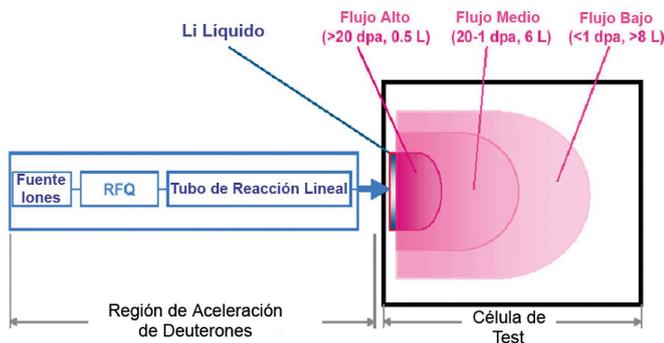


Figura 21. Ejemplo de instalación subsidiaria.

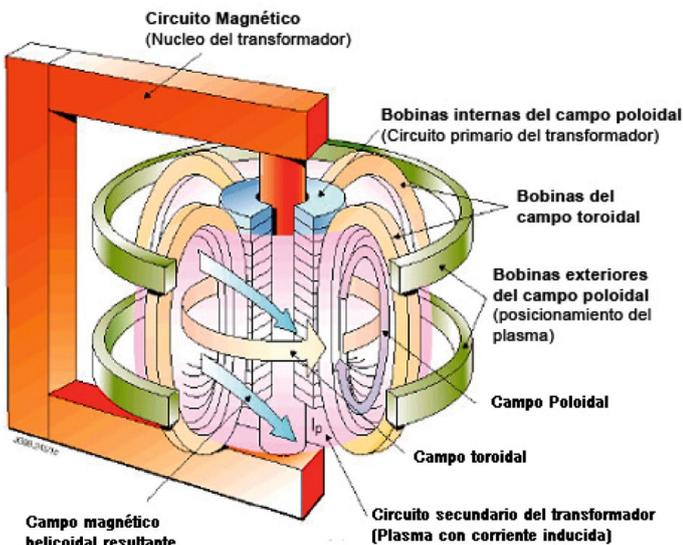


Figura 22. Esquema de Tokamaks.

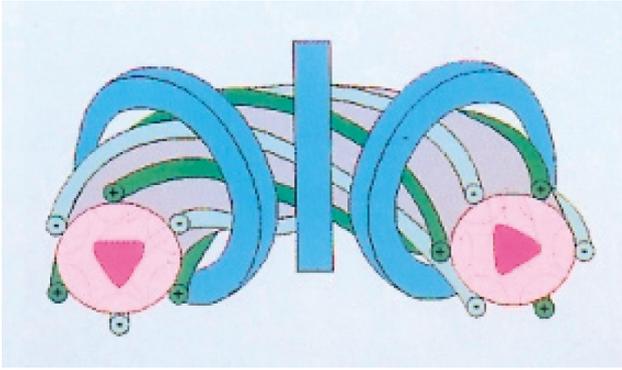
jidad y tamaño, 4.500 millones de euros. El marco de su realización es el de una colaboración a nivel mundial: Europa, Japón, Estados Unidos, Rusia, China, Corea del Sur y otros y el programa, además del indudable interés energético a largo plazo, tiene hoy un altísimo interés tecnológico, como todas las instalaciones de vanguardia en Gran Ciencia. Un ejemplo de instalación subsidiaria requerida por ITER es la *Facilidad Internacional de Irradiación de Materiales de Fusión (IFMIF)*, cuyo esquema aparece en la figura 21, que incluye un acelerador de

deuterones de muy alta intensidad, centenares de mA, con el objetivo de acumular datos para el desarrollo del manto extractor de calor y generador de tritio. Su coste se estima en 1.000 millones de euros.

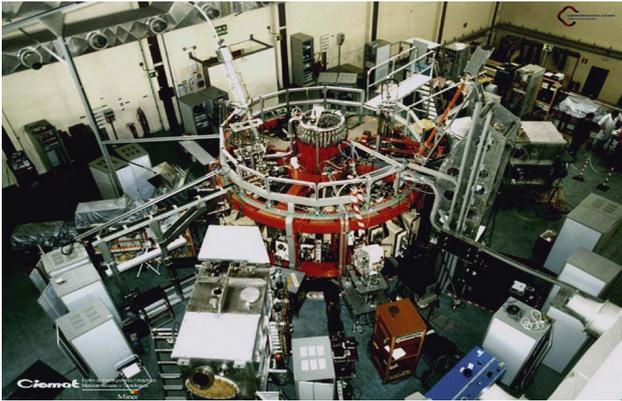
Si ITER tiene el éxito esperado, el paso siguiente será la construcción de un reactor de demostración, como fase previa para que la fusión pueda devenir una fuente de energía masiva. Dicho demostrador resolverá los problemas de operación estacionaria, mate-

riales avanzados, mantenimiento, conexión a la red eléctrica, etc. En consecuencia sí que parece posible que, dentro de varias décadas, se pueda contar con otra fuente masiva y sostenible de energía, no sin problemas, como cada fuente energética. También tendrá residuos radiactivos aunque considerablemente menos que los de la actual fisión nuclear y su complejidad tecnológica la hace difícilmente utilizable, al menos al principio, por muchos países en vías de desarrollo, que son los que previsiblemente necesitarán incrementar más su consumo energético en el futuro.

El Ciemat, además de participar en el JET y en ITER, tiene un experimento propio en fusión por confinamiento magnético, integrado en el programa europeo de fusión. Se trata de un *Estelator* tipo Heliac, con ciertas características que le hacen científicamente único en el mundo. Es bien sabido que en los Tokamaks el campo poloidal que confina el plasma está producido por la propia corriente (figura 22), mientras que en los *Estelators* está generado por corrientes externas al plasma. Los primeros son de ingeniería más sencilla, pueden alcanzar mayores tamaños con facilidad y son más adecuados para demostrar las condiciones de la ignición. Sin embargo, la operación es pulsada y presenta el problema de las interrupciones (pérdida incontrolada del confinamiento). Los segundos (figura 23), son de ingeniería más compleja, considerablemente menos desarrollados que los Tokamaks, pero como su operación es estacionaria no existen interrupciones. Para la época en que la fusión devenga comercial parece posible que las instalaciones finales sean *Estelators*. El experimento del Ciemat (figura 24) ha permitido situar a nuestro país entre los países con experiencia en fusión, ha servido para dinamizar colaboraciones científicas en España y ha sido de gran utilidad para interesar a nuestra industria en las muy avanzadas tecnologías que la fusión requie-



► Figura 23. Esquema de Estellerator.



► Figura 24. Experimento del Ciemat.



► Figura 25. Instrumento para biomasa.



► Figura 26. Recolección de cultivos para biomasa.



► Figura 27. Secado de cultivos para biomasa.

re. Además, la decisión de construir ITER en Caradache ha venido acompañada por el establecimiento en Barcelona de la llamada “Entidad Legal Europea de Fusión”, que llevará a cabo la coordinación de los trabajos europeos para la preparación técnica y administrativa del emplazamiento de ITER. Dicha unidad gestionará contratos por un valor de más de 2.000 millones de euros, hará un seguimiento técnico de los mismos, coordinará los trabajos de I + D para componentes y subsistemas de ITER y del programa europeo de tecnología de fusión. Durante la etapa de creación, que durará del orden de dos años, la Entidad Legal estará integrada en el laboratorio nacional de fusión del Ciemat.

6. Biomasa

La Biomasa es otra fuente energética, ampliamente utilizada, que ocupa un lugar destacable en la generación de energía, y parece claro que pueda jugar un papel importante en el futuro, tanto para la generación térmica como en la producción de biocombustibles, biodiesel o bietanol, que permitan disminuir significativamente la casi total dependencia actual

del petróleo en el transporte, cuyo consumo supone casi el 30% del consumo total de energía. La biomasa puede tener, además, un importante papel social para sustituir cultivos no competitivos por otros, mucho más fáciles de producir, con valor energético, contribuyendo así a mantener productivos terrenos de otra forma abandonados, evitando la emigración de poblaciones rurales. Es también una fuente energética fácilmente utilizable por países en vías de desarrollo, algunos de los cuales ya son importantes usuarios



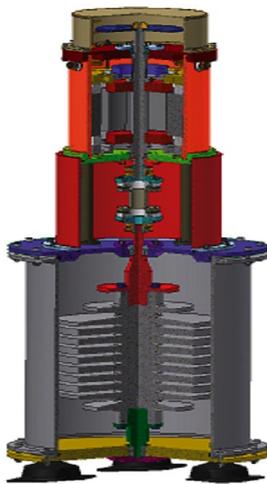
► Figura 28. Molienda de cultivos.



► Figura 29. Densificación de cultivos.



► Figura 30. Aerogenerador.



► Figura 31. Esquema de aerogenerador.

de la misma. La biomasa prácticamente no altera el equilibrio de la atmósfera, dado su origen.

La utilización de la biomasa en la generación térmica supone actividades varias. Es necesario caracterizar la biomasa y elegir los cultivos óptimos para cada zona; requiere un pretratamiento (recolección, almacenamiento, secado, molienda y densificación) así como optimizar la tecnología para su conversión térmica (figuras 25, 26, 27, 28 y 29). Por otra parte, la producción de biocombustibles requiere desarrollar la conversión bioquímica adecuada.

El Ciemat tiene un laboratorio principalmente dedicado a la biomasa, el CEDER, en Lobia (Soria) y en él se llevan a cabo las actividades antes indicadas, en el seno de colaboraciones universitarias, industriales e internacionales. Su objetivo es



► Figura 32. Aerogenerador.



► Figura 33. Paneles solares.



► Figura 34. Panel solar.

la promoción de la utilización de la biomasa en España. Recientemente, el Gobierno ha aprobado la creación de un centro internacional de derecho ambiental y un observatorio de sostenibilidad que también se ubicarán en el CEDER-Ciemat.

7. Energía eólica

La energía eólica tiene ya un desarrollo comercial en grandes aerogeneradores y plantas. España es

uno de los países con mayor contribución de energía eólica, aproximadamente un 6%, de la generación eléctrica, en buena medida por tecnologías desarrolladas en el Ciemat. Desde el punto de vista de desarrollos pendientes, la optimización de pequeños sistemas autónomos y el almacenamiento energético son temas a los que el Ciemat está dedicando una atención preferente (figuras 30, 31 y 32). Parece claro que la energía eólica tiene y tendrá un lugar significativo en el abastecimiento energético, que en el futuro se prevé diversificado, pero no es probable que se convierta en una fuente masiva de energía.

Volviendo a la energía solar, no se ha hecho todavía mención a la energía solar fotovoltaica ni a la solar directa de media y baja temperatura. Ambas tienen su mercado, actual y potencial y ambas necesitan desarrollos, particularmente la primera, para

incrementar el rendimiento, aún limitado, de las celdas solares. Su contribución a la generación de energía también es de interés pero en la actualidad su proyección es difícil de estimar. Ambas son ya útiles como sistemas autónomos para ser integrados en edificios, instalaciones industriales,

etc. El Ciemat también dispone de grupos de calidad dedicados a su desarrollo (33, 34 y 35).

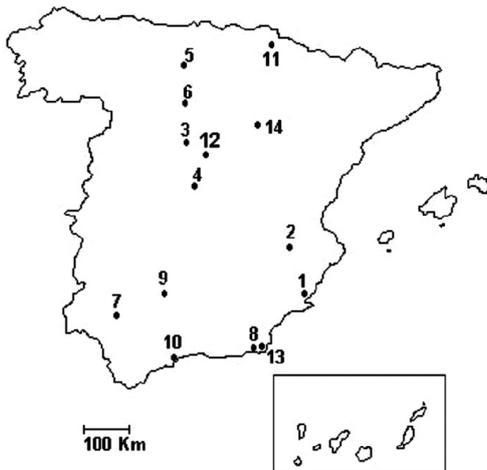
La edificación solar es otro tema de interés en el campo de la energía. En general, el ahorro de energía es, al menos en los países desarrollados, una potencial e importante "fuente de energía". El diseño de edificios con acondicionamiento térmico, la información precisa sobre el consumo de edificios y su comportamiento ener-



► Figura 35. Detalle del sistema de obtención de energía solar.



► Figura 38. Laboratorio.

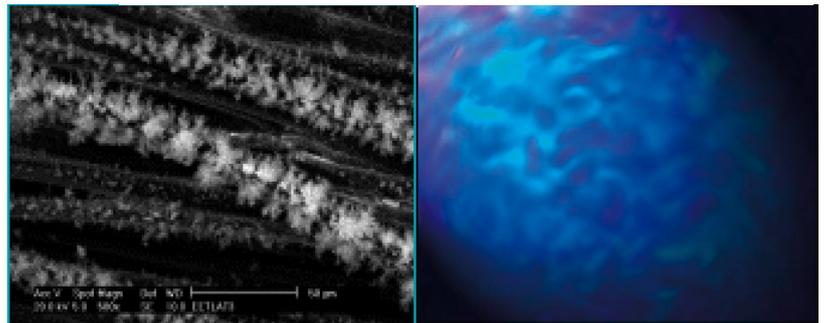


► Figura 36. Edificación solar en España.

gético, la adaptación de sistemas activos para calentamiento y refrigeración son aspectos importantes del ahorro energético (figura 36). Una optimización de todos ellos puede conllevar una disminución significativa de las necesidades del consumo. El Ciemat también dedica atención preferente a estas actividades (figura 37).

8. Hidrógeno

Finalmente, el hidrógeno merece una mención especial. Históricamente el hidrógeno ha despertado interés desde el comienzo de la era industrial y el primer motor de combustión, el conocido como ciclo de Nicholas Otto, fue de hidrógeno, en



► Figura 39. imagen de tejidos de carbón cubiertos con electrocatalizador de Pt/C.

1867. Posteriormente, la gasolina barata hizo casi desaparecer dicho interés pero hoy, con los problemas ambientales que originan los combustibles fósiles, ha vuelto a recuperar protagonismo. Ciertamente la combustión de hidrógeno, cuyo subproducto es agua, es ecológicamente fascinante. Sin embargo, el hidrógeno no es una fuente energética; su producción supone consumir significativamente más energía que la que posteriormente libera. En general, dicha producción es más eficiente utilizando procesos químicos a alta temperatura, con la ayuda de instalaciones solares, nucleares o térmicas. El transporte de hidrógeno plantea problemas que distan de ser insuperables y, desde luego, el hidrógeno puede ser un gran protagonista, si los de-

sarrollos para su producción eficaz alcanzan el éxito esperado, para sustituir al petróleo en gran parte de las necesidades derivadas del transporte, bien directamente, bien mediante la utilización de celdas de combustibles. El Ciemat está dedicando una particular atención al tema, tanto al de producción de hidrógeno a alta temperatura como al desarrollo de celdas de combustible. En este último campo, el Ciemat hace desarrollos en electrocatalisis y conversión electroquímica, en nuevos materiales para componentes de celdas de combustible y en la fabricación de equipos y sistemas integrados (figuras 38, 39 y 40).

9. Conclusiones

Como conclusión procede decir que, en la actualidad, la energía y el medioambiente son un problema social básico, con enorme trascendencia económica. En mi opinión es estrictamente necesario incrementar significativamente el I + D + i en ambos campos, estrechamente ligados, con énfasis en



► Figura 37. Instalaciones solares del Ciemat.



► **Figura 40.** Primer proyecto para conversión de energía solar, generación y consumo de hidrógeno en una CC.



► **Figura 41.** Vista general del Ciemat (Madrid).

la i, para disponer de fuentes de energía alternativas que permitan disminuir nuestra dependencia del petróleo y del gas, así como hacer del carbón una fuente energética

ambientalmente aceptable. Existen múltiples vías para ello aunque previsiblemente, la generación energética futura estará mucho más diversificada que la actual.

Este artículo se encuadra en el nacimiento del Consejo de Seguridad Nuclear. Tanto el CSN como el Ciemat pertenecen a la misma estirpe. El CSN creado para atender las necesidades de seguridad que la utilización de los procesos nucleares y radiactivos requieren, como consecuencia de la promoción que el primer miembro de la estirpe, la Junta de Energía Nuclear (JEN), hizo de las mismas. El Ciemat como organismo técnico de apoyo al CSN y otros miembros de la misma familia, como Enresa o Enusa. El Ciemat ha tenido la responsabilidad, además, de ser el primogénito y adaptarse a la época, convirtiéndose en el organismo que promueve en España el I + D + i en todas las fuentes de energía. Sus tareas, por las razones antes explicadas, son más complejas que las de su predecesor, aunque siempre, o casi siempre, los hijos piensan que su tarea es más difícil de lo que fue la de sus progenitores. Quizás sea éste el caso. Sea como fuere e independientemente de las funciones de cada uno de ellos y de sus formas de pensar, cuando un miembro de la familia celebra aniversarios todos le acompañan. Eso es lo que sucede hoy; hay que aprovechar la plataforma que proporciona este artículo para felicitar al CSN. La figura 41 es una foto en donde se muestra la casa común. ☺

 Agustín Alonso*

El futuro de la energía nuclear

En la actualidad, la energía nuclear representa el 23,5% de la energía total de electricidad de los países de la OCDE.

Es la energía que ofrece los menores costes de generación, que no emite gases de efecto invernadero ni contribuye al calentamiento global pero que genera residuos radiactivos y tóxicos que la sociedad

percibe como un riesgo inaceptable y, por ello, el desarrollo de nuevas instalaciones nucleares en Europa se encuentra estancado o en retroceso. La información veraz y la participación social en las decisiones es la mejor forma de lograr erradicar la fobia social que produce esta fuente de energía.

1. Introducción y acotación del tema

El futuro de la energía nuclear para aplicaciones energéticas, tales como la generación de electricidad, depende de la consideración pública y privada de sus propias características y cómo éstas se comparan con las peculiaridades de otras fuentes de energía. El presente de la energía nuclear es ya brillante en el mundo occidental, aunque su desarrollo se haya estancando en las últimas décadas. En el mundo oriental el presente es muy activo y no se advierten indicaciones de cambio. Por esta razón, la discusión se centrará en el futuro de la energía nuclear en Occidente y, más concretamente, en España.

En el análisis de la situación

se consideran las características específicas de la energía nuclear, entre otras: ser intensiva en capital, intelecto y energía, así como sus implicaciones éticas relacionadas con: la seguridad, la gestión de residuos radiactivos y el control de las sustancias de naturaleza estratégica.

2. La situación actual

En la tabla 1 se resume, con referencia al 31 de diciembre de 2004, la capacidad nuclear de los países de la OECD, la cual representa el 84 % de la capacidad nuclear instalada en el mundo. Además, durante 2004 entraron en funcionamiento la central Ulchin-5 de 960 MWe netos en Corea del Sur, y la central Hamaoka-5 de 1325 MWe netos en Japón; se encontraban en construcción cuatro unidades (Japón y Corea) con una capacidad de 4,2

GWe, mientras que se pararon definitivamente las cuatro unidades de 50 MWe, del tipo Magnox, en Chapelcross en el Reino Unido.

Se reitera que la actividad nuclear permanece en los países asiáticos, mientras que en la región europea prevalece el estancamiento y la discrepancia. Existen planes para prescindir paulatinamente de la energía nuclear en Alemania, Bélgica, Holanda y Suecia, donde en 2005 se ha cerrado definitivamente la unidad 2 de la central de Barsebäck. Por otro lado, en Finlandia se ha aprobado la construcción de la segunda unidad en Olkiluoto, del modelo EPR, y en Francia existen planes concretos de construir una unidad en Flamanville, Baja Normandía, también del tipo EPR. En España se ha tomado la decisión de cerrar de forma definitiva la central José Cabrera el 30 de abril

* Agustín Alonso Santos es catedrático de Tecnología Nuclear y ex-consejero del Consejo de Seguridad Nuclear.

► **Tabla 1. Resumen de la capacidad nuclear en los países de la OECD (a 31 de diciembre de 2004)**

País	Centrales en explotación	Capacidad instalada GWe neto	Demanda de uranio en 2004 (toneladas U)	Contribución a la generación de electricidad (%)
Alemania	18	20,6	3.000	30,1
Bélgica	7	5,8	845	55,2
Canadá	22	12,0	1.700	15,1
Estados Unidos	104	99,7	24.143	20,0
España	9	7,5	2.040	22,7
Finlandia	4	2,7	536	26,5
Francia	59	63,4	7.184	78,1
Hungría	4	1,9	512	38,5
Japón	52	43,9	7.140	30,0
Méjico	2	1,4	181	4,7
Holanda	1	0,5	65	3,8
Reino Unido	23	11,9	1.600	20,0
Rep. de Corea	19	15,9	3.200	38,0
Rep. Checa	6	3,5	598	31,8
Rep. Eslovaca	6	2,5	501	55,5
Suecia	11	9,5	1.600	50,6
Suiza	5	3,2	317	39,4
Total	352	305,9	56.108	23,5

de 2006, sin bases técnicas sólidas, ya que el explotador cumplía los requisitos impuestos por el regulador, al mismo tiempo que se ha incrementado la potencia de otras unidades.

La tecnología que pudiera ser utilizada en el futuro se basaría en los reactores evolutivos y en los reactores innovadores. Los primeros son proyectos avanzados de los reactores de agua ligera actuales. Destacan el modelo avanzado de agua en ebullición, ABWR, del que ya existen en Japón varias unidades en explotación y en construcción; el reactor de agua a presión europeo, EPR, que recoge lo mejor de la tecnología de Framatome, en Francia, y de Siemens, en Alemania, y los modelos AP-1000 y SBWR-600 certificados por la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos.

Los modelos innovadores se están considerando en torno a dos proyectos internacionales:

INPRO (Proyecto Internacional sobre Ciclos del Combustible y Reactores Nucleares Innovadores), fundamentalmente patrocinado por Rusia, y el proyecto GIF (Foro Internacional de la Generación IV), bajo la dirección de los Estados Unidos. El proyecto INPRO se inició en el año 2000 en virtud de una resolución tomada por los Estados Miembros del OIEA con el objetivo de que la energía nuclear pueda constituir una opción energética global. España es miembro fundador de INPRO. El proyecto GIF nace en 1997 de una iniciativa del Comité de Asesores en Ciencia y Tecnología del presidente de los Estados Unidos. Incluye diez países industrializados y dos instituciones: FORATOM y la Comisión Europea. España no se unió a los miembros fundadores. El GIF tiene como objetivo el desarrollo y la demostración de uno o más sistemas nucleares que puedan ser comercializados en el año 2030.

A tal fin se han seleccionado seis conceptos innovadores que incluyen reactores térmicos de elevada temperatura refrigerados por helio o agua en condiciones supercríticas, reactores epitérmicos y homogéneos de sales fundidas y reactores rápidos reproductores. Tanto INPRO como GIF buscan soluciones que consideren directamente las características propias de la energía nuclear que antes se citaron.

3. La energía nuclear es intensiva en capital

Las compañías eléctricas asumen la responsabilidad de producir un bien de naturaleza social considerado imprescindible y han de hacerlo al menor coste posible; por ello, el análisis económico de las fuentes de generación de energía eléctrica constituye un capítulo esencial en las decisiones. Toda inversión en fuentes de generación de energía eléctrica incluye

► **Tabla 2. Costes comparativos de las distintas opciones de generación eléctrica.**

Opción	Coste de la inversión (US\$/KWe)	Coste de la generación (US\$/MWh) al 5%	Coste de generación (US\$/MWh) al 10 %
Nuclear	1000-2000	21-31	30-50
Carbón	1000-1500	25-50	35-60
Gas	400-800	37-60	40-63
Eólica	1000-2000	35-95	45-140

tres partidas básicas: el coste de la inversión, el coste del combustible y el coste de la operación y del mantenimiento. En el coste de la inversión es necesario contar con el capital a invertir y los correspondientes intereses intercalarios durante la construcción. Las centrales nucleares se encuentran en desventaja en este aspecto; por ello, los proyectos actuales hacen todos los esfuerzos posibles para reducir los tiempos de construcción. Por su parte, el coste del combustible nuclear es mucho menos representativo y mucho más fiable que el de los combustibles fósiles, siendo ésta una ventaja considerable.

Aunque existen protocolos específicos para realizar el análisis económico y comparativo de las fuentes de generación de energía eléctrica, los resultados dependen de las hipótesis introducidas por las distintas compañías eléctricas y de las prácticas financieras utilizadas. Además, estas evaluaciones no son por lo general documentos públicos. Sin embargo, la Agencia Internacional de Energía Nuclear de la OECD y la Agencia Internacional de la Energía realizan periódicamente análisis de los costes de generación de energía eléctrica en los distintos países miembros tomando como base los datos oficiales suministrados por las autoridades nacionales.

El último de esos análisis: *Projected Costs of Generating Electricity. 2005 Update* se ha publicado este mismo año y de este trabajo se han tomado los resultados más significativos. El estudio se basa en los datos suministrados por 18 países de la OECD y tres países

asociados. España no aportó datos a esta evaluación, ni tampoco hubo participación de expertos españoles en el estudio comparativo. El estudio se refiere a 130 proyectos, que incluyen, entre otros, 27 centrales de carbón, 23 de gas, 13 proyectos nucleares, incluyendo la central de Olkiluoto en Finlandia, 19 parques eólicos, 6 plantas solares, 24 instalaciones de producción de calor y electricidad y 10 instalaciones de diferentes combustibles y tecnologías. Los datos son enviados por las instituciones participantes de acuerdo con un protocolo bien establecido; mientras que los análisis se realizan de acuerdo con un procedimiento desarrollado específicamente por las instituciones responsables, la NEA y la IEA.

La metodología utilizada toma como referencia el año 2010, supone que la vida económica de la instalación se limita a 40 años, el factor de carga para aquellas centrales que funcionen en base, como es el caso de las centrales nucleares, se limita al 85 %, y los cálculos se realizan sobre tasas de descuento del 5% y del 10%. El análisis reconoce la importancia actual de los riesgos financieros de los mercados competitivos, pero no los tienen en cuenta. La consideración de este riesgo desfavorece las opciones intensivas en capital, como es el caso de las centrales nucleares. Los resultados obtenidos para las tasas de descuento indicadas se resumen en la tabla 2.

