

**Las pruebas
de resistencia
realizadas a las
centrales nucleares
españolas**

Terapia génica:
muchas promesas
y pocos avances

Entrevista con María
Neira González,
directora de Salud
Pública y Medio
Ambiente de la OMS

Teoría de las entidades
reguladoras y el CSN

Se cumple estos días el primer aniversario del terremoto y el consiguiente *tsunami* que asolaron la costa este de Japón y provocaron el accidente de la central nuclear de Fukushima Dai-ichi. Un suceso que sigue marcando la hoja de ruta de la seguridad nuclear en todo el mundo. Como continuación a los artículos y noticias publicados en los anteriores números de *Alfa*, incluimos en este un amplio análisis del proceso puesto en marcha para mejorar la seguridad de las centrales nucleares españolas ante posibles catástrofes de origen natural, incluso de proporciones muy superiores a las esperables por los datos históricos y las características de cada emplazamiento.

Las llamadas “pruebas de resistencia”, establecidas por la Comisión Europea en el mes de mayo y que se han realizado en casi todas las centrales nucleares europeas, han supuesto un intenso trabajo, desarrollado a lo largo de varios meses, para poder cumplir con los plazos establecidos por la Comisión. El 31 de octubre las centrales españolas entregaron sus respectivos informes al Consejo de Seguridad Nuclear, quien los evaluó y los remitió el 31 de diciembre a la Comisión Europea. El artículo detalla el contexto en el que se puso en marcha esta iniciativa, los objetivos marcados por la Comisión Europea, el procedimiento y metodología seguidos por las centrales españolas, el papel del CSN y las conclusiones del informe final entregado a las autoridades europeas.

Un aspecto reseñable de las pruebas de resistencia, dada su relación con el accidente de Fukushima, es el riesgo sísmico de nuestro país, que en 2011 dio muestras de su existencia en el terremo-

to que asoló la ciudad de Lorca. Incluimos en la revista un reportaje donde se informa de los riesgos asociados a las manifestaciones telúricas en nuestro país, entre ellos los derivados de la actividad volcánica, que tuvo también el año pasado gran protagonismo por la erupción submarina ocurrida en las inmediaciones de la isla de El Hierro.

Entre los numerosos usos de las radiaciones ionizantes son siempre destacables los relacionados con el diagnóstico y el tratamiento médicos, incluso en actividades aparentemente lejanas, como en el caso de la terapia génica. Un reportaje incluido en este número nos explica las prometedoras perspectivas abiertas por esta línea terapéutica, iniciada hace ya más de dos décadas, los problemas que han impedido hasta ahora convertir esas promesas en realidades y el rumbo de las investigaciones que se desarrollan para solventarlos.

Hablando de cuestiones médicas, la voz más autorizada en todo el mundo es la de la Organización Mundial de la Salud. La directora de su división de Salud Pública y Medio Ambiente, la asturiana María Neira, es en esta ocasión la protagonista de la entrevista, donde explica la importancia de esta organización, los problemas que afronta y, más en concreto, su papel en temas cercanos a la actividad del Consejo, como el uso de las radiaciones ionizantes.

La revista se completa con un artículo de carácter teórico donde el vicepresidente del Consejo, Luis Gámir, analiza la justificación e imbricación de los organismos reguladores en el entramado de la administración democrática y de los condicionantes que pueden afectar a su credibilidad.



“El CSN remitió el 31 de diciembre a la Comisión Europea el informe final de las pruebas de resistencia realizadas a las centrales nucleares españolas”



REPORTAJES

- 4 **Terapia génica: muchas promesas y pocos avances**
Tras más de 20 años de investigación y experimentación, el objetivo de curar enfermedades de origen genético mediante la modificación o implantación de los genes implicados ha demostrado estar plagado de dificultades. Pese a todo, las investigaciones para superar los problemas prosiguen y mantienen viva la promesa de llegar a un tratamiento eficaz para las miles de enfermedades genéticas o en las que los genes juegan un papel esencial, incluido el cáncer.