Del trabajo realizado se deduce que: (1) en cuanto a la inversión, las opciones más caras son la nuclear, el carbón y la eólica, mientras que la opción del gas es notoriamente la más barata; además, la opción nuclear es más sensible que ninguna otra opción al riesgo financiero; (2) con respecto al coste de generación, la opción eólica es notoriamente la más cara, seguida por el gas; mientras que la opción nuclear es notoriamente más barata, seguida de cerca por el carbón; (3) desde el punto de vista del coste del combustible, cuando es aplicable el concepto, la opción nuclear es notoriamente la más favorable, mientras que el gas se encuentra en el extremo opuesto; además el coste del combustible nuclear es tradicionalmente muy estable, mientras que las fluctuaciones de los precios de los combustibles fósiles son impredecibles; (4) ninguna opción tiene claras ventajas en todos sus aspectos, por ello el informe reconoce que todas ellas tienen su oportunidad y recomienda que los países de la OECD analicen con detalle la situación específica y decidan sobre una combinación óptima de las tecnologías disponibles.

4. La energía nuclear es intensiva en energía

La fisión de un átomo de uranio-235 libera 210 Mev de energía, mientras que la combustión de un átomo de carbono-12 sólo libera 4 ev de energía. Por tanto, la fisión de un átomo de uranio-235 es 52 millones de veces más energética que la combustión de un átomo de carbono. Esta diferencia tiene repercusiones significativas. Para disponer de la misma potencia o generar la misma energía, las centrales térmicas convencionales necesitarán masas de combustible que serán millones de veces superiores a las que requiera

la central térmica nuclear, esto explica el reducido impacto económico del combustible nuclear sobre el coste del kilovatio-hora, su mayor facilidad de transporte, almacenamiento y manejo y la posibilidad de gestionar los residuos de forma segura.

El valor energético, $Ve(J/kg)$ de los combustibles fósiles se estima mediante la expresión

$$Ve(J/kg) = 10^6(33,8C+144,2H+9,3S)$$

en la que C , H y S son respectivamente las fracciones en peso del carbono, hidrógeno y azufre del combustible. En estas condiciones, teniendo en cuenta que 1Mev es equivalente a $1,60 \cdot 10^{-13}$ julios, el equivalente energético por unidad de masa de los distintos combustibles tipo es el expresado en la tabla 3.

En los sistemas tecnológicos predominantes, el uranio se introduce en forma de óxido de uranio ligeramente enriquecido en el isótopo uranio-235, el cual no se consume completamente. En el proceso, parte del uranio-238 se transmuta en plutonio-239, el cual también se fisiona en parte. El resultado global es que se requieren unas cuatro toneladas —depende del enriquecimiento utilizado y del grado de quemado que se alcance— de combustible al año por cada gigavatio de potencia. El combustible irradiado es radiactivo, pero la gestión primaria de cantidades tan modestas se basa en soluciones técnicas bien conocidas. Además, la reacción de fisión es anaerobia, por tanto no produce gases de invernadero. Por su parte, la gestión de los residuos de la combustión, a causa de las enormes cantidades que se producen, no cuenta aún con

soluciones aceptables y probadas y tales residuos son descargados directamente a la atmósfera, con evidentes repercusiones ambientales.

5. La energía nuclear es intensiva en intelecto

El soporte científico de la energía nuclear es la física nuclear, cuyo desarrollo, aún no completado, ha tenido lugar a lo largo del siglo XX. La física nuclear es una cien-

“La falta de interés de los universitarios por los estudios nucleares es consecuencia de la falta de interés político y empresarial por la energía nuclear.”

cia compleja, que requiere herramientas matemáticas avanzadas y abstracciones intelectuales que no son fáciles de alcanzar. Además, la tecnología nuclear ha perfeccionado otras tecnologías y procesos tecnológicos, ha creado nuevos materiales y ha desarrollado nuevos procesos de inspección y normas mucho más estrictas para asegurar la calidad.

Las características propias de las ciencias y técnicas nucleares requieren que los proyectistas, constructores y explotadores hayan de tener conocimientos específicos muy avanzados, que sólo se pueden adquirir a través de la formación y el entrenamiento cuidadoso. De hecho, el personal de explotación de las centrales nucleares requie-

re un entrenamiento específico y permanente. En el caso de España, los operadores y supervisores de la central han de conseguir una licencia del Consejo de Seguridad Nuclear. Ese es también el caso de otros países.

Las organizaciones internacionales, en especial el Organismo Internacional de la Energía Atómica y la Agencia de Energía Nuclear de la OECD han mostrado su preocupación por la educación y formación en materia de energía nuclear a todos los niveles. En la Conferencia General del OIEA de 2002 se aprobó una resolución sobre Conocimientos nucleares (GC(46)/RES/11B), que fue reiterada en las conferencias generales sucesivas.

Sectores responsables en el mundo occidental, y también en España, expresan con frecuencia su preocupación por la falta de interés de los universitarios por los estudios nucleares. Esta situación es la consecuencia lógica de la falta de interés político y empresarial por la energía nuclear. En España, la moratoria nuclear introducida en el Plan Energético Nacional de 1983, y aún hoy no explícitamente levantada, originó una desilusión y un desinterés explicable. Los sectores internacionales responsables de la industria creen ver que esta falta de interés impedirá la renovación de los cuadros técnicos y se pone en duda la posibilidad de que se pueda reanudar la actividad nuclear. Con el objetivo de cambiar la situación, se han creado organizaciones nacionales e internacionales, tales como la *World Nuclear University*, patrocinada por la *World Nuclear Association*. La Comisión Europea ha fomentado la creación de la llamada Red Europea sobre Educación Nuclear, ENEN, con el objetivo de promocionar las enseñanzas universitarias sobre energía nuclear dentro de los países de la Unión. España está representada en la red a través de las Universidades Politécnicas de Madrid y de Cataluña.

La cuestión que se plantea es si esta situación actual pone en riesgo

● **Tabla 3. Equivalente energético específico de distintos combustibles.**

Tipo de combustible	Equivalente energético (J/Kg)
Nuclear	$76,9 \cdot 10^{12}$
Carbón	$29,6 \cdot 10^6$
Gas	$61,0 \cdot 10^6$
Fuel	$46,8 \cdot 10^6$

el desarrollo futuro de la energía nuclear en nuestro país. En España la explotación de las nueve centrales nucleares del país mantiene una familia muy competente, aunque envejecida, de expertos en las compañías eléctricas propietarias, los fabricantes de equipo, las empresas de servicios e ingeniería, muy en especial en Tecnatom, así como en la empresa nacional del uranio Enusa, la empresa nacional de residuos, Enresa, y el propio Consejo de Seguridad Nuclear. Ciertamente que la investigación nuclear que se realiza en Ciemat es menor que en el pasado, pero en las universidades se mantiene todavía un nivel mínimo suficiente para un relanzamiento de la investigación y enseñanzas nucleares, si ello fuese necesario. Sin embargo, de perdurar la situación actual, pudiera suceder que los mejores centros futuros de entrenamiento se hubiesen desplazado desde los Estados Unidos y Europa hacia el este de Asia, más concretamente a Japón, Corea del Sur y China.

6. La energía nuclear es intrínsecamente peligrosa

El átomo de uranio-235 o de plutonio-239 que se divide engendra productos radiactivos, cuyas radiaciones son tóxicas. Se generan cerca de 300 nucleidos distintos de unos 90 elementos químicos; la mayor parte de ellos tienen una vida muy corta y se transforman rápidamente en elementos estables, pero algunos de ellos tienen una vida larga, tales como el cesio-137 o el estroncio-90, cuyo periodo de semidesintegración es del orden de 30 años; otros de vida intermedia, tales como el tritio y el criptón-85, del orden de los diez años, o de vida más corta, como el yodo-131, cuyo periodo de semidesintegración es de 8 días.

Las cantidades de estos productos radiactivos que se acumulan en el combustible son realmente pequeñas, del orden de gramos por MWt y año de irradiación, pero algunos de ellos son muy volátiles y

difíciles de retener, como es el caso del tritio y del criptón y otros gases nobles, y el yodo, cuyo comportamiento debe ser especialmente vigilado durante la explotación normal. En otros casos, como ocurre con el cesio o el rutenio, su volatilidad es menor, pero lo suficiente para poder ser liberados al exterior en caso de accidente, como de hecho ocurrió durante el accidente de la central de Chernobyl-4 en 1986. Es

“El principal objetivo del CSN es asegurar a la población que el uso de la energía nuclear en España no supone un riesgo indebido para la salud y seguridad de las personas.”

por ello preciso hacer todo lo posible para evitar que tales productos se liberen al medio ambiente de forma incontrolada.

Además, de cada dos reacciones de fisión quedan tres neutrones libres capaces de activar el propio combustible, creando isótopos radiactivos del grupo de los actínidos, por lo general de vida larga, a veces de miles de años, y también los materiales estructurales, en los que es preciso evitar el muy energético cobalto-60, con unos cinco años de periodo de semidesintegración. Se crea así un problema de gestión de residuos tanto durante la explotación como durante el desmantelamiento de la central.

Todas estas particularidades técnicas y su potencial impacto social fueron reconocidas desde el principio. Por ello se reconoció que la energía nuclear tenía que ser una actividad normada, sometida a una vigilancia estricta y sobre la que se pudiese ejercer una coerción efectiva para conseguir el cumplimiento exacto de las normas. La temprana Ley 25/64 sobre Energía Nuclear reconoce todos estos conceptos,

que también quedan incluidos en la Ley 15/80 por la que se crea el Consejo de Seguridad Nuclear, cuyo objetivo fundamental es asegurar a la población que el uso de la energía nuclear y de las radiaciones ionizantes en España no supone un *riesgo indebido* para la salud y seguridad de las personas, ni un impacto inaceptable sobre el medio ambiente.

6.1 El concepto de riesgo

El concepto de riesgo nace del latín *resicare* y se define como la contingencia o proximidad de un daño. El concepto de seguridad deriva del latín *securitas* y expresa la calidad de ser seguro, es decir, libre o exento de peligro, daño o riesgo. Se dice también que algo es peligroso si el riesgo asociado es elevado o el daño próximo, y seguro si el riesgo asociado es muy pequeño o el daño remoto. Lo que explica la complementariedad de ambos conceptos.

Los conceptos anteriores pueden ser cuantificados; de hecho, la cuantificación del riesgo a fin de establecer las primas es el trabajo de los actuarios de seguros; la cuantificación de la seguridad es el trabajo fundamental de los proyectistas y de los propietarios, así como de los organismos técnicos que están al servicio de las autoridades que autorizan y vigilan los desarrollos técnicos. De esta forma se introducen los conceptos *riesgo calculado* y *seguridad incorporada*.

Sin embargo, en su quehacer cotidiano, el ser humano no cuantifica los riesgos que le rodean, simplemente los percibe, y actúa en consecuencia. La *percepción* es una sensación interior que resulta de una impresión material hecha en los sentidos; por tanto, es imprecisa y subjetiva. Se introduce así el concepto de *riesgo percibido*, como contrapunto del riesgo calculado por los expertos.

6.2 El riesgo calculado

Se ha definido el riesgo como la contingencia o proximidad de un daño. En términos matemáticos la

definición dada se ha convertido en la expresión

$$R = P \times D,$$

en la que R representa el riesgo, P la probabilidad de que se presente una circunstancia que origine un daño y D el daño causado. Así se habla del riesgo de perder la vida en un accidente de tráfico, contraer un cáncer por efecto de la radiación, sufrir un deterioro físico o mental o perder bienes y propiedades.

Cuando se trata de actividades continuadas en el tiempo, como es el caso del funcionamiento de una central nuclear, donde son posibles diversos escenarios accidentales, la expresión anterior se convierte en:

$$\dot{R} = \sum F_i \times D_i$$

donde \dot{R} es el riesgo por unidad de tiempo; F la frecuencia esperada del escenario i y D_i el daño asociado a tal escenario. Los escenarios accidentales son iniciados por combinaciones desafortunadas de fallos técnicos, errores humanos o impactos externos, tales como terremotos, incendios y fenómenos meteorológicos extremos, así como actos terroristas. Estos sucesos iniciadores evolucionan de acuerdo con las características de seguridad y medidas de mitigación que se hayan incorporado en la central.

Aunque los pares de valores *frecuencia esperada-daño producido* para cada *escenario* pueden ser multiplicados y los resultados sumados para obtener un índice del riesgo, de acuerdo con la fórmula anterior; sin embargo, al cuantificar el riesgo de esta forma se pierde información sobre la magnitud de los daños y las frecuencias esperadas de los escenarios que los producen, por lo que se prefiere manipularlos de forma distinta. Es claro que cualquier par de valores *frecuencia esperada-daño producido* puede ser representado en un plano frecuencia-daño, de modo que al representar todos los escenarios se obtendrá una nube de puntos, cada uno de los cuales representa el riesgo correspondiente a cada esce-

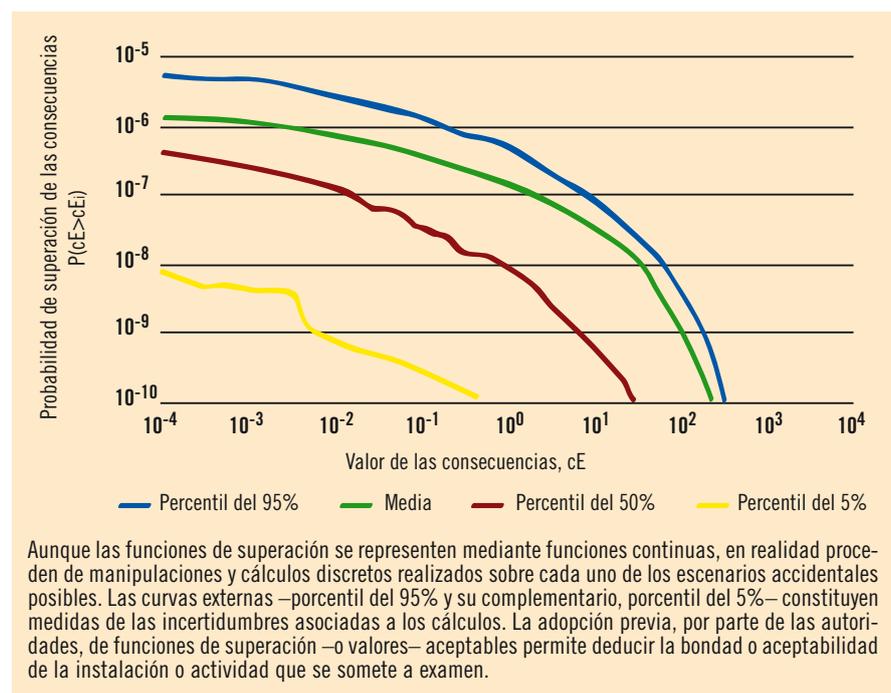
nario específico. Tal representación gráfica recibe el nombre de *función densidad del riesgo*. La nube de puntos así obtenida se manipula representando en el eje de ordenadas la suma de todas aquellas frecuencias que producen un daño superior a un daño determinado, que se fija en el eje de abscisas; es decir, se representa el algoritmo $F(D > D_i)$ en función de D_i . Tal función recibe el nombre de *función de superación* o *función complementaria de la función de distribución del riesgo*.

En el caso de que el número de escenarios sea muy grande, la función de superación, originalmente discontinua, puede ser sustituida por una función continua. Los complicados cálculos que es necesario realizar no se encuentran libres de incertidumbres por lo que en la práctica la función de superación es una familia de curvas que representan los valores medios, así como los percentiles del 5%, 50% y 95%, que dan una medida de las incertidumbres asociadas al cálculo (figura 1).

El cálculo del riesgo propio de las centrales nucleares se ha perfeccionado a lo largo del tiempo. En el año 1957, un notable grupo de científicos norteamericanos estimó

que los daños nucleares podían ser estimados de forma cuantitativa, pero no así las probabilidades de los accidentes. Para resolver el problema crearon la llamada *aproximación determinista* a la seguridad, basada en el principio de la seguridad a ultranza o por encima de todo. Se basa en definir un conjunto satisfactorio de *accidentes base de diseño*, de entre los que sobresale el *accidente máximo previsible*, y suponer que tales accidentes son ciertos. Desde esta posición maximalista se diseña la central de modo que los daños producidos en el exterior sean muy pequeños y, en todo caso, tolerables. Además, cualquier duda se compensa, como en otras ramas de la tecnología, con factores de seguridad. Con esta aproximación se diseñaron, construyeron y se explotan las centrales nucleares españolas.

En el año 1975 aparece, también en los Estados Unidos, un célebre documento titulado *Reactor Safety Study*. En 14 volúmenes este estudio expone una metodología para estimar los riesgos inherentes a las centrales nucleares. En un primer nivel, se analizan las secuencias o escenarios accidentales y se cuantifican las probabilidades a partir de



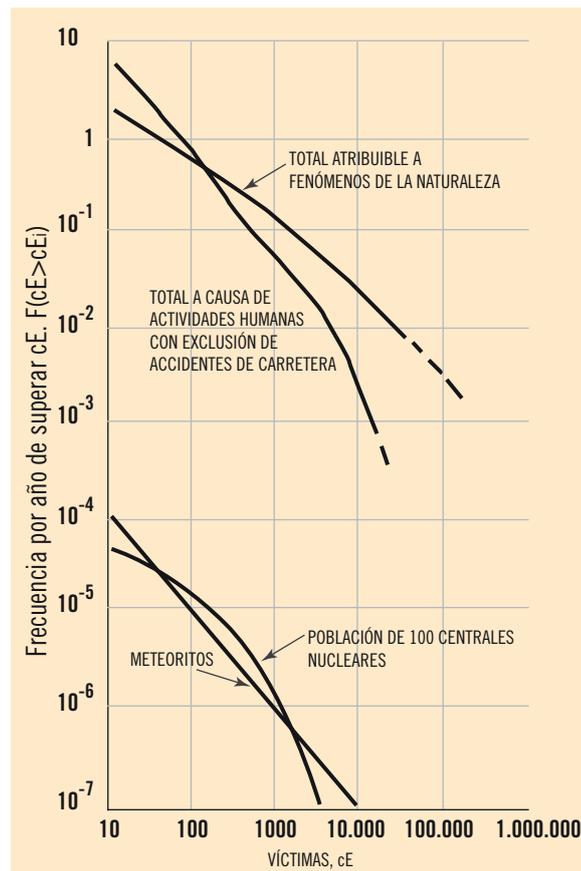
► **Figura 1.** Función continua de superación del riesgo para distintos percentiles.

la frecuencia esperada de los sucesos iniciadores y de las probabilidades de fallo de los componentes individuales y de los errores humanos potenciales, supuestamente conocidas. En un segundo nivel, se analizan los fenómenos físicos asociados a los *accidentes graves*. Se entiende por accidente grave aquel que va más allá de los accidentes *base de diseño* antes definidos. En un tercer lugar, se estiman los daños y se manipulan los datos a fin de obtener las *funciones de superación*. El estudio se repitió en Alemania, se trata del celebrado *Risikostudie*, para el caso de las centrales de este país con resultados parecidos.

6.3 La percepción social del riesgo

En el momento actual, el *riesgo percibido* por la sociedad es muy elevado, mientras que el *riesgo calculado* por los expertos es muy remoto. Lo importante es admitir que ambos son válidos, que es preciso tenerlos en cuenta y que deben ser mutuamente discutidos a fin de tomar decisiones sensatas y no renunciar, sin razonar, a los beneficios económicos y medioambientales de la energía nuclear. El rechazo social, y por ende político, que se opone a la energía nuclear es el mayor inconveniente para el desarrollo nuclear de las democracias avanzadas. Fue la causa que llevó a Italia a abandonar la floreciente industria nuclear que había desarrollado en la década de los años sesenta. Fue también la base sobre la cual se estableció en España la incomprensible moratoria nuclear del año 1983, que no pudo ser justificada por razones de seguridad.

Los miembros del público tienen derecho a formular la pregunta: Supuestamente conocida la función de superación del riesgo de una instalación dada, ¿cómo es posible concluir que es suficientemente segura? Caben dos respuestas. La primera



► **Figura 2.** Comparación de las curvas de superación para el caso de 100 centrales nucleares y diversos fenómenos naturales y actividades humanas. Tomado del *Reactor Safety Study*.

consistiría en fijar previamente una *función aceptable de superación del riesgo* y verificar que la estimada para la instalación en cuestión se encuentra por debajo de la aceptada. La segunda consistiría en comparar el resultado obtenido con las curvas de superación del riesgo de otras actividades industriales, de magnitud comparable, cuyo riesgo sea aceptado por la sociedad.

La primera respuesta requiere el establecimiento previo de una *función aceptable de superación* específica para las centrales nucleares. Se ha trabajado en este aspecto y las autoridades responsables de la seguridad nuclear de los países más avanzados han establecido las llamadas *metas de seguridad*, que pretendían sustituir a tales funciones, si bien no han obtenido una aceptación universal. En términos groseros, se da por bueno que el riesgo individual de perder la vida a causa de un accidente en una

central nuclear sea mil veces inferior al de perder la vida por cualquier otra causa accidental, pero esta idea no se ha consolidado lo suficiente.

La segunda respuesta requiere el conocimiento previo de las curvas de superación del riesgo para otras actividades industriales, e incluso para fenómenos naturales, lo que exige un esfuerzo considerable, por lo general no realizado en la mayor parte de los países. En el *Reactor Safety Study* se incluye una comparación de tales curvas y se concluye que la función de superación del riesgo para el caso de cien centrales nucleares es órdenes de magnitud inferior al de otras instalaciones industriales o al de transporte de mercancías tóxicas y peligrosas (figura 2).

Entre las actividades humanas que se contemplan se encuentran: accidentes aéreos incluyendo tanto ocupantes como víctimas en tierra, escapes de cloro, producción y manejo de explosivos, incendios y rotura de presas. Se excluyen los accidentes de tráfico. Entre los fenómenos naturales se encuentran: terremotos, inundaciones, huracanes y tornados. Se observa que el riesgo asociado a cien centrales nucleares como las estudiadas es unas diez mil veces inferior al asociado a otros riesgos industriales y naturales y comparables a perder la vida por la caída de un meteorito. Documentos recientes del OIEA, por ejemplo INSAG 6, declaran que las centrales de moderna construcción han de ser, por lo menos, cien veces más seguras que las actualmente en explotación. Resultará difícil verificar tales condiciones.

En España se ha aplicado la metodología probabilista en el análisis de todas las centrales nucleares hasta el nivel segundo. Los análisis han servido para mejorar considerablemente algunos aspectos técnicos y también administrativos y para

comprobar que las centrales del parque español están en línea con las de otros países más avanzados.

6.4 El riesgo aceptado

Se reconoce que la percepción del riesgo de cualquier actividad ha de ser una función creciente del beneficio obtenido, aunque modificado por muchos otros parámetros propios de la persona o del ambiente en que vive. Se llega así al concepto de *riesgo aceptado*, es decir el que el individuo o el conjunto de individuos están dispuestos a aceptar por el beneficio que pretenden o esperan obtener de la actividad en cuestión; entendiendo por beneficio, tanto la satisfacción personal, como la económica o de otro tipo. Si el beneficio esperado es nulo, el riesgo aceptado también lo será e irá creciendo a medida que lo hace el beneficio hasta un punto en el que el riesgo no resulta aceptable, por grande que sea el beneficio. Los matemáticos llaman a estas relaciones *funciones sigmoideas*, como se representa en la figura 3.

En el caso de la energía nuclear, el riesgo aceptado por la sociedad es muy pequeño, porque los beneficios sociales de la electricidad quedan ocultos y porque se percibe que los económicos pertenecen sólo a la compañía eléctrica. Por ello, la información que se suministre

a la sociedad debe incluir no sólo los riesgos propios de la actividad sino también sus beneficios de todo tipo. La sociedad se ha hecho tan dependiente de la energía eléctrica que comprenderá fácilmente los perjuicios derivados de la interrupción o baja calidad del suministro, del coste de la electricidad y la influencia de las distintas fuentes de energía eléctrica sobre el medio ambiente.

Antes de promulgar la moratoria nuclear y la cancelación de la construcción de Valdecaballeros I y II, Lemoniz I y II y Trillo II, contenida en el Plan Energético del año 1983, el Gobierno de la época buscó, y no encontró, razones de seguridad sobre las que apoyar su decisión. Al no encontrarlas, esgrimió razones económicas, que no contemplaron el daño que se hizo a la sociedad, que ha tenido que soportar a través de la tarifa eléctrica el coste de tal decisión; ni a la industria nuclear que se había creado y que vio reducidas sus actividades de forma drástica. Tampoco previó que la explotación de las cinco centrales canceladas supondría hoy un gran alivio para el cumplimiento de los requisitos de Kioto y para reducir la dependencia de los combustibles importados.

El problema de acercar el riesgo percibido al riesgo estimado por

los expertos y llegar a un acuerdo sobre lo que debe ser el riesgo aceptado es actualmente una de las mayores preocupaciones de los responsables energéticos. La solución debe encontrarse en las propias leyes de la democracia que, en este caso, reconocen el derecho de los individuos y de las colectividades a ser informados de forma completa, veraz y a tiempo, así como el derecho que tienen los individuos y las colectividades a participar en los procesos de decisión que tengan gran sensibilidad social, como la incorporación de la energía nuclear en el plan nacional de la energía.

Llegado este momento conviene presentar un símil pictórico, no en vano Gregorio Marañón reconoció que “el arte y la ciencia buscan la misma cosa: la verdad”. En el año 1884, a través de su ya famosa pintura, *Un baño en Asnières*, el pintor francés Georges Seurat creó un nuevo movimiento pictórico llamado neo-impressionismo y también puntillismo, que hoy podríamos considerar como un pixelado pictórico, y así se adelantó en más de 120 años a la fotografía digital. Seurat analizó el fenómeno pictórico y describió cómo las pequeñas manchas de color forman un conjunto armónico, sin perder su identidad mientras se relacionan con las vecinas. El cuadro puede ser asimilado a un conjunto social en el que cada individuo es una mancha de color; a través de la información y de la participación en las decisiones, cada individuo se coloca en su lugar, interacciona con sus vecinos y todos forman así un conjunto social armónico en el que sean óptimos los beneficios individuales y colectivos. Pero así como en la pintura es el genio del pintor quien ordena los colores, en la sociedad democrática es la ley quien cumple tal misión: es por ello que deben existir leyes y procedimientos reglados que rijan la información a la sociedad y la participación en las decisiones que sean socialmente sensibles. En nuestro país esta actividad regula-

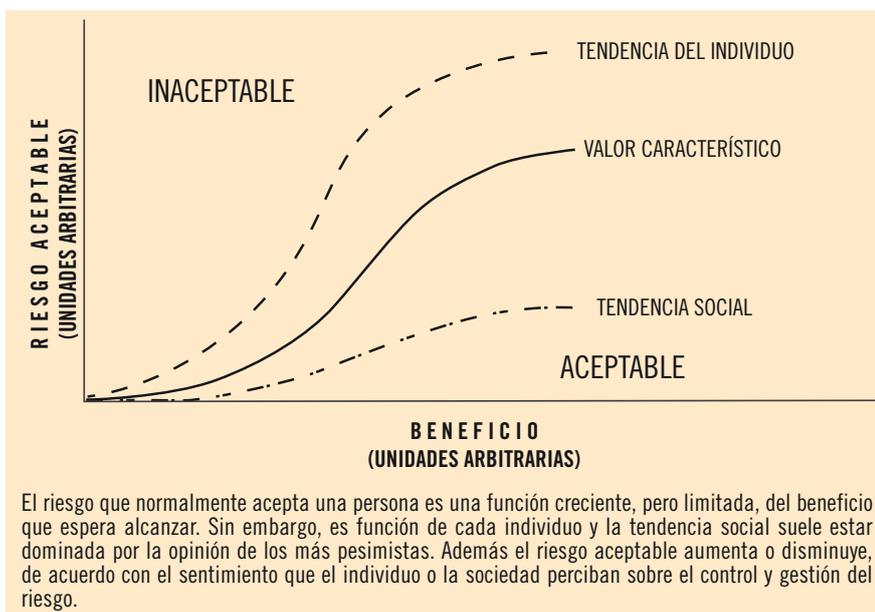


Figura 3. Relación teórica entre el riesgo aceptable y el beneficio esperado.

dora está siendo ya considerada por el Consejo de Seguridad Nuclear en su Plan Estratégico de Información pública, pero no ha recibido todavía una atención más general.

7. La gestión de los residuos radiactivos

La gestión segura de los residuos radiactivos, en especial los elementos combustibles irradiados, constituye otra de las preocupaciones actuales de la sociedad. La gestión de los residuos radiactivos ha pasado por tres etapas: la de los *pioneros*, la de los *gestores* y la de los *científicos*. La primera está ya superada, mientras que las otras dos coexisten en el momento actual. El futuro no está aún completamente definido.

7.1 Las actividades de los pioneros

Aunque los residuos fueron siempre motivo de consideración, los pioneros de la energía nuclear no les prestaron la importancia que merecían; la preocupación de los científicos y de los tecnólogos estaba entonces en el desarrollo de la nueva tecnología. Los elementos combustibles irradiados eran reciclados para recuperar el uranio-235 no fisionado y el plutonio-239, de gran interés en aquel momento. En España, los elementos combustibles de las centrales de la primera generación entonces en explotación: José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós I se enviaban a reelaborar al Reino Unido y a Francia, quienes retenían el plutonio generado y los residuos. En el caso de Francia aún están pendientes los residuos vitrificados procedentes de la reelaboración del combustible de Vandellós I, que en su momento han de ser devueltos a España.

7.2 Las soluciones de los gestores

Las soluciones aportadas por los pioneros no eran convincentes, ni para ellos mismos, ni para la so-

ciudad, que a mediados de la década de los años setenta comenzó a manifestar su preocupación y desacuerdo. Surge entonces la etapa llamada de *los gestores*, que comienza con la creación de organismos especializados. En España, la misión se encarga en primer lugar a Enusa por el *Real Decreto de 7 de diciembre de 1979, sobre Ordenación de actividades en el ciclo del combustible*, y posteriormente a Enresa, creada por Decreto del



◉ **Figura 4.** Georges Seurat. *El Sena a su paso por la Grand Jatte en primavera* (1887). Cada punto de color ocupa su lugar e interacciona con el vecino para crear un conjunto armónico. Así debería suceder con las sociedades humanas.

Ministerio de Industria y Energía en 1985. En todos los países, estos organismos reciben el encargo de resolver cuanto antes el problema. Se inician programas de investigación y desarrollo y pronto surge la propuesta de que la mejor solución es el enterramiento tecnológico superficial de los residuos radiactivos de actividad media o baja y vida corta e intermedia, y el almacenamiento geológico profundo para el caso de los elementos combustibles irradiados. El enterramiento tecnológico superficial ha sido la solución llevada a cabo por Enresa en las instalaciones de El Cabril, mientras que todavía no se ha materializado una solución definitiva para los elementos combustibles irradiados.

Las soluciones de los gestores no se basan en razonamientos cien-

tíficos sólidos. La propuesta del almacenamiento geológico profundo obedece a tres razones: a) Los gestores no quieren esperar a que lleguen las soluciones científicas y estiman que pueden llevar a cabo el almacenamiento geológico profundo haciendo uso de las tecnologías propias de la minería y con un esfuerzo razonable, aunque limitado, de investigación y desarrollo específicos del caso, b) La solución es la más rápida y técnicamente accesible, aunque suponga desprestigiar el valor intrínseco del combustible irradiado, c) Los gestores estiman que las generaciones futuras no deben recibir de las generaciones presentes los residuos de un bien ya disfrutado. Este concepto ético no puede ser generalizado: cada generación recibe de la anterior bienes y cargas, en este caso sólidos principios científicos y una tecnología bien desarrollada, que pueden perfeccionar; ni tampoco se debe ser tan presuntuoso y pensar que las generaciones venideras no hayan de ser capaces

de resolver el problema de forma más eficaz y convincente que la presente.

Además, la percepción pública sobre el almacenamiento geológico profundo no es favorable y los expertos reconocen que no disponen de herramientas fiables para predecir con precisión y a largo plazo el comportamiento de tales enterramientos. Los propios gestores reconocen esta dificultad y han introducido dos conceptos nuevos: la *reversibilidad* del proceso de gestión y la *recuperabilidad* del residuo. La reversibilidad supone que la gestión del residuo ha de hacerse de tal forma que el proceso elegido pueda ser cancelado en cualquiera de sus etapas. La recuperabilidad significa que de un almacenamiento geológico profun-

do pueda recuperarse todo o una parte del material almacenado en el caso de que el comportamiento del contenido o del continente o ambos no sea el esperado. La aplicación de estos dos principios complica el problema y limita las soluciones.

7.3 Las investigaciones de los científicos

La aproximación científica consiste en desactivar los nucleidos inestables. El proceso natural de desactivación, la desintegración, no ha podido ser modificado hasta ahora. Marie y Pierre Curie, poco después del descubrimiento del radio y de medir su tasa de desintegración, sometieron a esta sustancia a bajas temperaturas y altas presiones con el objetivo de determinar si la desintegración se regía por una constante característica de cada isótopo o era una función dependiente de las condiciones ambientales. Sus experimentos reafirmaron la invariabilidad de la constante de desintegración ante las condiciones experimentadas, pero esto no quiere decir que no puedan existir otros agentes o circunstancias, aún no conocidas, capaces de modificar la desintegración.

La transmutación y la fisión de los átomos por medio de neutrones son procesos que se encuentran en la esencia de la energía nuclear. Los productos radiactivos pueden ser transmutados con neutrones para dar lugar a átomos estables o a átomos radiactivos que se desintegren rápidamente y se transformen en átomos estables.

El proceso de la transmutación de los actínidos y otros productos de fisión de vida larga está siendo objeto de atención desde hace unos diez años, en especial después de la propuesta formulada por el Dr. Carlo Rubbia. Para ello se necesitan fuentes intensas de neutrones de energías específicas, que se están desarrollando. La aplicación de este proceso a los elementos combustibles irradiados requiere primero la separación química de

los elementos a transmutar seguido de la propia transmutación y se conoce con el nombre de separación-transmutación. Aunque el proceso se haya demostrado experimentalmente, queda por comprobar la viabilidad técnica y económica del procedimiento.

Lo cierto es que, por el momento, no existe una solución técnica satisfactoria a la gestión del combustible irradiado. Muchos exper-

“Al no existir una solución técnica satisfactoria para la gestión del combustible irradiado, los expertos proponen que éste sea tratado para separar los elementos valiosos, vitrificar los residuos y almacenarlos en instalaciones superficiales hasta que se descubra un procedimiento adecuado para desactivarlos.”

tos estiman que las investigaciones en marcha sobre el camino de la separación-transmutación, u otros por explorar, darán frutos con el tiempo. Entre tanto, proponen que los elementos combustibles irradiados sean tratados para separar los elementos valiosos, vitrificar los residuos y almacenar éstos en instalaciones superficiales apropiadas hasta que las próximas generaciones descubran un procedimiento adecuado para desactivarlos.

8. La energía nuclear generadora de materiales estratégicos

Desgraciadamente, ya se ha comprobado que el uranio-235 y el plutonio-239 son materiales estratégicos de gran importancia. Para controlar el uso bélico de tales materiales se creó el Organismo Internacional de Energía Atómica

(OIEA), que forma parte de la familia de las Naciones Unidas, y a principios de los años setenta se concibió y suscribió por la mayoría de los países el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP), que ha prevenido el desarrollo de artefactos bélicos nucleares en muchos países, pero no en todos, notablemente India y Pakistán.

Hasta ahora el sistema de salvaguardias, basado en la contabilidad de los materiales, llevado a cabo por el OIEA, ha demostrado ser fiable y ofrecer garantías sobre el uso pacífico de los materiales estratégicos y de las instalaciones nucleares que se hayan declarado por los países acogidos al sistema. Sin embargo, el descubrimiento de un programa clandestino de desarrollo de armamento nuclear en Irak puso de manifiesto la necesidad de contar con garantías que también cubriesen los materiales e instalaciones no declaradas. A tal fin el Organismo puso en práctica un Protocolo Adicional que fue ratificado por los Estados en 1997 basado en el concepto de exhaustividad de las declaraciones, que se estima satisfactorio.

Hasta ahora, el efecto más importante sobre la tecnología nuclear actual ha sido la decisión tomada por el presidente Carter en los Estados Unidos de prescindir de la reelaboración del combustible en dicho país, declarando que el ciclo del combustible nuclear había de ser abierto. Esta decisión no fue seguida en Francia, donde continúa en funcionamiento la planta de La Hague, ni ha sido aceptada en otros países, especialmente en Japón. Sin embargo, en España, el Plan energético del año 1983 declaró abierto el ciclo del combustible y prohibió la reelaboración y las actividades de investigación que se llevaban a cabo en los laboratorios de la antigua Junta de Energía Nuclear.

El mantenimiento de este criterio tendrá dos efectos negativos sobre cualquier desarrollo nuclear venidero. En primer lugar, los elementos combustibles irradiados serán considerados residuos radiactivos, lo

que aumentará considerablemente el volumen de los residuos de elevada actividad y vida larga y se traducirá en requerimientos más estrictos sobre los almacenamientos geológicos profundos. En segundo lugar se depreciará el combustible no quemado y el generado por activación, lo que reducirá de forma considerable los recursos naturales, con repercusiones en el precio del combustible nuclear. La utilización del combustible MOX –mezcla de óxidos de uranio-235 y plutonio-239– es una práctica habitual y ventajosa en las centrales nucleares francesas, los Estados Unidos y otros países.

A largo plazo, la energía de origen nuclear sólo será una opción realista si se cuenta con el ciclo uranio-238/plutonio-239. Los recursos conocidos de uranio a precios bajos son del orden de 10 Mt. Si este uranio sólo se utilizase en ciclos abiertos no sería entonces posible crear una industria nuclear global y sostenible, para ello sería necesario contar con los ciclos cerrados a fin de poder utilizar el plutonio-239 generado, aumentando así los recursos de combustible en un 20%. Pero la solución definitiva requiere la utilización de reactores reproductores capaces de convertir el abundante uranio-238 en plutonio-239, con lo que se dispondría de combustible nuclear para muchos siglos.

9. Conclusiones

La energía nuclear es una industria significativa en la mayor parte de los países tecnológicamente desarrollados del mundo, sobre todo en el área de la OECD, donde representa el 23,5 % de la generación total de electricidad. Es también una industria floreciente en los países asiáticos: Japón, Corea del Sur, China, Taiwán, India y Pakistán. Salvo en Finlandia, Francia y Eslovaquia, en Europa el desarrollo de nuevas instalaciones nucleares se encuentra estancando o

se ha desmantelado completamente, como en Italia, o está en retroceso como ocurre en Alemania, Suecia, Bélgica y España.

Desde el punto de vista económico, la energía nuclear requiere inversiones notables que incrementan el riesgo financiero, sin embargo ofrece los menores costes de generación. Los estudios económicos advierten que cada país debe analizar sus características específicas y

“No está previsto, a corto ni medio plazo, que España retome el camino de la energía nuclear. Para ello sería necesaria una actitud política y empresarial más positiva, y la mejora de la opinión pública”

decidir la combinación óptima de las fuentes de generación de energía eléctrica, sin descartar *a priori* ninguna de ellas.

La reacción de fisión es anaerobia y, por tanto, no emite gases de invernadero ni contribuye al calentamiento global. Sin embargo, en el proceso de fisión se generan productos radiactivos y se activan los materiales. Las radiaciones ionizantes que emiten los materiales activos son tóxicas, lo que crea un riesgo intrínseco que es preciso reducir hasta límites tolerables. Los expertos concluyen que los riesgos estimados no son significativos, pero los riesgos percibidos por la sociedad son elevados, y esta percepción se encuentra en las raíces de la fobia social hacia la energía nuclear. Es necesario cerrar esta brecha a través de la información y la participación social en las decisiones que sean especialmente sensibles.

En las centrales nucleares se generan residuos de actividad baja y media y vida corta, que se almacenan en enterramientos tecnológicos superficiales evitando toda posibilidad de que los nucleidos radiactivos puedan ser lixiviados y transportados a la superficie antes de ser desactivados hasta límites suficientes por el proceso natural de la desintegración. Los elementos combustibles irradiados contienen nucleidos de vida larga y tienen una elevada actividad específica. Aunque se promueve el almacenamiento geológico profundo, la solución no está plenamente probada, ni es convincente desde el punto de vista social.

En el proceso de fisión se generan también materiales estratégicos que es necesario mantener bajo control para impedir la proliferación nuclear. Se encuentran en desarrollo ciclos de combustible no proliferante, o difícilmente proliferante, que faciliten la labor de control del Organismo Internacional de Energía Atómica. Se reconoce que el desarrollo global de la energía nuclear sólo será posible con la utilización de ciclos uranio-238/plutonio-239, que requieren el uso de reactores rápido reproductores y el proceso de la reelaboración del combustible.

A corto y medio plazo no se prevé que España retome el camino de la energía nuclear. Para ello sería necesario una actitud política y empresarial más positiva, y la mejora de la opinión pública. En todo caso, el país debería establecer los medios para que las fuentes de generación de energía eléctrica constituyan un conjunto óptimo desde el punto de vista social y económico, respetando los derechos individuales y el medio ambiente. 

 Pedro Rivero Torre*

Las relaciones CSN-Sector eléctrico: Independencia y colaboración

En las siguientes páginas reproducimos la ponencia pronunciada por el vicepresidente y director general de Unesa, en el Curso “25 años del CSN

en el año internacional de la Física” realizado en la localidad madrileña de San Lorenzo de El Escorial del 11 al 15 de julio de 2005 y organizado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

1. Introducción

En primer lugar, deseo agradecer al Consejo de Seguridad Nuclear y a la Universidad Complutense de Madrid la invitación que ha realizado a Unesa para participar en este curso, que nos recuerda que en este 2005, coincidiendo con el Año Internacional de la Física, el CSN cumple 25 años.

Conviene recordar, precisamente en este año internacional de la Física, que la aplicación del conocimiento científico a la industria ha sido y seguirá siendo el motor que fundamenta el desarrollo del negocio eléctrico, como ocurre en tantas otras actividades industriales.

Las empresas eléctricas han aprovechado este conocimiento para ofrecer a la sociedad un bien que debería apreciarse más por su valor que por su coste. Esta es una percepción que sólo se tiene cuando no se dispone de ese bien. No obstante, el compromiso adquirido por el Sector con la sociedad a la que sirve, y reiterado en numerosas

ocasiones, es garantizar el suministro eléctrico con la máxima calidad y a un precio adecuado.

El actual ritmo de crecimiento acumulado a la demanda eléctrica, del 54% en el periodo 1996-2004, me retrotrae a finales de la década de los 60 y comienzos de la de los 70 en que, en un periodo similar, el crecimiento acumulado se aproximaba al 90%. Era entonces cuando iniciaron su actividad las primeras centrales nucleares en nuestro país. La vigilancia y supervisión de su funcionamiento había sido encomendada a la entonces denominada Junta de Energía Nuclear (actualmente Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas –CIEMAT-) organismo que aglutinaba y contribuía muy significativamente a la difusión del conocimiento de la energía nuclear en nuestro país.

El Plan Energético Español desarrollado en aquellos años preveía que en la década de los 80 existiera un parque de centrales nucleares en funcionamiento de más de 10.000 MW eléctricos. La necesidad de evaluar la seguridad de sus

diseños, de su construcción y de las condiciones en las que habrían de operar, con el fin de emitir los preceptivos informes, al entonces Ministerio de Industria y Energía, para la concesión de las autorizaciones correspondientes, aconsejó la creación de un órgano independiente del Gobierno y dotado de recursos propios, tanto técnicos como económicos, que asumiera las funciones que en estas materias y hasta entonces recaían en la Junta de Energía Nuclear.

2. El Consejo de Seguridad Nuclear

Nació así, en 1980, el Consejo de Seguridad Nuclear. La transferencia de funciones desde la Junta de Energía Nuclear al CSN se realizó acompañada de la transferencia de los conocimientos que un buen número de especialistas en tecnología nuclear aportaron al mismo y a su dirección técnica. En la fecha de su creación, tres grupos nucleares se encontraban en operación y trece más en construcción. A lo largo de esa década, esta situación fue progresivamente evolucionando hasta

* Pedro Rivero Torre es vicepresidente y director general de Unesa.

la puesta en funcionamiento de la totalidad de nuestro actual parque de nueve centrales nucleares, quedándose en el camino, por razones que nada tienen que ver con la seguridad de sus diseños, algunas de las inicialmente previstas.

Poco tiempo antes del nacimiento del CSN, se había producido un hecho crucial en la industria nuclear internacional. El suceso ocurrido en la central estadounidense de *Three Mile Island –TMI*, en 1979, había provocado un cambio de actitud en la industria nuclear, inicialmente, en los Estados Unidos y, posteriormente, en el resto del mundo. Se pasó de una actitud individualista, que caracterizó la etapa de construcción de las centrales nucleares, hacia otra de colaboración mutua, al sentirse las empresas explotadoras de las mismas miembros de una comunidad con intereses comunes en seguridad nuclear. Se puso en evidencia que un accidente nuclear en cualquier parte del mundo era como si hubiera ocurrido en todo el mundo (*an accident anywhere is an accident everywhere*). Era necesario, pues, afrontar de forma coordinada la problemática tanto técnica como social a la que esta industria se enfrentaba.

Las empresas eléctricas españolas disponían, ya por entonces, de un foro de tratamiento conjunto de su problemática. La creación de Unesa, en 1944, se había cimentado sobre la base de la voluntad de coordinación de las empresas eléctricas españolas. En la segunda mitad de los años 80, conforme se iba incrementando el parque nuclear en operación, esta voluntad de coordinación, aplicada a las actividades nucleares, se materializó con la creación del Comité de Energía Nuclear de Unesa, destinado a disponer de un órgano propio de coordinación interna y de representación sectorial, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, de las centrales nucleares españolas. Con él se institucionalizaron las relaciones del

sector eléctrico con otros agentes participantes en la industria nuclear española y con los órganos de la Administración competentes en materia nuclear que, como he señalado antes, hasta entonces y al igual que en el resto del mundo, habían estado caracterizados por una relación individualizada entre cada una de las centrales nucleares.

“Las actividades de relación entre el CSN y Unesa se soportan en tres grupos mixtos para el análisis de temas específicos: seguridad nuclear y operación de las centrales, protección radiológica y sanitaria e I+D+i.”

En el marco del Comité de Energía Nuclear se constituyeron Comisiones Paritarias con Enresa y Unesa, ésta última ya desaparecida tras la entrada del marco de liberalización y competencia entre empresas eléctricas.

El marco de relación con el Organismo Regulador se institucionalizó con la constitución del Comité de Enlace CSN-Unesa para temas de seguridad y protección radiológica y, posteriormente, con la del Comité Estratégico Paritario, para temas de investigación; éstos han estado complementados con reuniones periódicas entre los presidentes de las empresas eléctricas y el vicepresidente y director general de Unesa con el Pleno del CSN. La finalidad de esta estructura de relación fue, y sigue siendo, la consecución de una mayor seguridad de funcionamiento de las centrales nucleares, abordando el tratamiento de temas genéricos y de interés para todas o la mayor parte de las mismas.

Estos comités de relación entre instituciones permiten analizar los temas desde una doble perspectiva.

En el caso de la seguridad nuclear y la protección radiológica, desde la del explotador responsable de las centrales nucleares y la del organismo encargado de su vigilancia; en el caso del combustible, Comisión Paritaria con Enusa, desde la del comprador y la del fabricante del mismo y en el caso de los residuos radiactivos, Comisión Paritaria con Enresa, desde los puntos de vista del generador y los del gestor final de estos mismos residuos. En todos ellos, cada parte aporta los recursos y capacidades técnicas de que dispone para aprovechar las sinergias derivadas de esta relación y, todo ello, sin menoscabar la soberanía que cada parte mantiene en el cumplimiento de sus fines.

3. Relaciones CSN-Sector eléctrico

Desde la creación del CSN, las empresas eléctricas españolas, propietarias de las centrales nucleares de nuestro país, han mantenido una estrecha relación con el CSN, no sólo por las funciones que ejerce este organismo de supervisión, control y vigilancia de su operación, sino porque ambas organizaciones han tenido, tienen y seguirán teniendo un objetivo prioritario común: la seguridad del funcionamiento de las centrales nucleares y la protección radiológica de sus trabajadores, del público y del medio ambiente. Abordar este objetivo común desde la doble perspectiva del explotador responsable y del organismo de vigilancia, enriquece y mejora no sólo la cultura de seguridad de ambas instituciones, sino también facilita la consecución de dicho objetivo; pero todo ello, repito, sin menoscabar la soberanía que cada parte mantiene en el cumplimiento de sus fines.

Las actividades de relación entre el CSN y Unesa se soportan en tres grupos mixtos para el análisis de temas específicos. Uno referido a materias genéricas de seguridad nuclear y de operación de las centrales, otro sobre materias relacionadas con la protección ra-

diológica y sanitaria, tanto de los trabajadores como del público, y un tercero que coordina las actividades de investigación, desarrollo e innovación de interés común.

3.1 Explotación / Seguridad

Son muchas las materias que se han tratado y se tratan en el grupo mixto sobre explotación/seguridad de forma específica. No voy a relatar todas ellas sino mencionar solamente tres que tienen un carácter más general.

3.1.1. Colaboración en normativa / legislación.

En el grupo mixto sobre explotación-seguridad se enmarca una de las tareas de mayor interés para el sector nuclear, al igual que lo es para cualquier otra tecnología cuya aplicación industrial esté regulada. Esta es la definición del cuerpo normativo que aplica a dicha industria. Es habitual en el desarrollo de cualquier cuerpo normativo la consulta a la industria regulada. Las asociaciones profesionales y las asociaciones de la industria suelen ser el mejor vehículo para aportar la opinión de estos colectivos respecto de los nuevos desarrollos legislativos y/o normativos, pues

permiten aunar las posiciones de cada uno de los integrantes de esa industria. Lo anterior facilita la tarea del órgano generador de la normativa ya que le permite disponer de unos pocos interlocutores que resumen las opiniones del conjunto de los colectivos involucrados.

A lo largo de los años de relación entre el CSN y el sector eléctrico nuclear muchas han sido las áreas comentadas. Si bien la Ley Nuclear de 1964 no ha requerido la introducción de grandes cambios, su desarrollo reglamentario ha sido importante. El reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas y el de protección radiológica y sanitaria han sufrido varias revisiones a lo largo de los años, y en ellas la participación sectorial ha sido significativa. Complementariamente, el desarrollo detallado de estos reglamentos mediante Guías de Seguridad o los más recientes instrumentos reguladores como son las Instrucciones en sus distintas modalidades (del CSN, técnicas o técnicas complementarias) han ocupado y ocupan una importante dedicación del sector a la aportación de comentarios y a su posterior resolución en muchos casos.

Por otra parte y al margen de

lo que es propiamente normativa o reglamentación, también son significativas las tareas asociadas a las búsquedas conjuntas de las mejores soluciones técnicas genéricas derivadas de las mismas y que se plantean en el desarrollo diario de la operación de las centrales nucleares.

3.1.2. Desarrollo del marco regulador.

Otra tarea de importancia significativa a la que quiero referirme ha sido consecuencia de la liberalización del mercado eléctrico. La liberalización del mercado eléctrico en España ha requerido a los titulares de las plantas de generación de energía eléctrica desarrollar su actividad en un mercado competitivo y, con ello, la necesidad de optimizar la explotación y consecuentemente sus recursos. Las centrales nucleares han de desarrollar su actividad simultáneamente en un marco desregulado, como plantas de generación eléctrica, y otro muy regulado, como instalaciones nucleares. Por ello, la eficiencia de los procesos afectados por la interacción entre los titulares y el organismo regulador nuclear (CSN), conocidos como procesos reguladores, se conforma como uno de los aspectos más significativos a considerar en la gestión de dichos activos.

La eficiencia de estos procesos no depende de cada una de las partes de forma independiente. Los procesos de cada parte han de ser, además de eficientes, coherentes entre sí, a fin de garantizar el mantenimiento y mejora de las condiciones de seguridad nuclear y de protección radiológica bajo las que operan las centrales, lo que constituye el objetivo final de cualquier proceso regulador.

Por ello, los titulares de las centrales están interesados en los programas de mejora de la eficiencia del organismo regulador, colaborando con él en lo necesario y promocionando la mejora de sus propios procesos de forma coherente. El objetivo común es la



► Figura 1. Vista del centro de información del Consejo de Seguridad Nuclear.

consecución de un marco regulador estable y predecible que asegure que los recursos disponibles se dedican a los temas verdaderamente significativos para la seguridad, dejando en un segundo plano aquellos meramente formales.