Gene therapy: many promises and few breakthroughs. After more than 20 years of research and experimentation, the objective of curing illnesses of genetic origin through the modification or implantation of the genes involved has proven to be plagued with difficulties. Nevertheless, research aimed at overcoming the problems continues and keeps alive the promise of achieving an efficient treatment for the thousands of genetic illnesses or those in which the genes play an essential role, including cancer.

- 11 **Los cazadores de terremotos**
La localidad murciana de Lorca y la isla canaria de El Hierro nos han recordado durante 2011 que España no está exenta de riesgos sísmicos y volcánicos. Aunque muy lejos de la intensidad con que se manifiestan estos fenómenos telúricos en otras partes del planeta, nuestro país sufre terremotos y erupciones, a veces con graves consecuencias en forma de vidas humanas y de daños económicos. La ordenación del territorio y los proyectos de infraestructuras deben tenerlo en cuenta.

Earthquake busters. Both the town of Lorca in Murcia and the island of El Hierro in the Canaries reminded us in 2011 that Spain is not entirely free from seismic and volcanic risk. Although not with anything like the intensity shown by these telluric phenomena in other parts of the planet, Spain does suffer from earthquakes and eruptions, sometimes with serious consequences in terms of human lives and economic damage. This should be borne in mind in land planning and infrastructure projects.

RADIOGRAFÍA

- 18 **La transmutación: ¿el futuro de la gestión del combustible irradiado?**

Transmutation: the future of irradiated fuel management?

ENTREVISTA

- 20 **María Neira, directora de Salud Pública y Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud: “Todavía en muchos países el tener un niño, que es dar vida, es una causa de muerte”**
Neira reivindica la labor que la OMS realiza, especialmente en los países menos desarrollados, repasa los retos de salud a los que se enfrenta la humanidad en la actualidad y destaca los medios diagnósticos y terapéuticos que la investigación pone en nuestras manos, incluyendo el uso de radiaciones ionizantes.

María Neira, director of Public Health and the Environment of the World Health Organisation: “In many countries, having a child, which is giving life, still entails death”. Neira defends the work performed by the WHO, especially in the under-developed countries, and explains the health-related challenges faced by mankind and underlines the diagnostic and therapeutic resources made available to us by research, including the use of ionising radiations.

26 PANORAMA

IN MEMORIAM

33 Recuerdo del expresidente del CSN Juan Manuel Kindelán, fallecido el pasado 30 de diciembre

In memory of Juan Manuel Kindelán, ex-president of the CSN, who passed away on December 30th last.

ARTÍCULOS TÉCNICOS

37 La teoría de las entidades reguladoras y el CSN

El vicepresidente del Consejo de Seguridad Nuclear y catedrático de Política Económica, Luis Gámir, analiza en este artículo de carácter teórico el papel que juegan los organismos reguladores en las sociedades democráticas y las claves de su credibilidad, con especial referencia al propio Consejo y al Plan Estratégico aprobado recientemente para el periodo 2011-2016.

The theory of the regulatory bodies and the CSN. In this article the vice president of the Nuclear Safety Council and professor of Economics and Politics, Luis Gámir, analyses the theoretical nature of the role played by regulatory organisations in democratic societies and the keys of their credibility, with special reference to the Council and the Strategic Plan recently approved for the period 2011-2016.

44 Las pruebas de resistencia realizadas a las centrales nucleares españolas

Tras el accidente ocurrido en la central nuclear japonesa de Fukushima, la Unión Europea decidió someter a las centrales nucleares europeas a una reevaluación de sus márgenes de seguridad, de acuerdo con las lecciones extraídas de aquel accidente. Tras un proceso de análisis exhaustivo, el Consejo de Seguridad Nuclear remitió el pasado 31 de diciembre los informes finales correspondientes a las evaluaciones realizadas a las centrales nucleares españolas, con los resultados y conclusiones obtenidos. Se detallan también las acciones propuestas para mejorar la seguridad nuclear de estas instalaciones frente a situaciones extremas.