Los titulares de las centrales nucleares han venido colaborando con el CSN en la búsqueda de nuevas prácticas y medidas a implantar en ambas partes que mejoren la eficiencia de los procesos de generación y aplicación de normativa, de evaluación, de inspección y control de las instalaciones, así como de las medidas correctoras. Todas ellas, además, orientadas hacia la consecución de una mejora en la comunicación y la confianza mutua.

Algunas medidas identificadas están siendo implantadas por los titulares, en régimen de prueba y formando parte del sistema de gestión integrada de la seguridad, como son los programas de autoevaluación y los de la integración de la gestión de las medidas correctoras en una sola herramienta. Esta última, considera la importancia para la seguridad de las medidas a tomar a fin de asegurar que ninguna de ellas deja de ser satisfactoriamente atendida. Asimismo, están siendo sometidos también a prueba nuevos métodos de selección de normativa de nueva emisión en otros países cuya aplicación haya de ser analizada, y en su caso implantada, a fin de asegurar que las centrales mantienen y mejoran dentro de lo razonable el nivel de seguridad de su operación, contribuyendo esto, como un aspecto más, a los programas de mejora continua que las centrales tienen en marcha.

Por su parte el CSN ha iniciado la implantación de otras medidas como, por ejemplo, el denominado Sistema Integrado de Supervisión de las Centrales (SISC) que permite dirigir la vigilancia del funcionamiento de las centrales hacia los aspectos realmente significativos para la seguridad, valorándolos en función del riesgo que puedan representar y, todo ello, de un modo

más sistemático, previsible y basado en un clima de mutua confianza. La confianza entre el regulador y el regulado es, probablemente, el aspecto más difícil de alcanzar en nuestra cultura y es fundamental para el adecuado funcionamiento del sistema. Ambas partes han de poner algo de su parte para iniciar este cambio de cultura. La profesionalidad técnica de los trabajadores del sector eléctrico y del equipo técnico del CSN así como un clima

“En España no existe limitación legal o administrativa para establecer la vida útil de las centrales aunque ya existe un documento que identifica las bases y criterios necesarios para establecer un proceso regulador claro, estable y predecible para renovar las autorizaciones de explotación.”

de comunicación y relación transparente y voluntario entre ambas partes facilitará la consecución de este objetivo.

3.1.3. Funcionamiento de las centrales nucleares a largo plazo.

La generación de electricidad a partir de la energía nuclear se está perfilando como una alternativa realista para resolver los problemas de garantía y diversificación del suministro, contaminación ambiental y “efecto invernadero”, por lo que la operación de las centrales nucleares más allá del periodo previsto inicialmente es un tema de gran importancia económica y estratégica para la sociedad española en general y para el sector eléctrico en particular.

En España no existe ninguna limitación legal o administrativa para establecer la vida útil de las

centrales nucleares, que actualmente no tienen un periodo fijo establecido para su explotación. Como en otros muchos países, el plazo de vigencia de sus autorizaciones de explotación se renueva periódicamente, en general por diez años, mediante la evaluación continua y las Revisiones Periódicas de la Seguridad (RPS). En estas revisiones se analizan aspectos tales como el cumplimiento con la normativa vigente, la experiencia operativa propia y ajena o el control y mitigación del envejecimiento de los equipos. Es de destacar que en los Estados Unidos, de donde procede la tecnología de la mayor parte de nuestras centrales, los permisos de operación se conceden por 40 años que, desde hace unos años, se vienen concediendo extensiones a dichos permisos por 20 años adicionales. Actualmente, en los Estados Unidos, 31 centrales tienen ya autorización para funcionar 60 años, evaluando su organismo regulador, la NRC, las solicitudes correspondientes a otras 14 centrales. Este modelo está siendo seguido por otros países como el Reino Unido, donde funcionan centrales con más de 40 años de operación y Japón, donde se está siguiendo la línea americana.

El proceso regulador actual en España, que está basado en procesos de evaluación continua y revisiones periódicas, tiene los mecanismos necesarios y proporciona una garantía razonable de que todos los aspectos que puedan afectar a la seguridad de la central o a la salud pública, son incorporadas en las bases de licencia de la central.

Ya en los permisos de explotación provisional otorgados a las centrales nucleares españolas en los años 1986 y sucesivos, tanto el Ministerio de Industria y Energía (MIE) como el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), solicitaban la elaboración de un plan de actividades encaminado a mitigar los problemas de degradación relacionados con el envejecimiento de las plantas. Adicionalmente a las actividades

específicas de cada central, éstas establecieron las primeras actuaciones coordinadas en el área de la gestión de vida por medio de la creación de grupos específicos de trabajo, primero dentro de los grupos de propietarios españoles BWR y PWR, y posteriormente en el marco de Unesa.

A principios de la década de los 90, el sector eléctrico desarrolló una metodología para gestionar la vida útil de las centrales nucleares españolas que desde entonces está siendo aplicada por las mismas. Basado en los resultados de la aplicación de los programas de gestión de vida útil en las centrales nucleares españolas y en la experiencia internacional, especialmente en Estados Unidos, el sector eléctrico ha fijado como uno de sus objetivos estratégicos operar las centrales nucleares el plazo más largo posible, mientras se mantengan los niveles de seguridad y coste adecuados.

El actual marco regulador es suficientemente riguroso para garantizar también la operación segura de las centrales nucleares a largo plazo. Partiendo de esta situación es necesario definir un proceso que complementa al actualmente existente para renovar las autorizaciones de explotación de las centrales nucleares más allá del periodo inicialmente previsto para el funcionamiento de las mismas. En la actualidad está prácticamente finalizado un documento, preparado conjuntamente con el CSN, que identifica las bases y criterios necesarios para establecer un proceso regulador claro, estable y predecible que permita renovar las autorizaciones de explotación de las centrales nucleares españolas, más allá del periodo inicialmente previsto para el funcionamiento de las centrales, por periodos sucesivos de 10 años.

3.1.4. Otros temas.

Podría citarles un número significativo de temas adicionales concretos en los que la colaboración del Sector con el CSN ha existido



Figura 2. Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril.

y permitido conseguir logros de interés mutuo en áreas como las de Análisis Probabilistas de Seguridad (APS), planificación de emergencias, especificaciones de funcionamiento de las centrales, asuntos de seguridad genéricos o temas de licenciamiento en general de las plantas, pero no es mi intención hacer un “relatorio” de asuntos técnicos. Simplemente señalar que muchas han sido las tareas abordadas en estos años para mejorar las condiciones de seguridad en las que las centrales españolas funcionan, mejoras que se pueden comprobar al analizar la evolución de sus indicadores de seguridad y funcionamiento a lo largo de sus años de operación.

4. Protección radiológica y sanitaria

En materia de la protección radiológica y sanitaria también existen numerosos ejemplos de los buenos resultados de la colaboración entre el CSN y el sector eléctrico. Entre ellos destacaría yo, a título de ejemplo, los más significativos en las áreas de la protección radiológica, los residuos radiactivos y la protección sanitaria derivadas de la operación de nuestras centrales nucleares.

4.1 Protección radiológica

En la primera de éstas, la protección radiológica, creo merece la pena destacar los trabajos realizados para el desarrollo de un modelo genérico y uniforme para los manuales de protección radiológica de las centrales. Hasta el desarrollo del mismo, las centrales, en cumplimiento de la legislación vigente, organizaban y realizaban la misma conforme a prácticas que no eran las mismas para todas ellas. Tras los trabajos conjuntos, se han mejorado y uniformado las prácticas en todas las centrales consiguiéndose una mejor protección de los trabajadores que realizan su labor en las mismas así como de la población del entorno. Otro ejemplo en esta área es el trabajo iniciado recientemente para el desarrollo de una metodología y de los programas informáticos asociados para el cálculo de dosis realistas a la población. Los modelos actuales se basan en metodologías de tipo conservador, utilizan programas desarrollados en los países origen de la mayor parte de nuestras centrales así como datos de uso y consumo típicos de dichos países. La nueva metodología adapta los citados programas a las características de las centrales españolas, desarrollando modelos específicos al respecto, y utiliza

datos de uso y consumo reales de la población del entorno de nuestras centrales.

4.2 Residuos radiactivos

En el área de los residuos radiactivos son destacables las labores de disminución de la producción de los mismos, reduciendo su volumen final, así como el desarrollo de proyectos para la desclasificación de aquellos residuos que por tener una actividad prácticamente despreciable pueden tratarse como residuos convencionales. Estos trabajos sin duda conducen a una mejor utilización del almacén nacional de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril. En esta área destaca, también, la elaboración, conjuntamente con el CSN, de una guía para la uniformación de los planes de gestión de residuos radiactivos de las centrales y el desarrollo de un proyecto piloto, en conjunción con Enusa y Enresa, para probar la citada guía en el desarrollo del plan aplicable a una central nuclear con el fin de detectar en su aplicación las modificaciones necesarias o mejoras a incorporar para que el plan sea aplicable al resto de las centrales nucleares y a las instalaciones nucleares de Enusa y Enresa.

4.3 Protección sanitaria

Por último, en el área sanitaria, me parece oportuno mencionar por su importancia la colaboración de las centrales nucleares españolas, conjuntamente con el CSN, en la aportación de los datos necesarios para el desarrollo de un estudio epidemiológico de mortalidad por cáncer en los trabajadores de las instalaciones nucleares de todo el mundo, que ha sido finalizado recientemente por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), dependiente de las Naciones Unidas y con sede en Ginebra. Los resultados de este estudio son muy significativos pues revelan que las estimaciones de riesgo son similares a las encontradas en estudios anteriores y

que no es necesario modificar las normas de protección actualmente vigentes. Independientemente de lo anterior, el sector eléctrico está en disposición de apoyar y colaborar con el CSN en la aportación de los datos que precise para el desarrollo por el Instituto Nacional de Epidemiología Carlos III del nuevo estudio epidemiológico sobre la población del entorno de las centrales nucleares y que, como el realizado por el citado instituto

“Desde la creación del CSN, el sector eléctrico siempre ha apoyado las actividades internacionales del mismo así como la organización de numerosas conferencias internacionales realizadas en España.”

hace unos años, estamos seguros conducirá a las mismas conclusiones que el anterior, es decir, que no se encuentran indicios de que la mortalidad por cáncer alrededor de nuestras centrales sea mayor que en otras regiones españolas en que estas no existen.

5. Colaboración internacional

Un área de trabajo esencial en el sector eléctrico en general y en Unesa en particular, como representante del mismo, es la de participación en entidades y grupos de trabajo internacionales. Es innegable que muchas de las actividades que se desarrollan en foros internacionales llegan a España más pronto o más tarde. El participar desde el inicio en su definición y desarrollo redundará en que las soluciones finales tengan mejor en cuenta la realidad española y puedan adoptarse con mayor facilidad. En el área nuclear ello, además, permite supervisar mejor los niveles de seguridad de las centrales de otros países menos desarrollados tecnológicamente y

disminuir el riesgo de incidentes en los mismos que, como se ha indicado anteriormente, repercutirán en toda la industria nuclear mundial. La participación en la Asociación Mundial de Explotadores Nucleares (WANO) es un ejemplo claro de lo anterior.

Esta asociación se fundó en el año 1989 y yo mismo, junto con otros presidentes de empresas explotadoras de centrales nucleares, estuvimos en Moscú para la firma de los estatutos. La misión de WANO es maximizar la seguridad y fiabilidad de la operación de las centrales nucleares mediante el intercambio de información, fomentando la comunicación, comparación y emulación entre sus miembros. Personal de Unesa y de las centrales nucleares españolas han participado desde el inicio tanto en los órganos de gobierno de la asociación como en todas las actividades, siendo destacable las revisiones del funcionamiento de las centrales españolas por expertos de otras centrales en el llamado programa de *Peer Review*.

En lo que se refiere al CSN, el sector eléctrico ha apoyado desde su creación las actividades internacionales del organismo regulador así como la organización de numerosas conferencias internacionales realizadas en España. De todo ello quiero destacar aquellas de especial significación.

La Agencia de Energía Nuclear (AEN) de la OCDE tiene un Comité de Seguridad de Instalaciones Nucleares (CSNI) en el que la representación oficial del CSN es apoyada en sus actividades, cuando así lo considera conveniente, por personas procedentes del sector nuclear. En diversos grupos de trabajo del citado Comité, como son los de experiencias operativas, integridad de componentes y estructuras, análisis y gestión de accidentes, factores humanos y organizativos y en el de márgenes de seguridad del combustible, participan expertos procedentes de las centrales nucleares o de Unesa apoyando y complementando las actividades

realizadas por técnicos del CSN. Las misiones de los grupos de trabajo son en general las de coordinar actividades de cooperación internacional en las áreas consideradas de mayor importancia, desarrollando programas intensos de investigación y un amplio intercambio de puntos de vista sobre sus aspectos técnicos. Merece también la pena destacar las actividades del banco de datos de incidentes ocurridos en centrales nucleares de todo el mundo *Incident Reporting System (IRS)* de la NEA y del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), banco de datos al que los organismos reguladores de cada país miembro aportan los informes de los sucesos de los que corresponda informar y que en el caso español el CSN envía al IRS en base al contenido de la información suministrada por las centrales nucleares españolas. Además, en el caso español, el CSN remite periódicamente a Unesa copia de los informes del IRS que son distribuidos a las centrales nucleares españolas para su análisis y acción si fuese el caso.

Una reciente cooperación que merece destacarse es la organización entre la Agencia de Energía Nuclear (AEN), el CSN y Unesa del *Workshop on Regulatory Uses of the Safety Performance Indicators* que se celebró en Granada en mayo de 2004 y que tuvo una significativa repercusión internacional.

También deseo referirme al Sistema Internacional de Información de Experiencias Ocupacional (ISOE), gestionado por la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE y el OIEA, y que tiene como objetivo el intercambio entre sus miembros de información relacionada con las exposiciones ocupacionales a radiaciones ionizantes recibidas por los trabajadores de las centrales nucleares de todo el mundo. Unesa participa en el ISOE desde su origen, en 1990, aportando los datos de los trabajadores de las centrales nucleares españolas y compartiendo con el CSN la cuota anual que corresponde a nuestro país.

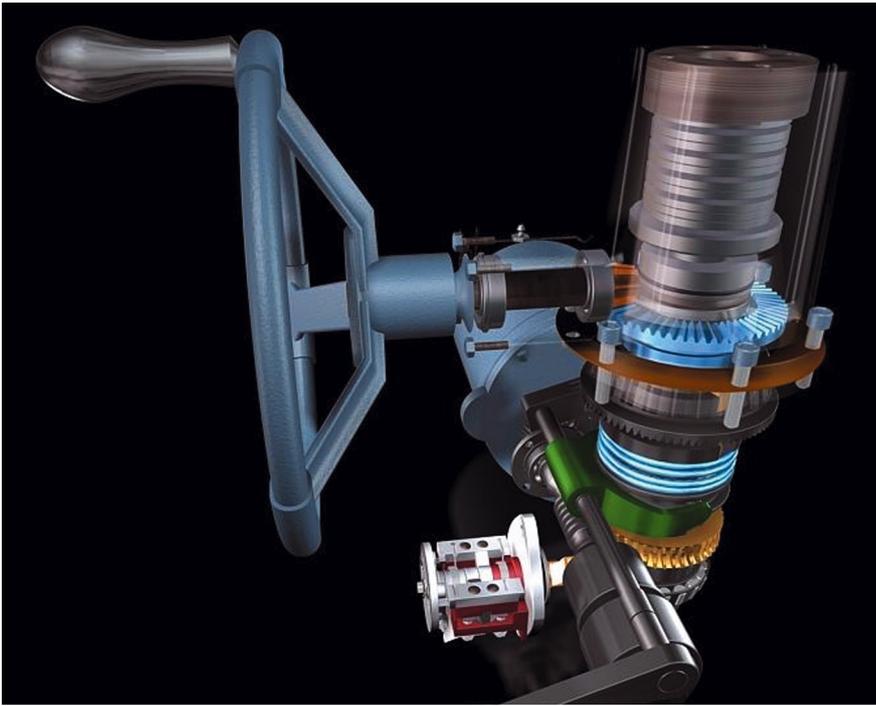


► **Figura 3.** Vista de la sede internacional del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) en Viena, Austria.

Por otra parte, es bien conocida la participación del sector eléctrico en diversas instituciones nucleares americanas con programas internacionales y la aportación al CSN de documentos y resultados de los trabajos realizados por las mismas. Un ejemplo es la participación de Unesa, representando a las centrales nucleares y empresas eléctricas españolas, en el Instituto de Explotación de Energía Nuclear (INPO) desde el primer año de su creación tras el accidente de la Central de las Tres Millas (TMI) que mencioné al principio. Uno de los cuatro pilares de INPO es el programa de intercambio de información y análisis de sucesos ocurridos principalmente en centrales americanas y que se recogen en los documentos *Significant Event Report (SER)* y *Significant Operating Experience Report (SOER)*, este último enfocado al análisis de sucesos similares ocurridos en varias instalaciones. A través de la participación de Unesa en INPO se reciben estos documentos, que las centrales nucleares españolas están obligadas a analizar dentro de sus programas de experiencia operativa, informando de los resultados al CSN a través del informe anual de experiencia operativa. Complementariamente, con el fin

de facilitar la función auditora del CSN, Unesa propició un acuerdo de confidencialidad INPO-CSN de tal manera que el CSN puede tener acceso directo a los SER y SOERS de INPO.

Por último, en este punto de la cooperación internacional entre el CSN y el Sector, quisiera destacar los trabajos de preparación del III Informe Nacional de España en la Convención de seguridad nuclear que tuvo lugar en la sede del OIEA en Viena, el pasado mes de abril. Trabajos que habían empezado un año antes, dado el arduo proceso de preparación del informe y de las subsiguientes actividades, principalmente las de preparación de preguntas a los informes de otros países de la Convención y las de respuesta a las formuladas al informe español. La coordinación de la participación de expertos de las centrales nucleares españolas en todo el proceso se hizo desde Unesa y una adecuada representación sectorial acompañó a la presidenta del CSN y a los directores técnicos del mismo en su presentación en Viena, quienes en sus conclusiones no se olvidaron de citar “la participación activa del sector eléctrico en todas las fases de elaboración del tercer informe”, lo que quiero agradecerles desde aquí.



► **Figura 4.** Las animaciones virtuales para explicar el funcionamiento de equipos es una de las muchas aplicaciones de la tecnología para la investigación y, sobre todo, para la formación.

6. I + D + i

Las tecnologías, cualesquiera que éstas sean, no permanecen estáticas. Constituyen el auténtico motor de la sociedad y evolucionan a ritmos vertiginosos. De ahí la importancia de la investigación y desarrollo tecnológico. Las actividades de I+D+i promovidas por el Sector tienen como objetivo principal generar productos, métodos y resultados lo más directamente aplicables a la explotación más segura y eficaz de nuestras instalaciones nucleares. Por ello, se promociona un mayor número de actividades de investigación aplicada, sin olvidar, sin embargo, la participación en proyectos con resultados de aplicación a más largo plazo. Los programas de I+D+i nuclear y los proyectos asociados, en los que participa el sector eléctrico español, cubren la práctica totalidad de las áreas de interés de la tecnología nuclear de las centrales nucleares españolas actualmente en explotación.

Creo significativo destacar que el sector eléctrico ha participado en más de 180 proyectos de I+D+i nucleares en el periodo 1998-2002, con una inversión media anual del

orden de nueve millones de euros. El presupuesto total de los proyectos en los que se ha participado, considerando las aportaciones de otras entidades tanto nacionales como extranjeras a estos proyectos, es del orden de 48 millones de euros anuales, lo que da idea del efecto multiplicador, de más de cinco, respecto a la inversión realizada. Se observa que los programas con mayor número de proyectos y presupuesto son los asociados a la barrera de presión del refrigerante del reactor (37%), mejora de disponibilidad y prácticas operativas (16%), APS y factores humanos (13%), combustible nuclear (13%), gestión de vida (4%) y protección radiológica (2%), aparte del esfuerzo que significó el de centrales avanzadas (12%).

Los datos anteriores incluyen la participación del sector eléctrico en el Plan Coordinado de Investigación (PCI), suscrito entre Unesa y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en septiembre de 1997. El Convenio, adoptado en su día, a las puertas del inicio de un marco eléctrico de liberalización y competencia, demuestra la firme

voluntad del sector eléctrico y del CSN de mejorar continuamente el funcionamiento de nuestras centrales nucleares. El citado plan tiene como objetivos genéricos el adquirir y aumentar las competencias tecnológicas y herramientas para:

a) Garantizar la operación del parque nuclear en condiciones óptimas de seguridad y eficiencia, así como la protección radiológica de los trabajadores y de la población en general.

b) Aprovechar las sinergias del conjunto de las centrales, economías de escala y fuentes de financiación para optimizar su seguridad y eficiencia.

c) Optimizar el marco regulador y abordar otras acciones para aumentar la productividad y competitividad del parque nuclear.

El plan cubre las siguientes líneas estratégicas:

a) Seguridad: aplicaciones de los APS, cultura de seguridad, factores humanos y organizativos, regulación con información de riesgo, simulación y capacidad de gestión de accidentes severos, comportamiento de materiales, experiencia operativa.

b) Eficiencia: aspectos de seguridad relacionados con el aumento de la disponibilidad, incremento de potencia, gestión de la vida útil, optimización del ciclo de combustible, modernización de las instalaciones incluyendo el uso de sistemas digitales, optimización de costes.

c) Desarrollo tecnológico: mantenimiento de los activos optimizando su explotación segura. Desarrollo o adquisición de nuevas capacidades para optimizar la seguridad y eficiencia.

d) Medio ambiente: protección radiológica de la salud de los trabajadores y del público en general, vigilancia radiológica ambiental en el entorno de las centrales nucleares, gestión de residuos radiactivos.

El plan coordinado de investigación, que se ha demostrado muy positivo tanto para las centrales nucleares como para el CSN –usuarios finales de los resultados–, responde

a la estrategia de comunicación, coordinación y colaboración tradicionalmente aplicada por el sector eléctrico a sus actividades de I+D+i nuclear, que tiene como objetivo acometer, con la máxima eficacia y garantía de éxito, la solución de problemas, necesidades e inquietudes que, en la mayoría de los casos, se han planteado antes a otros.

Dentro de esta estrategia de comunicación, coordinación y colaboración, cabe destacar asimismo la participación del sector eléctrico en el Comité Estratégico de I+D+i Nuclear (CEIDEN). Este Comité, creado en el año 2000 a instancias de la subdirección general de energía nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y en el que, además del sector eléctrico y el CSN participan Enusa, Enresa y Ciemat, reúne, por tanto, a los principales promotores de I+D+i nuclear del país y constituye un foro para el intercambio de información y la coordinación de esfuerzos entre los mismos con el objetivo de optimizar el uso de los recursos. Entre los objetivos del CEIDEN se encuentra el apoyo a la implantación en España de un modelo de centros de referencia, que potencie las capacidades de una serie de universidades, centros de investigación y empresas de ingeniería y servicios españoles, de reconocida capacidad científica y técnica en el campo nuclear, en una serie de áreas de I+D+i nuclear de su especialidad.

En el plano internacional, el sector eléctrico tiene como objetivo incrementar su ya importante participación en programas internacionales de I+D+i, en particular, en los programas de EPRI (*Electric Power Research Institute*), que

es el instituto de investigación de las empresas eléctricas de Estados Unidos, país origen de la tecnología de ocho de las nueve unidades nucleares que se encuentran actualmente en operación en España. La colaboración internacional presenta múltiples ventajas: proporciona una gran potencia técnica para la resolución de problemas, por la concurrencia de personal y

“La relación que siempre ha existido entre el CSN y el sector eléctrico es un ejemplo de la eficacia de colaboración público-privada.”

prácticas de múltiples procedencias; tiene un efecto multiplicador sobre la inversión, superior al de los proyectos exclusivamente nacionales; y permite la actualización y mejora de las capacidades de los centros tecnológicos nacionales. En relación con este objetivo, y como parte de su compromiso de apoyo al modelo de centros de referencia antes citado, el sector eléctrico, a través de Unesa, ha firmado acuerdos de colaboración con una serie de entidades (Ciemat, Enusa, Iberinco, Soluziona, y Tecnatom), que serán las encargadas de la asimilación de la tecnología procedente de la participación internacional antes indicada y de su aplicación a las centrales nucleares españolas, destinatarias últimas de la I+D+i nuclear en la que participa o que desarrolla el sector eléctrico.

Los proyectos realizados en este marco de mutua colaboración están favoreciendo la adquisición de las más avanzadas capacidades tecnológicas de utilidad para ambas instituciones, lo que permitirá al CSN desarrollar sus funciones reguladoras con una mayor eficacia y autoridad y al sector eléctrico, como propietario y explotador de las centrales nucleares, garantizar que éstas mantienen y aún mejoran los altos índices de seguridad y fiabilidad alcanzados.

7. Conclusión

En definitiva, y a modo de resumen de todo lo dicho, no puedo dejar de referirme al buen clima de colaboración existente desde siempre entre el CSN y el sector eléctrico. Por más que en algunas ocasiones no estuviera exento de posiciones discrepantes, entendemos que este marco de relaciones, incluso en momentos de diferencias, constituye un ejemplo de la eficacia de la colaboración público-privada, o si se quiere: regulador-regulado, cuando tales relaciones se fundamentan, de un lado, en el estricto respeto a las competencias que a cada cual le corresponden; por otro, cuando se llevan a cabo con exclusivos criterios de profesionalidad.

Por eso, el sector tiene confianza en que este clima de colaboración, demostrado a lo largo de estos años, permita afrontar el futuro con optimismo y esperanza para que una energía limpia, de alta fiabilidad y coste reducido, como es la nuclear, siga contribuyendo al suministro eléctrico español con la garantía y seguridad que ha venido demostrando desde el inicio de su utilización. 

Las Convenciones Internacionales en el Consejo de Seguridad Nuclear

Los tratados o convenciones internacionales referidos a la seguridad nuclear y a la protección radiológica son instrumentos jurídicos que establecen un conjunto de normas de carácter universal que regulan estas disciplinas en el ámbito mundial.

El Consejo de Seguridad Nuclear participa en el cumplimiento de alguno de estos tratados atendiendo a las competencias que le son propias, en este artículo se enumeran aquellos que directamente afectan al CSN.

1. Introducción

El Derecho Internacional público surge entre Estados para ordenar sus relaciones en campos muy diversos, bien para obtener objetivos comunes, llegar a acuerdos a partir de intereses enfrentados o para contar con códigos consensuados de comportamiento.

Este Derecho se sostiene sobre varios principios que permiten su eficacia: la consideración de la igualdad soberana de todos los sujetos, la no injerencia en asuntos nacionales, el principio de solidaridad (que exige la restricción de la voluntad particular en aras del bien común), el respeto a la libre determinación, los derechos y las libertades y la prohibición de agresión, entre otros. Normalmente sigue unos cauces formales consensuados con reglas explícitas para que el entendimiento y cumplimiento de las obligaciones sea igual para las diversas culturas, idiomas y cosmovisiones que pueden concurrir.

Dentro del conjunto de normas con vocación universal que conforman esta disciplina, nos encontra-

mos, como instrumentos jurídicos comunes, los tratados o convenciones internacionales. Podemos decir que se trata de acuerdos entre sujetos del Derecho Internacional (Estados u organizaciones internacionales), ya consten de un instrumento único o de dos o más conexos, cualquiera que sea su denominación, y regidos por el Derecho Internacional. Suelen referirse a campos concretos y establecen obligaciones para los Estados que voluntariamente las asumen al convertirse en partes.

En España, la competencia exclusiva para las relaciones internacionales recae en el Estado, según reza el artículo 149.1.3 de la *Constitución Española* de 1978. La autorización para la celebración de tratados internacionales, para la prestación del consentimiento del Estado con el fin de obligarse por medio de ellos, así como su estatuto jurídico y efectos en el ordenamiento interno, quedan definidos en los artículos 93 a 96 de la *Constitución*. Los tratados internacionales válidamente cele-

brados, forman parte del ordenamiento interno una vez hayan sido publicados oficialmente en España. La distribución de competencias para la celebración de tratados se encuentra recogida en los artículos anteriores y en el 63.2, distinguiendo entre las ocasiones en que debe ser el Rey, el Gobierno o las Cortes Generales, quienes intervengan.

Además de la *Constitución*, la *Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados*, de 23 de mayo de 1969, es el texto básico que regula las modalidades de celebración, aplicación, interpretación, modificación, formas de terminación y efectos de los acuerdos internacionales en general. Para el ordenamiento jurídico español, el *Decreto 801/1972, de 24 de marzo, sobre ordenación de la actividad de la Administración del Estado en materia de Tratados Internacionales*, señala las formas de negociar, adoptar, autenticar, firmar, ratificar y publicar un tratado.

Dentro de las áreas de seguridad nuclear y protección radiológica, existe una necesidad de universaliza-

dad por los efectos transfronterizos de las radiaciones, la internacionalidad de las tecnologías o la seguridad frente a los usos de los materiales nucleares. Por ello, hay tratados que, particularmente, regulan los compromisos que deben cumplir los Estados en seguridad nuclear y protección radiológica, protección física, seguridad de los residuos y del combustible gastado, transporte de material nuclear, control de importaciones y exportaciones, salvaguardias, preparación y respuesta ante emergencias, responsabilidad civil y cobertura de seguros, organismo regulador, derecho nuclear, licenciamiento, inspección y régimen sancionador, etc.

El Consejo de Seguridad Nuclear participa en el cumplimiento de algunos tratados atendiendo a las competencias que le son propias. Aunque existen muchos tratados relacionados con sus materias, haremos aquí un esbozo tan sólo de aquellos que afectan directamente al CSN.

2. La Convención sobre Seguridad Nuclear

La Conferencia Diplomática convocada por el OIEA en 1994, aprobó el texto de la Convención, que se abrió para firma en septiembre de 1994 y entró en vigor en 1996.

Los objetivos de la Convención son:

a) Conseguir y mantener un alto nivel de seguridad nuclear en todo el mundo a través de la mejora de las medidas nacionales y de la cooperación internacional.

b) Establecer y mantener defensas eficaces en las instalaciones nucleares contra los potenciales riesgos radiológicos a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante emitida por dichas instalaciones.

c) Prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar estas en caso de que se produzcan.

El ámbito de aplicación de la Convención son las instalaciones nucleares.

El capítulo 2 reúne las obligaciones:

a) Generales. Destaca la obligación para los Estados de presentar a examen *inter pares*, informes nacionales cada menos de tres años, sobre las medidas para el cumplimiento de la Convención.

b) De legislación y reglamentación. Consistentes en el estable-

“Dentro de las áreas de seguridad nuclear y protección radiológica, existe una necesidad de universalidad por los efectos transfronterizos de las radiaciones, la internacionalidad de las tecnologías o la seguridad frente a los usos de los materiales nucleares.”

cimiento de un marco legislativo que obligue al cumplimiento de las medidas de seguridad nuclear descritas, incluyendo un sistema de inspecciones y licenciamiento, y la constitución de un órgano regulador que controle la aplicación del marco legislativo y sea independiente del fomento y utilización de la energía nuclear.

c) Consideraciones sobre la seguridad, tales como la prioridad, la necesidad de recursos financieros y humanos adecuados, la garantía de calidad, la evaluación y verificación continuas, la protección radiológica basada en el principio ALARA y la preparación para emergencias, en particular la necesidad de contar con planes interiores y exteriores de emergencias con simulacros previstos y de informar al público.

d) Obligaciones concretas sobre la seguridad de las instalaciones, en cuanto a las distintas fases, procedimientos apropiados para la seguridad del emplazamiento que consideren el impacto en las personas, la sociedad, el medio am-

biente y los países fronterizos, del diseño y construcción de las instalaciones nucleares basadas en la defensa en profundidad, acerca de la explotación, en cuanto a procedimientos necesarios, cualificación del personal, análisis y experiencia operativa, reducción de residuos al mínimo y responsabilidad del licenciataria.

El Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) realizará las funciones de Secretaría para las reuniones de las partes.

Esta convención se crea con espíritu incentivador, con la idea de que los Estados, con distintos desarrollos nucleares y de cultura de seguridad, se obliguen a mejorar sus condiciones, así como a intercambiar experiencias a través del sistema de revisión entre homólogos. Esta previsión supone que cada Estado parte hará un Informe sobre su cumplimiento de la Convención, que se actualizará cada tres años. Una vez distribuido a las demás partes, estas pueden solicitar por escrito en un plazo determinado aclaraciones al texto o hacer comentarios. Los países responden igualmente por escrito incrementando así la información de detalle sobre cada capítulo. Posteriormente, todas las partes se reúnen en la sede del OIEA para presentar oralmente su informe, contestar a las dudas que aún surjan, actualizar la información y ser examinadas por las demás, quienes opinan sobre los aspectos que son mejorables en seguridad o sobre las buenas prácticas a resaltar para el conocimiento de toda la comunidad nuclear. Cada país recoge, de cara al siguiente informe, unos compromisos de mejora de los que habrá que dar cuenta en las posteriores ocasiones.

En el caso español, el CSN es el organismo coordinador de dichos informes, si bien participan otros, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y el sector eléctrico, con el ánimo de ofrecer un documento completo con informaciones y puntos de vista de todas las partes. El personal del CSN participa en la

redacción de dicho informe, en la realización de preguntas a otros países, en la respuesta aclaratoria sobre el nuestro y en la presentación en la reunión de revisión.

En abril de 2005 se celebró la tercera reunión de revisión de las partes de la convención, donde España presentó su tercer informe.

3. Convención Conjunta sobre la seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre la seguridad en la gestión de los residuos radiactivos

Con la *Convención sobre seguridad nuclear* surge la necesidad de la regulación de la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos pues no quedaban completamente definidos en ella. Se decide así crear un nuevo tratado, con la misma estructura que el anterior, y que reuniera las disposiciones propias de dos tratados paralelos, la seguridad en la gestión del combustible gastado y la de los residuos radiactivos. Nace así la *Convención Conjunta*, que forzaba a las Partes a cumplir con obligaciones de los dos campos con sólo ratificar un texto y cuyo articulado distingue entre obligaciones generales y obligaciones separadas para el combustible y los residuos. El 5 de septiembre de 1997, una Conferencia Diplomática convocada por el OIEA aprobó esta Convención.

El ámbito de aplicación del instrumento incluye:

- el combustible nuclear de reactores civiles excluyendo el dedicado al reprocesamiento,
- los residuos radiactivos de aplicaciones civiles originados en el ciclo del combustible nuclear, que no contengan sólo elementos naturales,
- las fuentes selladas en desuso,
- las descargas.

Los objetivos son:

a) Lograr un alto nivel de seguridad en el mundo en la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos, mediante la

cooperación internacional y la mejora de las medidas nacionales.

b) Asegurar que en todas las etapas de la gestión haya medidas contra los riesgos radiológicos potenciales para proteger a la sociedad y el medio ambiente en la actualidad y en el futuro.

c) prevenir los accidentes radiológicos y mitigar, en su caso, las consecuencias.

Requisitos de seguridad en la gestión:

“Con la *Convención sobre seguridad nuclear* surge la necesidad de regular la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos por lo que se decide crear un nuevo tratado denominado *Convención conjunta*.”

a) Del combustible gastado: conseguir el nivel más bajo posible de producción, la protección a los sujetos, la atención a la criticidad y remoción del calor residual, contemplar los riesgos radiológicos, mantener la seguridad en las instalaciones existentes, evaluar todos los factores en cuanto al emplazamiento de las instalaciones proyectadas, cumplir con la seguridad en el diseño, construcción y operación de instalaciones, evaluar la seguridad y aplicar las medidas pertinentes en la disposición final del combustible.

b) De los residuos radiactivos: Se exigen medidas de seguridad en la gestión, en un esquema paralelo al descrito en el apartado anterior, aplicadas a los residuos radiactivos y a sus instalaciones propias, incluyendo una cláusula para las medidas institucionales tras el cierre.

c) Disposiciones generales: exige la existencia de un marco legislativo y regulador que permita el cumplimiento de la Convención, con un órgano regulador independiente en sus funciones. La res-

ponsabilidad primordial de la seguridad recae sobre el titular de la licencia. Se determina la necesidad de la existencia de recursos humanos y financieros, de programas de garantía de calidad, de medidas de protección radiológica operacional, de planes de emergencia y de obligaciones concretas durante la clausura de las instalaciones. Además, se regulan los movimientos transfronterizos en cuanto a la seguridad de los traslados, y el tratamiento seguro de las fuentes selladas en desuso.

Al igual que en la *Convención de seguridad nuclear*, se obliga a las partes contratantes a presentar, para el examen de los homólogos, un informe nacional cada menos de tres años que recoja el grado de cumplimiento de la Convención y otros datos necesarios para su consideración.

En este caso, el coordinador nacional del informe es el Ministerio de Industria, y en él participan también el CSN y Enresa, en todas las fases que se han descrito en la *Convención sobre seguridad nuclear*, pues el proceso de revisión es igual.

En abril de 2006 se celebrará la segunda Reunión de Revisión. Actualmente se están terminando los trabajos de edición del segundo informe español.

4. Convención sobre protección física de los materiales nucleares

En marzo de 1980 se abrió para firma la *Convención sobre protección física de los materiales nucleares*.

Esta Convención pretende atajar los peligros derivados del uso o apoderamiento ilegal de los materiales nucleares y, a través de la cooperación, facilitar la transferencia segura de materiales nucleares, así como la protección física de aquellos almacenados, usados o transportados en un ámbito nacional.

Sus 23 artículos disponen:

— La Convención se aplica a los materiales definidos, utilizados con fines pacíficos durante el

transporte internacional, y durante su utilización, almacenamiento y transporte nacionales.

— Exportaciones e importaciones: Se permiten siempre que se haya comprobado que existen niveles de seguridad (determinados en un anexo) durante el traslado, tanto entre Estados miembros como entre Estados no miembros, en caso de que pasen en tránsito por el territorio de una parte contratante

— Notificación, cooperación internacional e intercambio de información confidencial en caso de hurto, robo, apoderamiento ilícito o su amenaza.

— Deberá regularse como delito punible en las legislaciones nacionales la comisión intencionada de:

- Recibir, poseer, usar, transferir, alterar, evacuar o dispersar materiales nucleares sin autorización legal que puedan causar muerte o lesiones graves a las personas o daños materiales sustanciales, o su tentativa.
- Hurto o robo de materiales nucleares, o su tentativa.
- Malversación de materiales nucleares o su obtención mediante fraude, o su tentativa.
- Exacción de materiales nucleares mediante amenaza o uso de violencia o intimidación.
- La amenaza de utilizar los materiales para causar muerte o lesiones graves o daños materiales y la de robar o hurtar para obligar a un sujeto a hacer algo o a abstenerse.
- La participación en cualquiera de los delitos.

— Cada Estado determinará su régimen jurisdiccional. Los delitos descritos darán lugar a extradición en los Acuerdos que firmen las partes.

— Los Estados cooperarán en el procedimiento penal surgido por la comisión de alguno de los delitos.

La *Convención sobre protección física de los materiales nucleares* se ha revisado y, en julio de 2005, se ha celebrado una Conferencia Diplomática para aprobar una Enmienda (nuevo tratado in-

ternacional que sustituirá al anterior cuando entre en vigor, para aquellos Estados que lo ratifiquen) a la Convención que contiene, entre otros cambios, la inclusión de las instalaciones nucleares dentro del ámbito de aplicación y la tipificación de nuevos delitos que prevean actuaciones penales frente a la actual situación de terrorismo internacional.

En el caso español, una vez que se haya ratificado, modificará el *Código Penal* y el *Real Decreto 158/1995, de 3 de febrero, sobre Protección Física de los Materiales Nucleares*.



5. Convención sobre pronta notificación de accidentes nucleares

En septiembre de 1986, tras el accidente de Chernobyl, una conferencia internacional bajo los auspicios del OIEA aprobó el texto de la *Convención sobre pronta notificación de accidentes nucleares*, entrando en vigor el 27 de octubre de 1986.

Se trata de un texto aplicable a todo accidente relacionado con las instalaciones o actividades de una Parte Contratante que ocasione, o pueda ocasionar, una liberación de material radiactivo de la que pueda resultar o resulte liberación transfronteriza importante, desde el punto de vista de la seguridad radiológica, para otro Estado.

Se establece en el articulado un sistema de notificación y cooperación con el fin de que los Estados afectados puedan tomar las medidas necesarias en el menor tiempo posible para mitigar las potenciales consecuencias de un accidente.

— Notificación e información: En caso de accidente nuclear, el Estado en que ocurrió deberá comu-

nicar inmediatamente las circunstancias e información precisa (se detalla en el artículo 5) a los Estados que puedan verse afectados y al OIEA, y actualizará la información según vaya variando la situación. Además, tendrá que responder a las consultas que le realice un Estado afectado.

El OIEA informa a los Estados implicados y a las organizaciones internacionales pertinentes.

El OIEA y los Estados Parte contarán con un listado de autoridades competentes nacionales y el punto de contacto responsable de la transmisión, que deberá estar disponible permanentemente, así como el del OIEA.

— Asistencia a Estados Parte: El OIEA estudiará la viabilidad de sistemas de vigilancia radiológica en Estados no nucleares vecinos de los nucleares.

— Acuerdos bilaterales y multilaterales. Los Estados pueden concertar acuerdos entre ellos para fomentar los intereses mutuos en la materia.

En España, el CSN (a través de la Sala de Emergencias) es la autoridad competente designada ante el OIEA como punto de contacto y alerta español.

6. Convención sobre asistencia mutua en caso de accidente nuclear o de emergencia radiológica

Aprobada por la misma Conferencia General de septiembre de 1986, la *Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o de emergencia radiológica* se crea con el propósito de cooperar internacionalmente para conseguir un alto nivel de seguridad en las actividades nucleares mediante la prevención de accidentes nucleares y la reducción de sus consecuencias. Completa por tanto el régimen establecido en la *Convención sobre pronta notificación de accidente nuclear*.

Se establece en el texto un sistema en el que participan los Estados Parte y el OIEA para evitar los daños y lesiones derivados de un accidente.

— Prestación de asistencia: El Estado que necesite asistencia la solicitará a cualquier Estado Parte y al OIEA especificando las necesidades. El Estado al que se solicite decidirá y comunicará prontamente si está en condiciones de prestar la asistencia. El OIEA contará con una lista de expertos, equipos y materiales de los que se puede disponer. Cabe incluir la asistencia médica y la evacuación de personas. El OIEA facilitará los recursos y coordinará, si fuera necesario, la ayuda internacional. El Estado solicitante facilitará la administración de la asistencia.

— Autoridades competentes y puntos de contacto: Deben ser comunicados a los Estados y al OIEA.

— Funciones del OIEA: Difundir información sobre los recursos previstos, asistir a todos los Estados en la creación de planes de emergencia, capacitación del personal y desarrollo de la vigilancia radiológica.

— Otras disposiciones: Las relativas a los privilegios e inmunidades del personal asistente, a los gastos habidos, al tránsito de personal, equipos y bienes, a las responsabilidades e indemnizaciones y a la terminación de la asistencia.

En España, la autoridad competente es la Dirección General de Protección Civil, si bien el CSN es el punto de contacto y alerta.

7. Convenios internacionales sobre responsabilidad civil por daño nuclear

Existen muchos tratados sobre responsabilidad civil por daño nuclear, cuyas partes contratantes son distintas en algunos casos y coincidentes en otros. Algunos de los tratados suponen enmiendas a anteriores parcialmente en vigor y otros pretenden encontrar soluciones a las divergencias en los regímenes dispuestos en ellos. Los tratados más destacados son:

- 1963. *Convención de Viena sobre responsabilidad civil por daño nuclear.*

- 1997. *Protocolo de enmienda de la Convención de Viena sobre responsabilidad civil por daño nuclear.*

- 1960. *Convención de París sobre responsabilidad civil del tercero en el ámbito de la energía nuclear.*

- 1963. *Convención de Bruselas suplementaria de la Convención de París.*

- 1997. *Convención sobre compensación suplementaria por daño nuclear.*

- 1992. *Protocolo conjunto sobre la aplicación de la Convención de Viena y la Convención de París.*

El objetivo de estos tratados es establecer que la responsabilidad del daño producido es objetiva y que recae en el explotador de la instalación donde se causó el daño, sin considerar la intención. Se establecen para determinarla criterios territoriales, de tal manera que se asegure una protección financiera. Por ello, las demás disposiciones versan sobre seguros, indemnizaciones, legislaciones aplicables, tribunales competentes, etc.

8. Otros acuerdos internacionales

Además de las convenciones destacadas por su relación con el CSN, es necesario enunciar otros tratados que conforman nuestro ordenamiento jurídico y por tanto, nuestras funciones.

El *Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Tratado Euratom)* se firma en Roma en 1957 como tratado constitutivo de una de las tres comunidades que forman las Comunidades Europeas. Es por tanto derecho primario dentro del comunitario y no se rige por las instituciones del Derecho Internacional, sino por normas propias comunitarias. Aún así, debemos referirnos a él puesto que es parte de nuestro ordenamiento jurídico, del mismo modo que el resto de normas que lo desarrollan.

Su título II recoge disposiciones sobre el desarrollo de la investigación, la difusión de conocimientos,

la protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes (a la que se dedican los artículos 30 a 39, que suponen la base jurídica para crear normas comunitarias que regulen la protección sanitaria de la población y los trabajadores, en cuanto a dosis y exposiciones admisibles, y principios fundamentales de la vigilancia médica de los trabajadores. También se dispone sobre el control de la radiactividad en la atmósfera, aguas y suelo, disposiciones todas ellas que fundamentan los trabajos de protección radiológica del CSN), inversiones, empresas comunes, abastecimiento, control de seguridad, régimen de propiedad de los materiales fisionables especiales, mercado común nuclear y relaciones exteriores.

Los acuerdos de no proliferación. El *Tratado de no proliferación de armas nucleares (conocido como TNP)* entró en vigor el 5 de marzo de 1970, siendo depositarios los Estados de Reino Unido, Estados Unidos y la URSS, y fue ratificado por España en 1987. El Tratado exige la creación de un *Acuerdo de salvaguardias* entre cada Estado parte y el OIEA por el que se comprometa el país a informar sobre los materiales existentes en su territorio y a ser controlado y verificada dicha información por el OIEA, para comprobar que las instalaciones y materiales nucleares se destinan a usos pacíficos. Desde el 30 de abril de 2004 está en vigor el *Protocolo Adicional al Acuerdo de Salvaguardias*, texto que extiende las competencias de los inspectores del OIEA en estas materias.

El CSN colabora en las labores de declaración sobre los proyectos de I+D en que participa.

Convención OSPAR. La Convención Oslo-París tiene como objetivo la protección del medio ambiente marino de la zona N-E del Atlántico, frente a los efectos derivados de actividades humanas y consta de diversos comités, entre ellos el Comité de Sustancias Radiactivas, en el cual participa el CSN. 

Grandes figuras de la ciencia nuclear y radiactiva

Frederick Soddy, Premio Nobel de Química en 1921

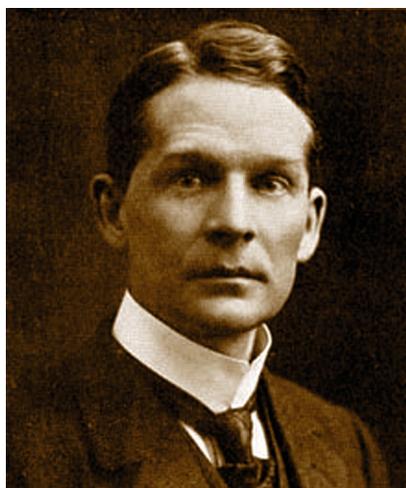
Frederick Soddy (1877-1956) recibió el Premio Nobel de Química en el año 1921 por sus contribuciones al

conocimiento de la química de sustancias radiactivas, y sus investigaciones sobre el origen y naturaleza de los isótopos.

Frederick Soddy, hijo de Benjamín Soddy, un comerciante londinense, nació en Eastbourne, Sussex, Inglaterra, el 2 de septiembre de 1877. Recibió su educación más temprana en el colegio de la misma localidad, y posteriormente estudió en el *University College of Wales*, en Aberystwyth.

En 1895 obtuvo una beca para estudiar en el *Merton College*, en Oxford, y se graduó en su Universidad adscrita en 1898, con el grado de *first class honours* en química. Tras pasar en Oxford dos años realizando diversos trabajos de investigación se trasladó a Canadá, donde durante otros dos años fue *demonstrator* en el departamento de química de la *McGill University*, en Montreal. Compartió este periodo con el profesor Sir Ernest Rutherford con el que trató diversas cuestiones relacionadas con la radiactividad. Publicaron juntos una serie de artículos sobre esta materia, llegando a la conclusión de que se trataba de un fenómeno que relacionaba la desintegración atómica con la formación de nuevos tipos de materia. También investigaron la emanación gaseosa del radio.

Al dejar Canadá, Soddy comenzó una fructífera colaboración con Sir William Ramsay en la *University College* de Londres, donde continuó sus estudios sobre las emanaciones de radio. Soddy y Ramsay fueron capaces de demostrar, por medios espectroscópicos, que el helio era producido a través del decaimiento radiactivo de una muestra de bromuro



► Figura 1. Frederick Soddy.

de radio y que el helio era desarrollado en el decaimiento de la emanación.

Entre 1904 y 1914, Soddy fue conferenciante sobre física química y radiactividad en la Universidad de Glasgow, donde pudo realizar gran cantidad de experimentos químicos relacionados con materiales radiactivos. En este periodo desarrolló la conocida *Ley del Desplazamiento*, que postula que la emisión de una partícula alfa por parte de un elemento provoca que este elemento retroceda dos puestos en la Tabla Periódica. El punto álgido de sus investigaciones se dio en 1913 con su formulación del concepto de isótopos, que afirma que ciertos elementos existen en dos o más formas con diferentes pesos atómicos, pero idénticas químicamente.

En 1914 fue nombrado profesor de química en la Universidad de Aberdeen, pero sus planes de investi-

gación se frustraron con el inicio de la Primera Guerra Mundial. En 1919 se alcanzó el título de *Dr. Lees Professor of Chemistry* en la Universidad de Oxford, puesto que mantendría hasta 1937, año en el que se retiró debido al fallecimiento de su esposa, Winifred Beilby.

Tras su estancia en Glasgow no volvió a retomar el trabajo relacionado con la radiactividad, permitiendo que fueran otros los que desarrollasen sus teorías y experimentos. Su interés se dividió entre los asuntos económicos y sociales, diversas teorías políticas sin demasiada aceptación social, y a la resolución de problemas inusuales en los campos de las matemáticas y la mecánica.

Entre sus diversas publicaciones destacan *Radiactividad* (1904), *La Interpretación del Radio* (1909), *La Química de los elementos radiactivos* (1912-1914), *Materia y Energía* (1912), *Ciencia y Vida* (1920), *La Interpretación del Átomo* (1932), *La Historia de la Energía Atómica* (1949), y *la Transmutación Atómica* (1953).

Soddy fue elegido en 1910 miembro de la *Royal Society* y nombrado *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Oxford. Fue también mercedor de la *Albert Medal* en 1951.

Según sus colaboradores más allegados, Soddy fue siempre un hombre de principios, obstinado en sus convicciones, amigable con sus alumnos y polémico con sus colegas.

Frederick Soddy murió el 22 de septiembre de 1956 en Brighton. ☞

Actualidad

- Centrales nucleares • Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento • Instalaciones radiactivas • Acuerdos del Consejo • Actuaciones en emergencias •

► CENTRALES NUCLEARES

La información se refiere al periodo comprendido entre el 21 de mayo y el 20 de agosto de 2005.

Almaraz

Durante este periodo las unidades I y II de Almaraz han permanecido al 100% de potencia nuclear sin sucesos significativos.

Durante el proceso de revisión del soportado de las líneas de clase no nuclear (no sísmicas) del sistema de agua de refrigeración de componentes de la unidad I, se observó que en ciertas líneas por soportado inadecuado no se podía garantizar el cumplimiento de los criterios de interfaz con líneas de clase nuclear 2 (categoría sísmica 1) asociadas a penetraciones de contención.



Central nuclear de Almaraz.

© Foro Nuclear

La central nuclear de Almaraz extendió el análisis a otras líneas con la misma configuración identificándose esta discrepancia de soportado en un total de cinco líneas asociadas a otras tantas penetraciones en la unidad I y una línea en la unidad II.