The stress tests performed by the Spanish nuclear power plants. In the wake of the accident that occurred at Fukushima nuclear power plant in Japan, the European Union decided to subject the European plants to a reassessment of their safety margins, in accordance with the lessons learned from that accident. On December 31st last, following a process of exhaustive analysis, the Nuclear Safety Council submitted the final reports corresponding to the evaluations performed by the Spanish nuclear power plants, with the results obtained and conclusions drawn. Also detailed are the actions proposed to improve the nuclear safety of these facilities in response to extreme situations.

58 EL CSN INFORMA

70 SISC

72 PUBLICACIONES

alFa

Revista de seguridad nuclear
y protección radiológica

Editada por el CSN

Número 16 / IV trimestre 2011

Comité Editorial

- Presidenta:
Carmen Martínez Ten
- Vicepresidente:
Luis Gámir Casares
- Vocales:
Purificación Gutiérrez López
Juan Carlos Lentijo Lentijo
Isabel Mellado Jiménez
David Redoli Morchón
- Asesor externo:
Manuel Toharia
- Coordinador externo:
Ignacio F. Bayo

Comité de Redacción

David Redoli Morchón
Concepción Muro de Zaro
Natalia Muñoz Martínez
Antonio Gea Malpica
José Luis Butragueño Casado
Victor Senderos Aguirre
Ignacio F. Bayo

Edición y distribución

Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
Fax 91 346 05 58
peticiones@csn.es
www.csn.es

Coordinación editorial

Divulga S.L.
Diana, 16 - 1º C
28022 Madrid

Fotografías

CSN, Divulga y Javier Fernández

Impresión

Gráficas Varona
Polígono "El Montalvo"
37008 Salamanca

Depósito legal:

ISSN-1888-8925

© Consejo de Seguridad Nuclear

Fotografía de portada

iStockphoto

Las opiniones recogidas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores, sin que la revista *Alfa* las comparta necesariamente.

El tratamiento con genes sigue siendo experimental pero están mejorando sus perspectivas

› Gonzalo Casino,
Periodista científico

Terapia génica: muchas promesas y pocos avances

Nacida en 1990 como una vía revolucionaria para conseguir la curación de muchas de las miles de enfermedades humanas que tienen un origen o un componente genético, la terapia génica ha resultado ser mucho más complicada de lo que en principio parecía. Por eso, transcurridas más de dos décadas desde los primeros ensayos, sigue siendo una técnica meramente experimental, que tan solo ha sido ensayada, y no siempre con éxito, en unos cuantos casos. Pero la investigación continúa avanzando en numerosos laboratorios de todo el mundo para tratar de resolver los problemas planteados y convertir sus promesas en realidades.

La terapia génica pasa por ser una de las fórmulas terapéuticas más prometedoras. La idea de utilizar material genético para tratar o prevenir enfermedades resulta de lo más seductora, pero la sencillez de su planteamiento contrasta terriblemente con las dificultades y peligros de llevarla a cabo. Los genes son responsables de muy diversas

enfermedades, y la posibilidad de reemplazar los defectuosos o introducir alguno que falta podría solucionar numerosos trastornos hereditarios, algunos tipos de cáncer y ciertas enfermedades infecciosas. Pero de la teoría a la práctica hay un abismo, y a pesar de algunos logros de las últimas décadas, la terapia génica sigue siendo un tratamiento ex-



La información genética humana se encuentra escrita en 3.000 millones de bases de ADN.



James Bainbridge, autor de un ensayo de terapia génica para combatir la ceguera hereditaria.

perimental, que sólo se aplica en el marco de ensayos clínicos controlados y cuando no existen otras terapias curativas para las enfermedades.