En cumplimiento del punto 3.1 de la *Guía de Seguridad I.II del CSN sobre detección de condiciones degradadas o de no conformidad*, la central nuclear de Almaraz envió al CSN las CD-1-009 y CD-2-012, incluyendo un plan de actuación, para implantación de las acciones correctivas necesarias para su cierre. Las acciones correctivas consistieron en la instalación

de nuevos soportes para conseguir que en el punto más desfavorable la tensión fuera menor que la admitida por el código ASME. Estas acciones correctivas se realizaron, entre el 10 y el 20 de junio, mediante las correspondientes modificaciones de diseño sobre soportado de líneas que acceden a la contención. Con posterioridad se demostró que en ningún momento, incluso sin estar instalados los nuevos soportes, se habría superado la carga de rotura de la línea en caso de SSE u OBE.

Ascó

En lo que respecta a la unidad I, el día 18 de julio se produjo un suceso notificable: incumplimiento del requisito de vigilancia 4.7.12.2.b aplicable a puertas contra incendios, debido a la no realización del procedimiento de vigilancia PV-247B (ronda semanal puertas de contraincendios) dentro del plazo requerido por las especificaciones técnicas de funcionamiento. La realización del procedimiento estaba programada el día 15 de julio y se realizó el día 18, inmediatamente después de la detección del incumplimiento.

En lo referente a la unidad II, el día 14 de julio también se produjo un suceso notificable: entrada en la condición límite de operación 3.0.3. durante 28 minutos por estar sin ninguna bomba de carga operable durante el proceso de alineamiento de la bomba de carga B.

El día de los hechos, la bomba de carga B se encontraba en descargo por mantenimiento preventivo y la bomba de carga C estaba alineada al tren B. La bomba de carga A en funcionamiento sufrió una avería, y se arrancó la bomba de carga C, encontrándose, por lo tanto, solamente una bomba de carga operable. La acción correspondiente a la Condición Límite de Operación (CLO) 3.1.2.4, requiere restablecer al modo operable al menos dos bombas de carga en el plazo de 72 horas. Para declarar operable la bomba de carga B se tuvieron que ejecutar las siguientes operaciones: alinear la bomba al tren B (sólo se puede alinear a su tren), arrancarla, y realizar la prueba de vigilancia PV-04B, para ello fue necesario parar la bomba de carga C que estaba alineada al tren B. La planta estuvo operando durante cinco segundos sin ninguna bomba de carga funcionando. En esta situación se aplica la CLO 3.0.3. ("en el caso de que no pueda ser satisfecha una condición límite de operación debido a circunstancias



Edificio de los simuladores de Ascó-Vandellós.

que sobrepasen a las anunciadas en la condición límite de operación”).

Tras la ejecución satisfactoria del PV-04B y el alineamiento de la bomba de carga C al tren A, se normalizó la situación.

Respecto a ambas unidades, en su reunión de 8 de junio, el Consejo informó favorablemente la revisión nº 80 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó I y la revisión nº 79 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó II.

En su reunión de 29 de junio, el Consejo informó favorablemente la revisión nº 81 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó I y la revisión nº 80 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó II.

En su reunión de 27 de julio, el Consejo informó favorablemente la revisión nº 82 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó I y la revisión nº 81 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de Ascó II.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado cinco inspecciones durante este periodo.

Cofrentes

La 15ª parada de recarga de combustible se prolongó hasta el día 3 de agosto, debido a la ejecución de los trabajos de sustitución de todas las líneas de inserción y extracción de los mecanismos de accionamiento de las barras de control (CRD) pertenecientes al segundo cuadrante, en ocho de las cuales se detectaron fugas (o indicios de fugas) a finales de junio.

Aparte del suceso del que se informó en el número anterior, se produjeron algunas incidencias dignas de mención durante la recarga y posterior proceso de arranque:

El 25 de mayo se produjo el rebose de las piscinas de almacenamiento de combustible gastado, debido al trasvase accidental de unos 142 m³ de agua desde las piscinas superiores del edificio de reactor, ocasionado por un error humano en una maniobra de alineamiento de sistemas. El rebose no tuvo consecuencias radiológicas destacables, habiendo concluido el control y descontaminación de las zonas afectadas, por parte

del servicio de protección radiológica, en menos de dos horas

El 30 de junio, con la central en condición de parada fría (todas las barras de control insertadas) se produjo señal de actuación del sistema de protección del reactor por bajo nivel de agua en la vasija del reactor, ocasionado al conectar una línea del sistema de evacuación del calor residual (RHR) que se encontraba parcialmente vacía, por un error de operación.

El 5 de agosto, durante el proceso de subida de potencia y pruebas tras la recarga, y con una potencia aproximada del 10% del valor nominal, se produjo una parada automática del reactor por señal de alto nivel de agua en la vasija del reactor. La causa del transitorio fue el mal funcionamiento de una válvula de control de la turbobomba de agua de alimentación que estaba en servicio. Debido al bajo nivel de potencia inicial, no se produjeron actuaciones automáticas ni manuales adicionales.

Desde el día 8 de agosto, en que se alcanzó la máxima potencia autorizada, la central ha permanecido operando a plena potencia sin incidencias.

En su reunión del día 26 de mayo, el Consejo informó favorablemente la modificación de diseño N° 05/01, relativa a la carga y operación en el reactor y almacenamiento irradiado de los combustibles cargados en la 15ª recarga, para ser quemados durante el actual ciclo de operación 16, junto con las modificaciones a documentos oficiales de explotación asociadas. Entre otras novedades, destaca la utiliza-



Trabajos en el rotor de baja presión de la central nuclear de Cofrentes.

ción por primera vez en la central del combustible de diseño Atrium 10XP, suministrado por Areva (antes, Framatome - ANP); también es la primera vez que se carga combustible de este suministrador en la central, en cuyo núcleo actual coexisten elementos de combustible de tres suministradores: GNF (antes, General Electric)/ENUSA, Westinghouse Electric Sweden AB (antes, ABB) y Areva.

También en dicha reunión del día 26 de mayo, el Consejo informó favorablemente la revisión 9 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas (ETFM), incorporando cambios derivados de la extensión de la duración del ciclo de operación hasta 24 meses y de la modificación de diversos valores admisibles y puntos de tarado de funciones de seguridad, también relacionada con la extensión a 24 meses, así como de la modificación de diseño N° 05/01 (carga y operación de nuevos combustibles).

En su reunión del día 17 de junio, el Consejo dictaminó favorablemente la exposición especialmente autorizada, de acuerdo con el artículo 12 del *Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI)*, de dos trabajadores, para actividades de reparación del secador de vapor, estableciendo límites de dosis ocupacionales específicos de carácter excepcional, superiores a los establecidos en el artículo 9 del RPSRI. Es la primera vez que se concede una autorización de estas características en España.

También en dicha reunión del día 17 de junio, el Consejo apreció favorablemente la realización de una prueba de monitorización del sistema de excitación del generador principal a realizar durante el arranque tras la 15ª recarga, para investigar problemas detectados en dicho sistema de excitación.

En su reunión del día 29 de junio, el Consejo acordó desestimar la solicitud de modificación de las ETFM consistente, básicamente, en la propuesta de ampliar el periodo fuera de servicio permitido (AOT) de los generadores Diesel de emergencia, con el objetivo fundamental de permitir la realización del mantenimiento a potencia de dichos equipos. Este dictamen está basado en criterios de defensa en profundidad, apoyados por criterios de impacto en el riesgo.

En su reunión del día 6 de julio, el Consejo emitió un dictamen sobre la resolución del problema de las fugas detectadas en las líneas de inserción y extracción de los CRD que se menciona en el primer párrafo, según el cual consideraba aceptable tanto realizar las reparaciones pertinentes antes del arranque tras la 15ª recarga como posponer dichas reparaciones durante el periodo necesario para preparar la intervención, acopiar materiales y disponer del personal adecuado, sin exceder de seis meses a partir del arranque y manteniendo vigilancias y limitaciones específicas.

En su reunión del día 29 de julio, el Consejo emitió un dictamen favorable para el arranque y la operación de la central, una vez realizadas las reparaciones de

las fugas en líneas de inserción y extracción de los CRD mencionadas en el primer párrafo (sustitución de todas las líneas del cuadrante afectado por fugas), y después de la inspección realizada por el CSN para realizar comprobaciones sobre estas actuaciones, así como para recabar información sobre la causa raíz de las fugas, las medidas de vigilancia especiales previstas y los planes de resolución a medio y largo plazo.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado 15 inspecciones en la central durante este periodo, todas ellas durante el periodo de recarga.

José Cabrera

La central ha operado a potencia de forma estable durante todo este periodo al 94% de potencia térmica nominal.

En su reunión del día 22 de junio, el Consejo de Seguridad Nuclear informó favorablemente la revisión del plan de gestión de residuos radiactivos de la central nuclear José Cabrera.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado cuatro inspecciones durante este periodo.

Siguen su curso las tareas planificadas para el licenciamiento del Almacén Temporal Individualizado (ATI) y las preparatorias del cese de explotación de la central previsto para el próximo 30 de abril de 2006.

Santa María de Garoña

La central ha llevado a cabo el día 25 de mayo una parada programada de dos días de duración para realizar trabajos de mantenimiento en el interior del pozo seco. El resto del tiempo ha operado a la potencia térmica nominal, excepto una reducción de potencia, llevada a cabo el día 10 de julio de 2005, para realizar



Subestación de la central nuclear Santa María de Garoña.

ACUERDOS DEL CONSEJO

A continuación se presentan los acuerdos más significativos adoptados por el Consejo en el periodo comprendido entre el 26 de mayo y el 16 de julio de 2005. Puede consultar el listado completo de los acuerdos del CSN en la página web www.csn.es

Levantamiento definitivo de la suspensión temporal de las actividades de gammagrafía industrial de las delegaciones de Barcelona y Puertollano de las instalaciones radiactivas de SGS Tecnos

El Consejo, en su reunión del día 14 de julio de 2004 acordó la suspensión temporal de las actividades de la empresa SGS Tecnos que figuran en el epígrafe. El día 10 de noviembre del mismo año acordó levantar provisionalmente, por seis meses, la suspensión, debiéndose

comprobar en dicho periodo de tiempo la implantación de las medidas correctoras establecidas, a fin de poder proceder al levantamiento definitivo de la suspensión. Se han efectuado sendas inspecciones a las delegaciones de SGS Tecnos, SA, en Barcelona y Puertollano, respectivamente, extendiéndose actas de inspección y realizándose el informe correspondiente de evaluación, que ponen de manifiesto la implantación de las medidas requeridas. Examinada la documentación presentada por el titular, así como las evaluaciones e informes efectuados por el CSN en el ámbito de sus competencias, el Consejo ha acordado el levantamiento definitivo de la suspensión temporal de funcionamiento de las delegaciones de Barcelona y Puertollano (Ciudad Real) de la instalación radiactiva

de SGS Tecnos, SA en la actividad de gammagrafía industrial.

Acreditaciones de personal

El día 26 de mayo se procedió a autorizar la prórroga de una licencia de operador de la central nuclear José Cabrera. Además de una acreditación para dirigir y 34 para operar.

Guías de Seguridad del CSN

El 26 de mayo se tomaron los siguientes acuerdos:

— Borrador 2 de revisión de la *Guía de Seguridad GS 7-5* "Actuaciones a seguir en el caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico". En cumplimiento de lo establecido en la resolución del secretario general para la elaboración y revisión de Guías de Seguridad del CSN y una vez completada la fase de comentarios externos, se ha presentado

cambio de secuencia de barras de control y pruebas de especificaciones de funcionamiento y otra reducción de potencia, llevada a cabo el día 21 de julio, para reparar una válvula de venteo del sistema de agua de alimentación.

En su reunión del día 22 de junio, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó informar favorablemente la aprobación de la revisión 6 de las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas.

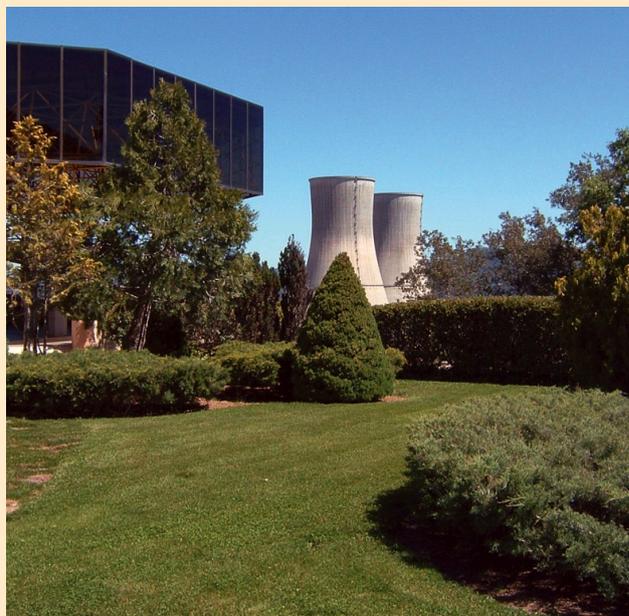
En su reunión del día 27 de julio, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó informar favorablemente la solicitud de autorización para la aplicación a la central del término fuente alternativo, así como la aprobación de la revisión 28 del estudio de seguridad y la aprobación de la revisión 7 de las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas asociadas a dicha aplicación.

El titular no ha comunicado al CSN sucesos notificados durante este periodo.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado cinco inspecciones a la central durante este periodo.

Trillo

La central ha estado funcionando al 100% de potencia en condiciones estables durante todo el periodo excepto



Central nuclear de Trillo.

© Foro Nuclear

durante el tiempo en el que se ha reducido de carga para la realización de pruebas periódicas de vigilancia programadas y los días finales correspondientes al periodo de la parada para recarga que finalizó con el acoplamiento a la red a las 4:30 h. del 24 de mayo.

ACUERDOS DEL CONSEJO (Continuación)

a la consideración del Consejo el texto del proyecto de la Guía de Seguridad del epígrafe, junto con la memoria de acompañamiento. A la vista de la documentación distribuida, el Consejo ha acordado aprobar la *Guía de Seguridad GS 7-5 "Actuaciones a seguir en el caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico"* y que se proceda a su publicación. — "Guía de Estilo para la redacción de Instrucciones y Guías de Seguridad del Consejo de Seguridad Nuclear". Se ha presentado a la consideración del Consejo el documento del epígrafe, proponiendo su aprobación y, en su caso, que constituya un nuevo anexo al *Procedimiento PG.III.02 "Elaboración y revisión de las*

Instrucciones y Guías de Seguridad del CSN", de fecha seis de mayo de 2004. A la vista de la documentación distribuida el Consejo ha acordado aprobar la "Guía de Estilo para la redacción de Instrucciones y Guías de Seguridad del Consejo de Seguridad Nuclear" y su inclusión como anexo al *Procedimiento PG.III.02*. Asimismo, el Consejo ha acordado que se haga una Guía de Estilo a las popuestas de dictamen técnico y a las actas de inspección de ambas direcciones técnicas del CSN.

Acreditaciones de personal

El día 1 de junio de 2005 se procedió a autorizar la prórroga a dos licencias de operador y a una de supervisor de instalaciones radiac-

tivas; y la concesión de 93 licencias de operador y 16 de supervisor de instalaciones radiactivas. También se autorizó la renovación de 20 licencias de operador y 16 de supervisor de instalaciones radiactivas, además de una prórroga a una licencia de operador de la central nuclear José Cabrera y un diploma de jefe de servicio de protección radiológica.

Clasificación en la escala INES del suceso de degradación de sistema de servicios esenciales de la central nuclear Vandellós II

Por la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear del CSN, DSN, se ha presentado a la consideración del Consejo el "Informe de clasifica-

No se han producido incidentes notificables en este periodo.

El CSN en su reunión del día 22 de junio informó favorablemente la revisión 25 de las especificaciones de funcionamiento.

El CSN en su reunión del día 22 de junio informó favorablemente la revisión 26 de las especificaciones de funcionamiento.

El CSN en su reunión del día 27 de julio informó favorablemente la revisión 27 de las especificaciones de funcionamiento.

Se han realizado en este periodo nueve inspecciones.

Vandellós II

La central ha permanecido parada continuando los trabajos de la parada de la 14ª recarga de combustible, hasta el 3 de septiembre en que se procedió al arranque definitivo de la central tras esta parada programada, y una vez obtenida la apreciación favorable del CSN al plan de acción desencadenado por el incidente del sistema de agua de servicios esenciales, y al cumplimiento del condicionado establecido en la carta del CSN de referencia CNVA2-VA2-05-22.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado 29 inspecciones durante este periodo.

► INSTALACIONES DEL CICLO Y EN DESMANTELAMIENTO

Ciemat

El CSN, en su reunión de 13 de julio de 2005, informó favorablemente la autorización de desmantelamiento de las instalaciones paradas y en fase de clausura del centro del proyecto PIMIC.

Durante este periodo se ha realizado una inspección de control a las instalaciones.

Fábrica de uranio de Andújar

Se ha continuado con el seguimiento del programa de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento.

Se ha apreciado favorablemente la revisión 3 del plan de vigilancia y mantenimiento y continúa la evaluación de la actualización del modelo hidrológico.

Planta Lobo G de la Haba (Badajoz)

Continúa el seguimiento del programa de vigilancia y control del emplazamiento ya clausurado.

Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril

Se ha continuado con los procesos de evaluación de las distintas solicitudes de modificación y ampliación presentadas por el titular.



Vista general de la sala de control de la central nuclear Vandellós II.

ción en la Escala INES del suceso de la central nuclear Vandellós II, notificado como ISN-3/04", cuyo objeto es realizar la clasificación según la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES), de los

hechos relacionados con la rotura de la boca de hombre en la tubería de impulsión del tren B del sistema de agua de servicios esenciales ocurrida durante el arranque de la bomba C de dicho sistema

tras ser alineada al tren B, a fin de proceder a realizar un mantenimiento preventivo/correctivo en el tren A del referido sistema. El Consejo acordó, el día 1 de junio, aprobar el informe de clasificación en la escala INES del suceso de la central nuclear Vandellós II, notificado como nivel 2 presentado por la DSN, así como su remisión al Congreso de los Diputados y al Senado y su publicación en la página web del CSN.

Acciones coercitivas

El Comité de Revisión de Expedientes Sancionadores (CRES), del CSN, en su reunión del día 27 de mayo de 2005, ha considerado cinco expedientes de instalaciones radiactivas teniendo en cuenta los informes técnicos y

Tuvo lugar la realización del simulacro de emergencia con un desarrollo satisfactorio. Se han realizado dos inspecciones a la instalación: simulacro y plan de emergencia interior y sistemas de protección contra incendio del edificio auxiliar.

Reactor Arbi

Por Orden Ministerial de 2 de agosto de 2005 se declara clausurada la instalación nuclear del reactor experimental Arbi.

Fábrica de combustible de Juzbado

Información correspondiente al periodo comprendido entre el 21 de mayo y el 20 de agosto de 2005:

El 27 de julio, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó informar favorablemente la modificación de la implantación actual de equipos en las áreas de inspección de barras y montaje final de elementos combustibles, situadas en zona mecánica de la fábrica de Juzbado, así como la revisión 23 de las especificaciones de funcionamiento y la revisión 23 de los capítulos 4 y 7 del estudio de seguridad, derivadas de dicha modificación, que entrarán en vigor una vez que se haya finalizado la modificación citada.

El la reunión de la misma fecha, el Consejo ha acordado informar favorablemente la solicitud de modificación por la nueva implantación del almacén

de polvo de óxido de uranio de la instalación que se realiza con objeto de aumentar la capacidad actual de 45 Tm a 90 Tm, por necesidades operacionales y, a requerimiento de la Dirección General de Política Energética y Minas, para dar cabida a un aumento de la reserva estratégica de uranio.

Además, el Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado las siguientes inspecciones:

Seguridad frente a la criticidad y plan de emergencia interior y asistencia al simulacro anual, incluidas en el programa base de inspección.

Comprobaciones sobre la nueva instrumentación en la torre meteorológica.

Las actividades reguladoras más significativas durante este periodo han sido:

- Propuesta de revisión del manual de protección radiológica.

- Modificaciones del estudio de seguridad y las especificaciones de funcionamiento, para recoger las nuevas especificaciones sobre efluentes y la metodología de cálculo de los límites establecidos.

- Revisión del capítulo 3 del estudio de seguridad.

- Programa de desarrollo del análisis integrado de seguridad.

- Solicitud de desclasificación de chatarras y la gestión de residuos procedentes de procesos de reducción de volumen.

ACUERDOS DEL CONSEJO (Continuación)

jurídicos y ha elevado al Pleno sus correspondientes propuestas. El Consejo ha acordado proponer apertura de expediente sancionador por falta grave, por diversos incumplimientos en instrucciones técnicas complementarias, especificaciones, plan de emergencia de la instalación y procedimiento de operación, al titular de una instalación radiactiva. Por diversos incumplimientos de especificación de la resolución que determina la venta o suministro de material radiactivo y equipos generadores de radiaciones ionizantes y del artículo 8 del RINR, en el suministro de un acelerador lineal, el Consejo ha acordado realizar apercibimiento al titular de una empresa. Por incumplimientos por parte del titular de un hospital, en lo referente a la instalación radiactiva de radioterapia, no existiendo daño o deterioro en personas o cosas y no apreciándose reincidencia, el Consejo ha acordado apercibir a un hospital de Madrid. Por diversos incumplimientos en los artículos 8, 36 y 39

del *Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas*, en las especificaciones de funcionamiento y en circulares del CSN, respectivamente, el Consejo acordó, el día 8 de julio, proponer la apertura de expediente sancionador al titular de una instalación radiactiva dedicada al control e inspección, por falta leve. Por diversos incumplimientos del artículo 40 del *Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas*, del artículo 28 del *Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes* y de especificaciones de la autorización en vigor, el Consejo ha acordado proponer la apertura de expediente sancionador al titular de una instalación radiactiva, por falta leve. Además, por delegación del Consejo al director técnico del CSN, este ha realizado seis apercibimientos a titulares de instalaciones radiactivas por diversos incumplimientos encontrados, habiéndose establecido, a su vez, las medidas correctoras correspondientes.

Levantamiento de la suspensión temporal de funcionamiento de la instalación radiactiva Thermo Quest

El Consejo, en su reunión del día 27 de diciembre de 2004, acordó, además de la apertura de expediente sancionador, la suspensión temporal del funcionamiento de la instalación radiactiva del epígrafe, en su actividad de comercialización, hasta que el Consejo acordara dejarla sin efecto, una vez que la empresa hubiera obtenido la aprobación de tipo de aparato radiactivo para las celdas detectoras por captura electrónica, con fuente radiactiva de Ni-63 de 370 Mbq, que la empresa comercializaba como parte de equipos cromatógrafos. Por la dirección técnica de protección radiológica del CSN se ha propuesto informar favorablemente el levantamiento de la suspensión temporal de funcionamiento. Examinada la documentación presentada por el titular, así como las evaluaciones e informes efectuados por el CSN

- Solicitud de modificación de los límites de aceptación para la composición isotópica del uranio.

Por otra parte, se ha emitido una instrucción técnica requiriendo al titular el desarrollo de una serie de acciones derivadas de la modificación de la nueva implantación del almacén de polvo de óxido de uranio, aprobada en la reunión del Consejo de 27 de julio.

Como actividad a destacar, el 5 de julio se ha recibido la solicitud de prórroga del permiso de explotación provisional de la fábrica y la revisión periódica de la seguridad, por lo que se ha iniciado el proceso de evaluación correspondiente que afecta a los documentos oficiales de explotación siguientes: estudio de seguridad, especificaciones de funcionamiento, plan de emergencia interior y reglamento de funcionamiento.

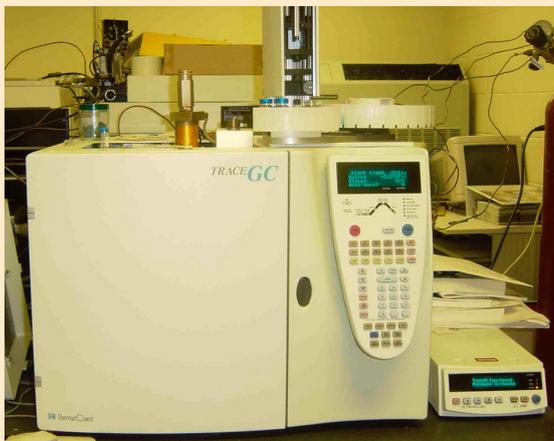
Vandellós I

El CSN continúa la evaluación del Plan de restauración del emplazamiento.

► INSTALACIONES RADIATIVAS

Resoluciones adoptadas sobre instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas

Entre el 30 de mayo y el 31 de agosto de 2005 el CSN ha realizado las siguientes actuaciones relativas a instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas: 11 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones, 44 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas y 10 informes para declaración de clausura; un informe para la autorización de retirada de material radiactivo; cinco informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para radiodiagnóstico médico; cuatro informes relativos a aprobación de tipo de aparatos radiactivos; un informe para autori-



Unidad de Thermo Quest.

en el ámbito de sus competencias, el Consejo, con fecha 8 de junio acordó el levantamiento de la suspensión temporal de funcionamiento de la instalación radiactiva de Thermo Quest, S.A.

Normalización de la instalación Acería Compacta de Vizcaya, SA, situada en Sestao (Vizcaya)

Tras la fusión de una fuente de Cs-137 en Acería Compacta de Vizcaya, SA, la Dirección General

de Política Energética y Minas requirió, mediante Resolución, a la entidad la presentación de un plan de actuación para la recuperación de dicha instalación y de gestión de los residuos radiactivos generados como consecuencia de la descontaminación de la misma. En dicha Resolución se requería la apreciación favorable del CSN de

las actuaciones realizadas para la normalización. Acería Compacta de Vizcaya, SA ha presentado el informe final sobre las actividades de recuperación de la instalación, que describe los hechos que se produjeron y evalúa las acciones que se han llevado a cabo para llevar a la planta a situación de normalidad. Las evaluaciones llevadas a cabo por la dirección técnica de protección radiológica del CSN, así como la inspección realizada a la instalación comprobándose

que el valor de tasa de radiación en toda la instalación era el fondo radiactivo, pueden indicar que se informe favorablemente sobre la normalización, desde el punto de vista radiológico, de las actuaciones realizadas en Acería Compacta de Vizcaya, SA. Examinada la documentación presentada por el titular, así como las evaluaciones e informes efectuados por el CSN en el ámbito de sus competencias, el día 8 de junio de 2005, el Consejo acordó informar favorablemente sobre la normalización, desde el punto de vista radiológico, de las actuaciones realizadas en Acería Compacta de Vizcaya, SA.

Información solicitada por Greenpeace sobre el incidente de agosto de 2004 en Vandellós II

Sobre la petición de información sobre el incidente de agosto de 2004 en la central nuclear Vandellós II, realizada por Greenpeace, sobre el informe causa-raíz de 2 de febrero de 2005, Ref. CSN/

zaciones de otras actividades reguladas en el Título VII del RINR, y seis informes sobre homologación de cursos de formación para la obtención de licencias o acreditaciones de personal.

Acciones coercitivas adoptadas sobre instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas

En el periodo comprendido entre el 30 de mayo y el 31 de agosto de 2005 el CSN ha propuesto la apertura de expediente sancionador a los titulares de tres instalaciones radiactivas industriales.

Asimismo ha remitido 111 apercibimientos a instalaciones radiactivas y actividades conexas, de ellos ocho se han dirigido a instalaciones industriales, uno a una instalación médica, uno a una instalación de investigación, uno a una instalación comercializadora, 24 a instalaciones de rayos X de radiodiagnóstico médico, uno a otras actividades reguladas en el Título VII del RINR, siete a unidades técnicas de protección

radiológica y 68 a empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X médicos.

Transposición de la Directiva sobre control de fuentes radiactivas

El CSN ha informado un proyecto de Real Decreto para transposición a la reglamentación nacional de la *Directiva 122/2003/EURATOM de la Unión Europea sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas*.

El proyecto ha sido elaborado por un grupo de trabajo interministerial, liderado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en el que han participado los Ministerios de Sanidad y Consumo, Trabajo y Asuntos Sociales e Interior y el Consejo de Seguridad Nuclear.

El objeto de la Directiva es evitar la exposición de los trabajadores y del público a radiaciones ionizantes producto de un control inadecuado de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas, y armonizar los controles existentes en los Estados miembros de la Unión Europea, estable-

ACUERDOS DEL CONSEJO (*Continuación*)

IEV/CNVA2/V2/PEP/0502/201, el Consejo acordó el día 22 de junio de 2005 no facilitar la información solicitada, por razones de confidencialidad.

Borrador de proyecto de Real Decreto sobre control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas

Con objeto de llevar a cabo la transposición de la *Directiva 2003/122/Euratom* sobre el control de fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y fuentes huérfanas se constituyó un grupo de trabajo con la participación de los Ministerios de Industria, Turismo y Comercio, Sanidad y Consumo, Interior, Trabajo y Asuntos Sociales y el CSN. Fruto del trabajo del referido grupo se ha elaborado un borrador de proyecto de Real Decreto al que la Dirección Técnica de Protección Radiológica (DPR) del CSN ha realizado comentarios que somete al Consejo. Por la DPR se presenta a la consideración del Consejo un informe con los comen-

tarios al borrador de Real Decreto sobre control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas, que ha solicitado el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. El Consejo aprobó, el día 22 de junio, el informe realizado por la DPR y ha acordado su remisión al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Aprobación del programa y del presupuesto y aprobación del pago correspondiente al año 2005, sobre el control del PVRA de la central nuclear de Cofrentes, realizado por la Generalidad de Valencia

Con fecha 22 de junio, el Consejo ha acordado aprobar el programa y presupuesto relativos a las actividades de control a realizar por la Generalidad Valenciana respecto del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) de la central nuclear de Cofrentes, durante el año 2005, así como el pago de la cantidad correspondiente (70%) de PVRA presupuestado para el año 2005.

Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear sobre campos de aplicación de licencias de personal de instalaciones radiactivas-NOR/01-004

Se ha presentado a la consideración del Consejo, una vez completada la fase de comentarios externos, la propuesta de instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear que figura en el epígrafe. También con fecha 22 de junio el Consejo acordó aprobar la instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear sobre campos de aplicación de licencias de personal de instalaciones radiactivas - NOR/01-004, y que se proceda a su publicación.

Informe sobre el programa de subvenciones de proyectos de I+D y el informe sobre el décimo programa de subvenciones – Convocatoria 2005

Por la oficina de investigación y desarrollo se presenta a la consideración del Consejo los informes del epígrafe, que han sido aprobados por la comisión de valoración

ciendo requisitos específicos que garanticen que las fuentes permanezcan controladas.

La fecha establecida en la propia Directiva para su transposición es 31 de diciembre de 2005.

Instrucción del Consejo sobre criterios aplicados para exigir, a los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas, el asesoramiento específico en protección radiológica

El CSN ha aprobado una Instrucción por la que se establecen los criterios aplicados por este organismo para exigir, a los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas, el asesoramiento específico en protección radiológica por un servicio de protección radiológica propio o una unidad técnica de protección radiológica contratada.

La Instrucción desarrolla el artículo 23 del *Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes*. Se agrupan las instalaciones en

tres bloques: instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear, instalaciones radiactivas de centros sanitarios y otras instalaciones radiactivas (investigación, industriales etc.). A las primeras se les requiere en todos los casos que dispongan de un servicio de protección radiológica propio.

En el caso de las instalaciones sanitarias se requiere un servicio de protección radiológica propio en todos los centros sanitarios que cuenten simultáneamente con instalaciones de radioterapia, medicina nuclear y radiodiagnóstico. Además se requiere asesoramiento específico de protección radiológica, a través de un servicio o unidad técnica de protección radiológica a las instalaciones con ciclotrones para producción y uso de radionucleidos y a las instalaciones de rayos X para diagnóstico médico.

En el caso de otras instalaciones deben disponer de un servicio de protección radiológica propio las instalaciones de investigación y docencia que cuenten con

del CSN en su reunión del día 15 de junio de 2005, que incluyen selección de solicitudes, relación de solicitudes de subvenciones por conceptos presupuestarios, propuesta de subvenciones sobre seguridad nuclear, propuesta de subvenciones sobre protección radiológica y fichas descriptivas de las subvenciones aprobadas. A la vista de la documentación distribuida el Consejo, el día 22 de junio de 2005, acordó aprobar el programa de subvenciones de proyectos de I+D así como el décimo programa de subvenciones, ambos referidos a la convocatoria 2005.

Central nuclear Vandellós II: Apreciación favorable a la solicitud de exención al cumplimiento del punto 1.3.5 de la revisión del plan de actuación del estudio final de referencia CNVA2-VA2-05-10

El punto 1.3.5 de la revisión del plan de actuación del estudio final, de referencia CNVA2-VA2-05-10, requiere que antes de la finalización de la parada de

recarga, el titular desarrolle y presente en el CSN una propuesta de modificación para el acondicionamiento de arquetas del sistema de esenciales, con implantación de dicha modificación, antes del primer semestre de 2005. El titular ha solicitado exención, ampliando el plazo requerido a dos meses tras la finalización de la parada de recarga, motivado por las diversas reparaciones que previamente se necesitan llevar a cabo. A la vista de las evaluaciones efectuadas, el día 22 de junio, el Consejo ha acordado apreciar favorablemente la exención al cumplimiento del punto 1.3.5 de la revisión del plan de actuación del estudio final, de referencia CNVA2-VA2-05-10, de la central nuclear Vandellós II.

Licencias, acreditaciones y homologación de cursos

Con fecha 22 de junio de 2005 se ha procedido a autorizar la concesión de 31 licencias de operador y 11 de supervisor de instalaciones radiactivas. Además se autorizó la prórroga de 11 licencias de

operador y cuatro de supervisor de instalaciones radiactivas. Una licencia de supervisor de la central nuclear de Almaraz, y la prórroga de tres licencias de supervisor y de dos de operador de las instalaciones radiactivas del Ciemat. Por otra parte también se autorizaron ocho acreditaciones para dirigir y 22 para operar, así como la modificación de la homologación de curso de acreditación de directores de instalaciones de rayos X con fines de radiodiagnóstico médico, organizado por la Universidad Rovira y Virgili.

Revisión número 1 de la Guía de Seguridad GS 5.1 “Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2ª y 3ª categoría)”

Se ha presentado a la consideración del Consejo, una vez completada la fase de comentarios

un número elevado de personas (más de 50) y/o muchos lugares donde se manipula material radiactivo (más de 10). Además el CSN, caso por caso, requerirá la necesidad de asesoramiento específico a través de servicio o unidad técnica de protección radiológica a las instalaciones de producción y comercialización de isótopos radiactivos, las instalaciones industriales de gammagrafía y radiología industrial e instalaciones de irradiación industrial.

Instrucción del Consejo sobre campos de aplicación de las licencias de operadores y supervisores de instalaciones radiactivas

El CSN ha aprobado una Instrucción por la que se establecen los campos de aplicación en que deben encuadrarse las actividades del personal con licencia de las instalaciones radiactivas en base a los diferentes tipos de instalación según su finalidad.

La Instrucción desarrolla el apartado 1 del artículo

56 del *Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas*. Establece cinco campos de aplicación: medicina nuclear, radioterapia, laboratorios con fuentes no encapsuladas, radiografía industrial y control de procesos, técnicas analíticas y otras actividades de riesgo restringido. Permite que el personal de las instalaciones en que por su especificidad se realizan actividades incluidas únicamente en un sector especializado de un campo de aplicación, solicite licencias con un alcance referido en exclusiva a dicho sector. Para nuevas prácticas con radiaciones o actividades de las instalaciones que no puedan encuadrarse en ninguno de los campos de aplicación definidos se prevé la concesión de licencias específicas cuyo destino y condiciones de aplicación se expresarán en el momento de su expedición. Las instalaciones de comercialización y asistencia técnica de equipos e instalaciones adscritos a un determinado campo de aplicación, se prevé que dispongan de licencias correspondientes a dicho campo.

ACUERDOS DEL CONSEJO (Continuación)

externos, la propuesta de revisión de la *Guía de Seguridad GS 5.1*, que figura en el epígrafe. El Consejo ha acordado, el día 22 de junio de 2005, aprobar la revisión número 1 de la *Guía de Seguridad GS 5.1* "Documentación Técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2ª y 3ª categoría)" y que se proceda a su publicación.

Plan de gestión de residuos radiactivos de Zorita

También el 22 de junio se acordó informar favorablemente la revisión número 3 del plan de gestión de residuos radiactivos de la central nuclear José Cabrera. El plan incluye la gestión de los denominados residuos especiales, como son la antigua tapa de la va-

Acreditaciones de personal

Con fecha 29 de junio, se ha procedido a autorizar la renovación de siete licencias de operador y 14 de supervisor de instalaciones radiactivas.

Mejora de la eficiencia del proceso regulador.

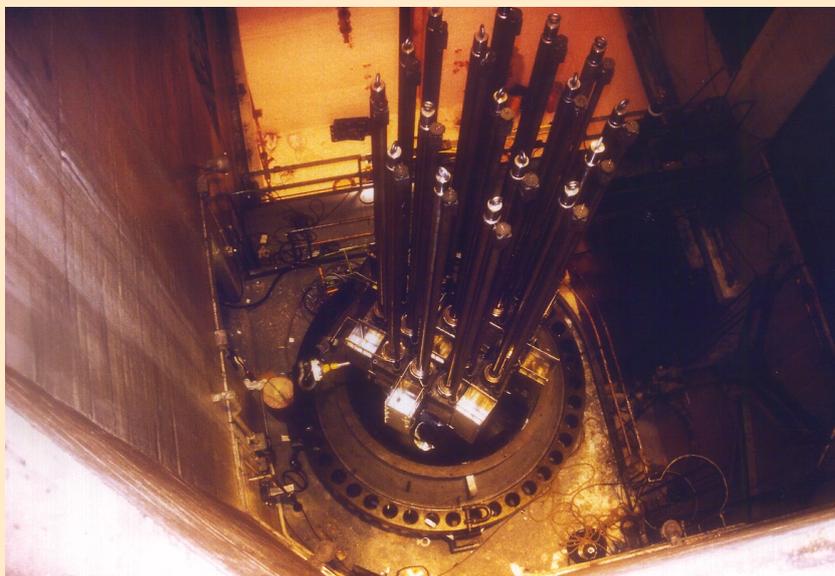
Tareas 8 y 10

Se ha presentado a la consideración del Consejo la versión final del informe del grupo de trabajo CSN-Unesa, de los documentos elaborados tras el proceso de difusión interna en la intranet del CSN, dentro de las tareas 8 y 10 de de la mejora de la eficiencia del proceso regulador sobre la mejora del proceso de evaluación y la guía de exenciones de ETF, que incluye un documento sobre los criterios a seguir por los titulares para asegurar la calidad de la documentación que se remite al

acordado aprobar, el pasado 29 de junio, la "Guía de elaboración y evaluación de solicitudes de exenciones temporales a Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (EFT)".

Resolución del Consejo de Seguridad Nuclear por la que se crea un registro telemático

Se ha presentado a la consideración del Consejo la propuesta de resolución del epígrafe, que acomete la regulación de los criterios generales que deben inspirar la presentación telemática, con firma electrónica avanzada, de escritos, solicitudes y comunicaciones, la determinación de los procedimientos a los que resulta de aplicación, así como la creación de un registro telemático encargado de la recepción y tramitación de dichos escritos y solicitudes, todo ello con sujeción a lo dispuesto en la *Ley 52/2003*, de 19 de diciembre, de firma electrónica, el artículo 45 de la *Ley 30/1992* y los *Reales Decretos 263/1996*, de 16 de febrero, *772/1999*, de 7 de mayo y *209/2003*, de 21 de febrero. A la vista de la documentación distribuida el Consejo ha acordado aprobar, con fecha 29 de junio de 2005, la resolución del Consejo de Seguridad Nuclear por la que se crea un registro telemático, la cual entrará en vigor el día 15 de septiembre de 2005.



Stand cavidad del reactor de la central nuclear José Cabrera.

sija, antiguo evaporador, bastidores del combustible y equipos del *re-racking*, etc. También contiene los contratos establecidos para desarrollar la gestión de los residuos radiactivos.

CSN y una guía para su aplicación en la elaboración y evaluación de las solicitudes de exenciones a las especificaciones técnicas de funcionamiento. Examinada la documentación, el Consejo ha

Steering Committee de la NEA

El día 29 de junio de 2005 el Consejo acordó que la consejera Paloma Sendín de Cáceres represente al CSN en el *Steering Committee* de la NEA.

Acreditaciones de personal

El pasado 6 de julio se concedieron las siguientes licencias: una

licencia de supervisor de la central nuclear Vandellós II. 73 licencias de operador y 35 de supervisor de instalaciones radiactivas. También se concedieron tres acreditaciones para dirigir y 69 para operar.

Cese y nombramiento del secretario general del CSN

En aplicación de lo previsto en los artículos 28, 33.5 y 42.1 del *Estatuto del Consejo de Seguridad Nuclear*, aprobado por *Real Decreto 1157/1982*, de 30 de abril,

tas anuales correspondientes al ejercicio 2004, remitido por la Oficina Nacional de Auditoría, se ha presentado para conocimiento del Consejo dichas cuentas anuales, de acuerdo con lo establecido en el Estatuto del Organismo, para su posterior traslado al Tribunal de Cuentas. El pasado día 6 de julio, el Consejo tomó nota del documento presentado y aprobó su remisión al Tribunal de Cuentas.

dido entre el 15 de septiembre de 2004 y finales de junio de 2005, por parte de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear del CSN (DSN) se han abordado las acciones contempladas en el programa, según figura en el "Informe resumen sobre alcance y contenido de la fase piloto del sistema integrado de supervisión de centrales nucleares (SISC)". El Pleno se ha dado por enterado del documento y acordó, con fecha 6 de julio de 2005, que se convocara una reunión extraordinaria del comité de enlace con el sector, el pasado mes de septiembre, para comunicarles la estrategia del programa piloto, a la que asistiría el Pleno del Consejo. El Pleno ha acordado igualmente que el secretario general remita al sector el escrito presentado por la DSN de implantación del SISC.



La presidenta del CSN, Maria-Teresa Estevan Bolea y el nuevo secretario general del Organismo, Antonio Luis Iglesias Martín.

el Consejo acordó el día 6 de julio de 2005, informar favorablemente la propuesta del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, sobre el cese de Antonio Morales Plaza, a petición propia, como secretario general del Consejo de Seguridad Nuclear y sobre el nombramiento para el mismo puesto de Antonio Luis Iglesias Martín.

Cuentas anuales del CSN, ejercicio 2004, con informe definitivo de auditoría antes de su remisión al Tribunal de Cuentas

Una vez recibido el informe definitivo de auditoría de las cuen-

Implantación de la aplicación piloto del SISC

El Consejo, en su reunión del día 15 de septiembre de 2004 acordó lanzar el programa de sistema integrado de supervisión de centrales nucleares (SISC), basado en el *Reactor Oversight Process* de la NRC (Organismo Regulador de Estados Unidos) y aprobar el programa de adaptación e implantación del mismo. El programa aprobado contemplaba que la fase piloto del mismo comenzase el día 1 de julio de 2005, con el objetivo de que fuese operativo a primeros del año 2006. Durante el periodo de tiempo compren-

Recurso de reposición del Hospital Universitario Arnau, de Vilanova de Lleida

El director gerente del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida, ha presentado recurso de reposición contra el apercibimiento realizado por no atender el recurrente, reiteradamente, los requerimientos efectuados por el CSN. Por la asesoría jurídica se presenta informe, del que se deduce que el apercibimiento es conforme a Derecho, por lo que procede que el recurso debe ser desestimado. El día 6 de julio, el Consejo, a la vista de las consideraciones efectuadas por la asesoría jurídica, ha acordado desestimar el recurso de reposición formulado por el director gerente del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida, confirmando en todos sus términos el apercibimiento efectuado por el CSN.

ACUERDOS DEL CONSEJO (*Continuación*)

Situación radiológica de la población de Villar de la Yegua (Salamanca)

El Consejo, en su reunión del día 26 de mayo pasado, acordó aplazar la consideración de este asunto con objeto de realizar determinadas actuaciones sobre la situación radiológica de dicha población debido a las concentraciones de radón. Por la Dirección Técnica de Protección Radiológica del CSN (DPR) se ha presentado el informe de referencia CSN/TGE/AVRA/1204/1813, revisado de acuerdo con lo solicitado por el Pleno, sobre el asunto del epígrafe. A la vista de la documentación distribuida el pasado día 6 de julio el Consejo acordó remitir a la Junta de Castilla y León el informe "Situación radiológica de la población de Villar de la Yegua (Salamanca)", referencia CSN/TGE/AVRA/1204/1813.

Revisión 1 de la Guía de Seguridad GS-5.2 "Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría)"

En cumplimiento de lo establecido en la resolución del secretario general para la elaboración y revisión de Guías de Seguridad del CSN, se ha presentado a la consideración del Consejo la *Guía de Seguridad GS-5.2*, una vez completada la fase de comentarios externos. A la vista de la documentación distribuida, el día 6 de julio, el Consejo acordó aprobar la revisión 1 de

la *Guía de Seguridad GS-5.2* "Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría)" y que se lleve a cabo su publicación.

Segunda cláusula adicional modificando acuerdo específico Ciemat-CSN, sobre material docente de los cursos en obtención de licencias y acreditaciones para la operación en instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico, en soporte informático

Un primer retraso en la puesta en vigor del acuerdo hizo preciso utilizar la previsión de la estipulación quinta que permite, durante su vigencia, la modificación del acuerdo mediante la inclusión pactada de una cláusula adicional, por la que se asumía un retraso de seis meses en la iniciación del proyecto, demorándose en dicho lapso las entregas y pagos parciales estipulados. El Ciemat ha propuesto la firma de una nueva cláusula adicional prorrogando la vigencia del acuerdo, prevista hasta el uno de diciembre de 2005, durante 12 meses y fijando las entregas y pagos pendientes, en los ejercicios 2005 y 2006. La Subdirección General de Protección Radiológica Operacional del CSN (SRO) recomienda la aceptación de la propuesta del Ciemat que, salvo en lo que se refiere a la programación temporal y a la identidad de su propio coordinador, mantiene invariables las condiciones económicas y las restantes estipulaciones. el

pasado 13 de julio el Pleno ha acordado incluir una segunda cláusula adicional modificando el acuerdo específico entre Ciemat-CSN, de referencia 03/199.

Segundo informe nacional. Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos

Por el Gabinete Técnico de la Presidencia se ha presentado el informe del epígrafe, elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Enresa y el CSN, de acuerdo con la asignación de responsabilidad en la redacción de los distintos capítulos. Visto el informe, el Pleno del Consejo, el 13 de julio de 2005, acordó su aprobación y definitivo envío al OIEA.

Acceso de visitantes a las centrales nucleares

A solicitud del titular de la central nuclear de Santa María de Garoña, por la subdirección general de emergencias del CSN se presenta "Nota técnica de evaluación de medidas de seguridad física a adoptar para la entrada de visitas de carácter cultural en el área protegida de centrales nucleares". Del análisis del origen, contenido y alcance de la nota técnica referenciada, el día 13 de julio de 2005, el Pleno acordó que el título de la propuesta deberá ser "Acceso de visitantes a las centrales nucleares"; que los requisitos que se impongan para la entrada de visitantes deben ser de aplicación al conjunto de las instalaciones nucleares que están recogidos en

ACUERDOS DEL CONSEJO (Continuación)

la *Guía de Seguridad 8.1* "Protección física de los materiales nucleares en instalaciones nucleares y en instalaciones

radiactivas"; y que se comunique a todas las instalaciones nucleares el contenido del presente acuerdo.



Visita externa a la central nuclear Santa Mª de Garoña.

Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el *Real Decreto 479/1993*, de 2 de abril, por el que se regulan los medicamentos radiofármacos de uso humano

Se ha presentado a la consideración del Consejo los comentarios efectuados por la Dirección Técnica de Protección Radiológica (DPR) del CSN al proyecto de Real Decreto del epígrafe, remitido a tal efecto por el Ministerio de Sanidad y Consumo. El Consejo acordó, el 16 de julio, dar su conformidad a los comentarios efectuados por la DPR al proyecto de *Real Decreto 479/1993*, de 2 de abril, por el que se regulan los medicamentos radiofármacos de uso humano.

ACTUACIONES EN EMERGENCIAS

Información referida al periodo comprendido entre el 20 de mayo y el 20 de agosto de 2005.

ACTIVIDADES EN MATERIA DE EMERGENCIAS

Remodelación de la Salem

Durante el periodo comprendido entre el 20 de mayo y el 20 de agosto de 2005 el CSN ha renovado completamente la Sala de Emergencias (Salem) como parte de su *Programa de mejora de las capacidades para la gestión de emergencias*.

Las obras han consistido en la remodelación arquitectónica de la Salem que ahora dispone de una Sala de Dirección y cuatro salas técnicas, una para cada grupo operativo de la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE), para lo que se ha

ampliado su superficie total en unos 100 m², y la instalación de una red digital estructurada que permitirá implantar un sistema integrado de gestión de emergencias.

La ejecución de las obras ha requerido la construcción de una Sala de Transición para mantener activa en todo momento la ORE. El coste total de las obras ha ascendido a un millón de euros y una duración de seis meses, desde febrero hasta agosto. La nueva Salem reúne los medios del CSN en materia de respuesta central ante emergencias adaptándose a su nueva Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) del Consejo. La Salem incorpora nuevos sistemas de gestión de la información y medios audiovisuales basados en las tecnologías más

recientes y su diseño tiene en cuenta las exigencias derivadas de la nueva regulación nacional en materia de emergencias nucleares y radiológicas.

Jornada técnica sobre emergencias en instalaciones radiactivas hospitalarias

El 6 y 7 de junio, la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), en colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), el Hospital Universitario de La Paz (HULP) y el Hospital Ramón y Cajal (HRYC), organizó unas jornadas sobre emergencias en instalaciones radiactivas hospitalarias.

La primera jornada se celebró en el Hospital Universitario La Paz, tuvo carácter formativo y estuvo dirigida al personal hospitalario involucrado en la preparación

ACTUACIONES EN EMERGENCIAS *(Continuación)*



Ponentes de las Jornadas Técnicas sobre emergencias en instalaciones radiactivas y hospitalarias.

y respuesta ante situaciones de emergencia que no posee formación específica sobre manipulación de materiales radiactivos. Su objetivo fue proporcionar a los participantes los conocimientos básicos de protección radiológica que se necesitan para intervenir en una emergencia radiológica en su hospital.

La segunda jornada se celebró en el Hospital Ramón y Cajal y se desarrolló en tres sesiones dedicadas a abrir debate técnico entre todos los niveles que tienen asignada alguna función en caso de emergencia en una instalación radiactiva hospitalaria –los servicios propios de la instalación, los servicios de seguridad interna del hospital y los servicios de apoyo externo– con el fin de aclarar las bases organizativas, operativas y de responsabilidad en caso de intervención, poniendo énfasis en las interfases entre los distintos niveles y los mecanismos existentes para la coordinación de sus actuaciones.

En las jornadas participaron más de cien personas procedentes del ámbito hospitalario, universitario, Cuerpos de bomberos, Cuerpo Nacional de Policía, Dirección General de Protección

Civil y Emergencias, Enresa, Ciemat, servicio de emergencias de algunas Comunidades Autónomas, CSN, etc.

Jornada sobre Amenaza Nuclear

El 18 y 19 de mayo, la Escuela Militar de Defensa NBQ, con la colaboración del CSN, organizó unas jornadas sobre amenaza nuclear en la que participaron técnicos de la propia Escuela, de otras unidades de las Fuerzas Armadas, del CSN, de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, de la universidad y de Enresa.

Las jornadas se celebraron en la academia de ingenieros y transmisiones de Hoyo de Manzanares (Madrid) y son continuación de otras celebradas en años precedentes que estuvieron dedicadas a las amenazas biológica y química respectivamente. En las jornadas se abordaron las consecuencias potenciales de un atentado nuclear con un artefacto nuclear (IND, *Improvised Nuclear Device*) o con una bomba sucia (RDD, *Radioactive Dispersion Device*), y las capacidades nacionales para paliarlas.

La participación del CSN en estas jornadas se enmarca en un

conjunto de actuaciones que el Consejo está llevando a cabo en colaboración con las Fuerzas Armadas y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, cuyo objetivo final es mejorar la cooperación entre ambas instituciones en materia de protección radiológica de la población en caso de emergencia nuclear o radiológica de cualquier origen, y más específicamente en caso de atentado nuclear o radiológico.

Misión de asistencia técnica del OIEA a Irán

Un técnico del CSN ha participado en una misión de asistencia técnica del OIEA a la República Islámica de Irán cuyo objetivo era prestarle apoyo para el desarrollo y establecimiento de sus planes de emergencia nuclear necesarios para sus instalaciones nucleares de investigación y para la central de Bushehr situada al sur del país.

Esta misión forma parte de un amplio programa de asistencia técnica del OIEA a Irán que comenzó tras la retirada de los técnicos rusos del programa de cooperación nuclear entre ambos países para la construcción de la central de Bushehr.

Renovación del sistema dosimétrico de los planes de emergencia nuclear

El 26 de julio, el CSN adjudicó el concurso público de adquisición de un nuevo sistema dosimétrico integrado para los planes de emergencia nuclear.

En el año 2002 la Dirección General de Protección Civil y el Consejo acordaron que éste se hiciese cargo de la gestión, operación y mantenimiento de la instrumentación radiométrica de los planes de emergencia nu-

clear. En este marco, el Consejo ha iniciado una serie de actividades tendentes a actualizar y mejorar esta instrumentación que hasta la fecha se han concretado en la puesta en marcha del Sistema Géminis, que permite la gestión de toda la instrumentación asignada a los planes de emergencia nuclear, la puesta al día de esta instrumentación y la adquisición del nuevo sistema dosimétrico.

Hasta la fecha, los planes de emergencia nuclear contaban con varios tipos de dosímetros (estilodosímetros, dosímetros de lectura directa y dosímetros de termoluminiscencia) que fueron adquiridos en diferentes etapas y que requerían la gestión manual de los datos que proporcionaban.

El nuevo sistema dosimétrico se compone de 3.000 dosímetros, 20 unidades lectoras y un sistema integrado de gestión de la información recogida por los dosímetros. El coste de este sistema ha sido de 1.200.000 euros y estará plenamente disponible y operativo a finales de 2007.

El sistema de gestión de datos es completamente automático y permite el uso de cada dosímetro por diferentes personas con una operación mínima al inicio y finalización de cada uso, lo que le confiere una gran flexibilidad, imprescindible para su uso en intervenciones de emergencia.

Los dosímetros, unidades lectoras y ordenadores de gestión serán distribuidos en las provincias con centrales nucleares, manteniendo una fracción de reserva para cubrir las necesidades derivadas de las operaciones de mantenimiento y para apoyo en caso necesario.

ACTIVIDADES EN MATERIA DE SEGURIDAD FÍSICA

Ejercicio *Blue Action 05*

Los días 7 y 8 de junio se desarrolló en la Base Aérea de Zaragoza el ejercicio *Blue Action 05* organizado por el Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo (EADA) del Ejército del Aire. El Ejercicio consistió en un supuesto de interdicción sobre el Mediterráneo de un avión procedente de un país del mediterráneo oriental que transportaba material de doble uso y una fuente de Cs-137 con destino a un hipotético grupo terrorista en un país atlántico. El ejercicio fue organizado conjuntamente por España, Francia, Italia y Portugal, y a él asistieron observadores e invitados de veinte países adheridos a la Iniciativa PSI y de países latinoamericanos y del Magreb, no adheridos a la misma.

Este Ejercicio se enmarca en un conjunto de actividades internacionales desarrolladas con motivo de la iniciativa internacional PSI (*Proliferation Security Initiative*) que tiene como objetivo coordinar las actividades dirigidas a establecer un marco legal internacional apropiado y desarrollar los procedimientos informativos y operativos necesarios para interceptar el transporte de material de doble uso o de sustancias que puedan ser utilizadas en la fabricación de armas de destrucción masiva. Por solicitud del Ministerio de Defensa, el CSN colaboró en las siguientes actividades preparatorias y activas del Ejercicio:

- Preparación de un guión técnico radiológico para el escenario del ejercicio.
- Preparación e impartición de unas jornadas de formación a

los especialistas NBQ del Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo y a la Guardia Civil.

- Suministro de los equipos e información técnica sobre los materiales implicados.
- Apoyo técnico en la ejecución del ejercicio, asesorando a los especialistas de las Fuerzas Armadas y de la Guardia Civil en las actividades con riesgo radiológico.

Conferencia internacional de seguridad física y radiológica de fuentes radiactivas

Del 27 de junio al 1 de julio de 2005 se celebró en Burdeos (Francia) la *Conferencia Internacional en Seguridad física y radiológica de las fuentes radiactivas: hacia un sistema global de control de fuentes en todo su ciclo de vida*, patrocinada por el Gobierno francés y organizada por el OIEA en cooperación con EC, EUROPOL, INTERPOL, ILO, IRPA y otros organismos internacionales.

Dos técnicos del CSN asistieron a la conferencia en la que se trataron los siguientes temas:

- Aplicación del código de conducta sobre fuentes radiactivas en los diferentes países que se han adherido al mismo, entre ellos España. Uno de los aspectos del código en que más se enfatizó durante la conferencia fue la metodología de categorización de fuentes propuesta por el OIEA que permite clasificar las fuentes radiactivas de forma sencilla en función de su potencial daño. Directrices sobre la importación y exportación de fuentes radiactivas.
- Control de fuentes, con sesiones prácticas de manejo del catálogo de fuentes radiactivas del OIEA.

ACTUACIONES EN EMERGENCIAS *(Continuación)*

- Tráfico ilícito y movimiento inadvertido de fuentes. Quedó patente en la conferencia que las medidas de control sobre el tráfico ilícito y el movimiento inadvertido de material nuclear y radiactivo van a incrementarse en los próximos años. Prueba de ello es la iniciativa MEGAPORT, en la que actualmente participa España.

Enmienda de la Convención sobre seguridad física de los materiales nucleares

La semana del 4 al 8 de julio se celebró en Viena (Austria) una Conferencia Diplomática para aprobar la enmienda de la Convención sobre protección física de los materiales nucleares (Viena, 1987). La conferencia fue organizada por el OIEA y a ella asistieron delegaciones de 88 países. La delegación española estuvo presidida por el embaja-

dor representante ante los OII de Viena y compuesta por técnicos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del Consejo de Seguridad Nuclear.

El objetivo de la conferencia era revisar la Convención teniendo en cuenta el grave incremento del alcance de las acciones terroristas experimentado en los últimos años, que ponen de manifiesto que no es descartable la posibilidad de que en futuros actos terroristas se haga uso de los materiales nucleares o radiactivos, o afecten a las instalaciones en las que se almacenen o utilicen estos materiales.

La Conferencia discutió un "paquete básico" de enmienda patrocinado por 24 países, entre ellos España, y compuesto por el resultado del trabajo de un grupo de expertos convocado por el OIEA que ha venido trabajando durante varios años, al que

se añadió a última hora una enmienda presentada por la República Popular de China.

En la conferencia se discutieron también unas enmiendas de última hora presentadas por México y Argentina que, al igual que la propuesta China, se referían a la exclusión de la Convención de las instalaciones militares y a las acciones militares sobre instalaciones civiles. También fueron aceptadas una enmienda de Noruega referida a la protección del medio ambiente y de Canadá referida a exclusión del carácter de delito político en relación con los actos de terrorismo a los efectos de extradición.

Se aprobó por unanimidad la enmienda a la Convención, que desde ahora se llamará *Convención de protección física de los materiales y las instalaciones nucleares*. 

Noticias Breves

- Consejo de Seguridad Nuclear • Nombramientos • Congresos, cursos y conferencias • Actividades Internacionales

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Administración electrónica

El acercamiento de las diferentes Administraciones Públicas al ciudadano, facilitan la presentación y consulta de documentos las 24 horas del día, los 365 días al año. En este sentido el Consejo de Seguridad Nuclear, interesado en la mejora continua y el acercamiento de los servicios a los ciudadanos, ha realizado un esfuerzo humano y económico para participar en la "Administración electrónica" de acuerdo con el artículo 45 de la *ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo común* que insta a las Administraciones Públicas a que promuevan la incorporación de técnicas electrónicas, informáticas y telemáticas en el desarrollo de su actividad y el ejercicio de sus competencias. (BOE nº 215 de 8 de septiembre de 2005)

En la actualidad, están disponibles varias opciones de las que conviene resaltar:

- Posibilidad de obtener el reconocimiento de la firma electrónica (FNMT) en el propio Consejo.
- Recepción y registro de documentos de titulares de instalaciones y entidades de servicio.

Paulatinamente los servicios del Consejo se adhieren a la utilización de estas herramientas, habiendo incorporado las mismas a sus relaciones con:

- La Agencia Tributaria, para pago de impuestos e intercambio de información sobre el cobro de deudas por vía ejecutiva.
- La Banca electrónica, para efectuar las consultas de las cuentas y ordenar los pagos por transferencias.

Está próximo a ser puesto en servicio el sistema de pago telemático de tasas y el servicio de envío de datos dosimétricos desde los servicios de dosimetría personal.

Todos estos sistemas son accesibles desde la web institucional (www.csn.es), en la página que se ha destinado a ejercer de ventanilla virtual.

La incorporación de sistemas de telemáticos desde los que el ciudadano se pueda acercar a la Administración y la interoperabilidad entre los sistemas de gestión de los organismos públicos, constituyen una oportunidad de mejora del servicio que se da a la sociedad a través de un incremento significativo de la eficacia y eficiencia de los procesos asociados.

NOMBRAMIENTOS

Nuevo secretario general del CSN

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión del día 6 de julio, emitió el informe favorable preceptivo para el nombramiento de Antonio Luis Iglesias Martín como secretario general de este Organismo. El nombramiento fue aprobado en el Consejo de Ministros celebrado el día 8 de julio de 2005, a propuesta del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, y publicado en el Boletín Oficial del Estado el día 9 de julio (*Real Decreto 838/2005 de 8 de julio*).

Antonio Luis Iglesias Martín es Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad Complutense de Madrid, Diplomado en Sanidad por la Escuela Nacional de Sanidad, Diplomado en gestión de calidad total y organización y gestión de la investigación en la Administración Española, especialista en energía nuclear, en la rama de combustible irradiado y gestión de residuos radiactivos y funcionario de carrera perteneciente a la escala de Titulados Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Educación y Ciencia.

Ha estado ligado laboralmente desde 1977 a 1984 a diferentes puestos de responsabilidad en la gestión y dirección de actividades de tratamiento de residuos radiactivos y desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.

Desde 1985 a 1988 fue responsable de la dirección y de la planificación técnica, económica y organizativa de todos los centros dependientes del Instituto Nacional de Sanidad, como presidente-delegado, hasta la creación del Instituto Carlos III.



Antonio Luis Iglesias (primero por la derecha) junto a los máximos responsables del CSN y el secretario general de Energía.

En el periodo entre 1988 y 1995 fue secretario general técnico del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Desde 1995 hasta 2001 fue secretario general del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDEA).

Desde abril de 2001 y hasta el presente nombramiento ha sido subdirector general de planificación energética del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

CONGRESOS, CURSOS Y CONFERENCIAS

Jornada sobre *Cómo acercar la Seguridad Nuclear al Profesorado*

El Consejo de Seguridad Nuclear llevó a cabo, en colaboración con el Ministerio de Educación y Ciencia y dentro del convenio de colaboración que ambas entidades mantienen, la jornada *Cómo acercar la Seguridad Nuclear al Profesorado*, el día 7 de julio de 2005, en el Centro de Información del CSN.

Los objetivos de dicha actividad han sido:

- Acercar al profesorado a los conceptos de seguridad nuclear.

- Cómo enseñar conceptos de seguridad nuclear de forma atractiva y pedagógica.

- Cumplir con las obligaciones que el Acuerdo del Consejo de Ministros de 1 de octubre de 1999 sobre Información a la población de las medidas de protección en caso de emergencia radiológica, atribuye al CSN, y con la recomendación que establece la directiva europea 89/618/EURATOM de transmitir esta información a los centros escolares.

- Dar a conocer los materiales didácticos de carácter divulgativo que elabora el CSN y que se distribuyen entre los centros de enseñanza.

La jornada contó con dos ponencias: la primera a cargo de Iván Recarte, Jefe de Gabinete de la Dirección de Seguridad Nuclear, que explicó los conceptos básicos de seguridad nuclear y la segunda, sobre cómo mostrar de forma didáctica estos conceptos científicos, la desarrolló Juan Miguel Campanario, de la Universidad de Alcalá. Después, el profesorado asistente visitó el Centro de información del CSN y la Sala de Emergencias del CSN (Salem).

Estas Jornadas estaban dirigidas a profesores de enseñanza secundaria que imparten asignaturas del área de las Ciencias de la Naturaleza en centros públicos y centros concertados.

El CSN en el Año Internacional de la Física

Por cuarto año consecutivo, bajo la dirección de la Secretaría General del Organismo se celebró, inaugurado por la presidenta del CSN y clausurado por el director del Ciemat, en el marco de los cursos de verano de la Universidad Complutense de Madrid, el curso *XXV años del Consejo de Seguridad Nuclear en*

el año internacional de la física, durante la semana del 11 al 15 de julio.

Con un programa multidisciplinar tuvimos ocasión de disfrutar de magníficas ponencias realizadas por expertos de nuestro sector, tanto del ámbito interno como internacional, y donde se trató de, con la perspectiva histórica y la experiencia adquirida en estos 25 años de vida del Organismo, proyectar las líneas básicas de futuro del Consejo de Seguridad Nuclear.

Asimismo, es necesario resaltar, en un foro idóneo para el debate, las cuatro mesas redondas presididas por los consejeros del CSN, donde en virtud de la temática del día, Historia, presente y futuro del CSN, moderada por el vicepresidente Azuara, La internacionalización de la seguridad nuclear y protección radiológica, moderada por la consejera Sendín, La regulación en el sector nuclear, moderada por el consejero Barceló, y La posición institucional del CSN en sus 25 años, moderada por la consejera Martínez Ten, se propició la exposición de las distintas perspectivas y un amplio debate por un público interesado.

IV Workshop Radiación Natural y Medio Ambiente

Durante los días 4, 5, 6, 7 y 8 de julio de 2005, se ha celebrado en el Aula de Medio Ambiente de Suances (Cantabria) el *IV Workshop Radiación Natural y Medio Ambiente* dirigido por la Cátedra de Física Médica de la Universidad de Cantabria y enmarcado dentro del *WHO Internacional Radon Project (2005-2007)*.

Este *Workshop* se ha incluido dentro de los Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria y específicamente en los X Cursos de Medio Ambiente de Suances. Han colaborado en su desarrollo los siguientes organismos: el Ayuntamiento de Suances, la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Cantabria, el Ministerio de Educación y Ciencia y el Consejo de Seguridad Nuclear.

El acto inaugural estuvo presidido por el director técnico de protección radiológica del Consejo de Seguridad Nuclear, Juan Carlos Lentijo y el director del *Workshop*, Luis Santiago Quindós.

Dentro del contenido de este *IV Workshop* se han considerado todas las fuentes de exposición a la radiación natural, radiación cósmica e industrias NORM y la exposición al radón en viviendas y lugares de trabajo.

Las jornadas se estructuraron en una serie de ponencias en las que se consideraron en una primera parte las diferentes fuentes de exposición, los fundamentos y métodos de medida y el marco legislativo existente a nivel internacional para controlar la exposición de la población y de los trabajadores a dichas fuentes. En esta primera parte participaron representantes del Ciemat, CSN y de las universidades de Cantabria, Extremadura-Badajoz, Huelva, Politécnica de Cataluña y Valencia



Asistentes al IV *Workshop* sobre radiación natural y medio ambiente.

En la segunda parte se presentaron los progresos alcanzados por los diferentes grupos que están llevando a cabo los diferentes estudios sobre la exposición a distintas fuentes de radiación natural dentro del programa de subvenciones del CSN para la realización de proyectos de I+D. Los organismos participantes en esta segunda parte fueron el Ciemat, CSN, el Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción y las Universidades Autónoma de Barcelona, Cantabria, Extremadura-Badajoz, Extremadura-Cáceres, Huelva, País Vasco, Politécnica de Cataluña, Politécnica de Valencia, Santiago de Compostela, Sevilla y Zaragoza.

Esta segunda parte se completó con dos mesas redondas que bajo el título de *Análisis de los proyectos de I+D*, estuvieron moderadas por la subdirectora general de protección radiológica ambiental del CSN, Lucila M^a Ramos Salvador.

Merece mención especial la participación de los representantes de Bélgica, André Poffijn de la Agencia Federal para el Control Nuclear (FANC) que presentó la ponencia titulada *La exposición al radón frente a otras fuentes de radiación ionizante* y J. Zielinski, de la Universidad de Ottawa (Canadá), que realizó una presentación sobre el programa lanzado por la OMS (*Internacional Radon Project*), para minimizar el riesgo a la exposición al radón en viviendas.

En un esfuerzo por reducir la incidencia del cáncer de pulmón alrededor del mundo, la OMS ha lanzado este programa, para ayudar a los países a reducir los riesgos asociados a la exposición al radón en el interior de viviendas.

Las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo del *Workshop* fueron las siguientes:

- Resaltar el interés despertado y la elevada participación de profesionales y alumnos (62 personas), procedentes de distintos campos de la investigación y de la administración, que en todo momento mostraron

su motivación y afán de colaboración.

- Destacar el alto nivel científico y didáctico de las comunicaciones presentadas por los distintos ponentes y la calidad de los estudios que se están llevando a cabo en nuestro país para estimar la exposición de los trabajadores y del público a las diferentes fuentes de radiación natural.

- Estimular la creación de los cauces de comunicación apropiados con el fin de transmitir a los distintos sectores de la sociedad una información precisa y veraz sobre los conocimientos existentes acerca de la radiación natural, su origen, niveles y fuentes de

exposición, tanto para trabajadores como para los miembros del público y los posibles riesgos para la salud.

- Impulsar y apoyar la incorporación de la propuesta elaborada de protección al radón en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en la construcción de nuevas viviendas y los estudios conducentes a identificar la viabilidad y efectividad de los distintos métodos que permitan reducir los niveles elevados en viviendas edificadas.

- Incrementar el conocimiento de la existencia en nuestro país de mapas elaborados por el CSN y Enusa Industrias Avanzadas, en colaboración con otras instituciones, en los que se ha clasificado el país en zonas de riesgo de exposición al radón, con el objeto de que se potencie la realización de medidas, principalmente en aquellas de mayor riesgo de exposición.

- Promover el desarrollo a nivel nacional de la Red de Radiación Natural (REDRADNA), con objeto de integrar en la misma a los distintos grupos de investigación en el campo de la radiación natural, identificar e integrar a los potenciales usuarios finales así como sus demandas y necesidades, potenciar actuaciones conjuntas en el campo de la I+D+i, intercambiar la experiencia docente e investigadora y difundir la información y los conocimientos existentes sobre la radiación natural.

- Requerir a la administración central, a través de sus planes nacionales de I+D+i, y a las administraciones autonómicas y municipales, así como a la industria, una mayor participación en la financiación de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con la radiación natural.

- Agradecer el esfuerzo realizado hasta el momento presente por el Consejo de Seguridad Nuclear impulsando el desarrollo de proyectos de I+D en el campo de la radiación natural, a través de su programa de subvenciones, alentando al mismo a que continúe en esta línea en el futuro. 

(Page 2)
CSN's New Emergency Room

 **P. Sendín**

During the month of July 2005 the physical renovation works and technological updating of the basic infrastructures of the CSN Emergency Room (SALEM) were finished, allowing the Room to now have greater functionality and a broader technical capacity. Nevertheless, the technological improvement process of SALEM will reach its full potential within the next few years, once the installation currently underway of the new information integration and monitoring systems and the decision making support systems have been completed. This article describes the improvements introduced to the Room and the objectives pursued in this renovation project to convert the SALEM into a new generation room in accordance with its current technological context.

(Page 13)
Energy in the 21st Century

 **J. A. Rubio**

Having reached the 25th Anniversary of the Nuclear Safety Council (CSN), the general director of the Environmental and Technological Energy Research Centre (Ciemat) has written an article narrating the evolution of both institutions and the relationship between them, as well as setting out

Resúmenes Summaries

the current energy situation and how it will evolve within the next few years.

(Page 20)
The Future of Nuclear Energy

 **A. Alonso**

Currently nuclear energy represents 23.5% of the total electrical power available within the OECD countries. This is the energy offering the lowest costs to generate, it does not emit greenhouse-effect fumes nor does it contribute to global warming, however, it does generate radioactive and toxic waste which society perceives as an unacceptable risk. For this reason the development of new nuclear installation in Europe is at a stand still or moving backward.

Truthful information and social participation in decisions is the best way to achieve the eradication of the social phobia produced by this energy source.

(Page 33)
Relations CSN-Electric Sector: Independence and collaboration

 **P. Rivero**

On the following pages we have reproduced the speech delivered by the

Vice President and General Director of Unesa, during the Course "25 Years of CSN in the International Year of Physics" in San Lorenzo de El Escorial, Madrid, the 11th through the 15th of July, 2005, organized by the Nuclear Safety Council (CSN).

(Page 42)
International Conventions within the Nuclear Safety Council (CSN)

The international treaties or conventions related to nuclear safety and radiological protection are legal instruments that establish a group of standards of a universal nature that regulate these disciplines within the world environment.

The Nuclear Safety Council (CSN) participates in the fulfilment of some of these treaties attending the competences that pertain to them. This article numbers those that directly affect the CSN.

(Page 47)
Frederick Soddy, 1921 Nobel Prize winner in Chemistry

Frederick Soddy (1877-1956) received the Nobel Prize in Chemistry in 1921 for his contribution to the chemical knowledge of radioactive substances and his research on the origin and nature of isotopes.

Seguridad Nuclear Boletín de suscripción

Institución/Empresa

Nombre

Tel.

Fax

Dirección

CP

Localidad

Provincia

Fecha

Firma

Enviar a Consejo de Seguridad Nuclear, Servicio de Publicaciones. c/ Justo Dorado, 11. 28040 Madrid. Número de fax: 91 346 05 58.

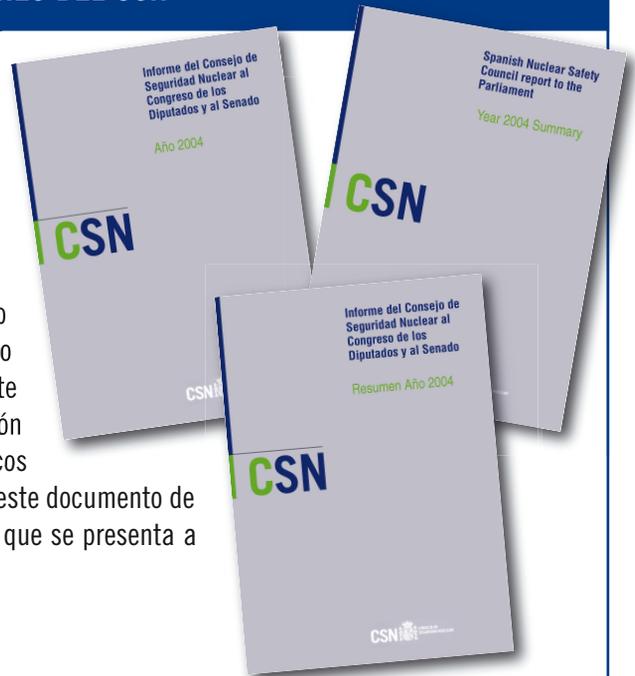
La información facilitada por usted formará parte de un fichero informático con el objeto de constituir automáticamente el *Fichero de destinatarios de publicaciones institucionales del Consejo de Seguridad Nuclear*. Usted tiene derecho a acceder a sus datos personales, así como a su rectificación, corrección y/o cancelación. La cesión de datos, en su caso, se ajustará a los supuestos previstos en las disposiciones legales y reglamentarias en vigor.

NUEVAS PUBLICACIONES DEL CSN

Informe del Consejo de Seguridad al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2004

- Informe general
- Resumen
- Resumen en inglés

El Consejo de Seguridad Nuclear, en cumplimiento del artículo 11 de su Ley de Creación (Ley 15/1980), presenta al Congreso de los Diputados y al Senado su informe anual, correspondiente al desarrollo de sus actividades en el año 2004. La disposición adicional cuarta de la Ley 14/1999 de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el CSN cambió la periodicidad de este documento de semestral a anual, por lo que éste es el sexto informe anual que se presenta a las Cortes Generales.



Aplicación de los análogos a la evaluación de seguridad y comunicación del almacenamiento geológico. Catálogo de análogos más significativos

Este documento contiene una descripción detallada de los principales análogos naturales y arqueológicos de los sistemas de AGP seleccionados para su estudio, en forma de Catálogo, e incluye un análisis preliminar sobre su aportación potencial a la evaluación de la seguridad y la comunicación. En la selección de los análogos se han tenido en cuenta criterios de representatividad, relevancia de los estudios y disponibilidad de información, y el interés para los conceptos de AGP considerados en el programa español.

Productos y beneficios de los proyectos de investigación finalizados en el año 2004

Dentro de la Colección Documentos I+D, esta publicación incluye trece proyectos de investigación: Determinación de la composición isotópica de combustible de alto quemado, Determinación de propiedades mecánicas de material de vaina irradiado bajo sollicitación de accidente de inserción de reactividad, Métodos de validación y verificación de procedimientos de operación y guías de gestión de accidentes, Metodología, herramientas de cálculo y fenomenología asociada con la aplicación de los Análisis Probabilistas de Seguridad de nivel 2, Análisis coste-beneficio basado en APS/Fase II, Aplicación del APS a la mejora de las ETF, Proyecto CUPRIVA, Proyecto CIR-II, Proyecto EXPEL, Proyecto CRP-V, Proyecto Marna, Estudio de la inducción y persistencia de la aneuploidía tras la exposición in-vivo a radiaciones ionizantes y Medidas de radón disuelto en aguas de manantiales, pozos y fuentes en Extremadura.



Si está interesado en adquirir alguna de las publicaciones del CSN puede hacerlo enviando un correo electrónico a peticiones@csn.es o a través de nuestra página web www.csn.es en la que encontrará nuestro catálogo de publicaciones.