Se considera terapia génica cualquier manipulación de los genes de las células del organismo con el fin de tratar una enfermedad. La modalidad más habitual es la inserción de un gen ausente o la sustitución de un gen mutado por uno sano y perfectamente funcional. Otra aproximación terapéutica consiste en intervenir en la regulación genética: desactivar un gen que causa una patología, o bien activar un gen cuya función es inhibir una enfermedad. Y cabe también la posibilidad de modificar genéticamente las células inmunitarias para que se vuelvan más eficaces.

Todas estas posibilidades son ciertamente muy atractivas, pero la situación

actual de esta prometedora terapia queda muy bien acotada por un hecho: todavía no existe ningún producto terapéutico autorizado por la Food and Drug Administration (FDA), la agencia del medicamento de Estados Unidos, que marca la pauta de los tratamientos y sus indicaciones en todo el mundo. Desde que se iniciaron los ensayos clínicos con esta técnica en 1990, las enormes expectativas creadas no se han visto satisfechas y, en conjunto, los avances experimentados han resultado oscurecidos por algunos importantes contratiempos.

El primer gran revés para esta modalidad terapéutica llegó en 1999, con la muerte de un joven de 18 años, Jesse Gelsinger, que participaba en un ensayo clínico de terapia génica para tratar una enfermedad genética: la deficiencia de ornitina-transcarbamilasa (OTCD, en

sus siglas en inglés), una enzima del ciclo de la urea cuya ausencia causa problemas en la eliminación de desechos orgánicos por la orina. Gelsinger murió de un fallo multiorgánico a los cuatro días de empezar el tratamiento experimental, posiblemente como consecuencia de una respuesta inmunitaria exagerada frente al vector vírico que se utilizó para introducir en el organismo del paciente el gen que sintetiza la enzima OTC.

Genes terapéuticos

El reto mayúsculo que tiene planteada la terapia génica es cómo hacer para insertar un gen sano precisamente en aquellas células que lo necesitan (células diana). Aunque todas las células de una persona tienen el mismo genoma, es decir, exactamente los mismos genes y la misma secuencia de ADN, los dife-

El complemento radiológico

La radioterapia ha demostrado sobradamente ser un tratamiento eficaz para diversos tipos de tumores malignos. Es, junto con la quimioterapia y la cirugía, uno de los pilares del tratamiento del cáncer. Las radiaciones ionizantes son desde hace un siglo una opción terapéutica local para eliminar las células y tejidos cancerosos, más sensibles a la radiación que las células y tejidos normales, que se utiliza en alrededor de la mitad de los enfermos de cáncer.

Recientemente, diversos estudios han mostrado que la radioterapia puede ser también un eficaz complemento de la terapia génica. El tratamiento combinado ha resultado tener un mayor efecto antitumoral que una de las dos terapias de forma aislada, y podría ser útil en los gliomas cerebrales, aunque la dosis radiactiva ha de ser reducida para prevenir efectos adversos. En el cáncer de próstata, el cóctel de radioterapia y terapia génica utilizando como vector el virus del catarro común también ha ofrecido resultados prometedores en algún estudio preliminar, que deberá ser confirmado en estudios clínicos más amplios.

La terapia génica ofrece también la posibilidad de focalizar más eficazmente la radioterapia, reduciendo la principal limitación del tratamiento radiactivo, que es el daño indiscriminado a los tejidos sanos circundantes. En diversos experimentos se están poniendo a punto técnicas de transferencia génica para hacer que las células malignas sean más sensibles a la radioterapia.

Radioisótopos y nucleótidos radiactivos

Los materiales radiactivos, principalmente radioisótopos y nucleótidos radiactivos, son asimismo de gran utilidad en las técnicas de terapia génica y, en general, de ingeniería genética. Estos productos radiactivos se utilizan fundamentalmente para marcar el material genético que se va a utilizar en una terapia génica y de este modo poder hacer un seguimiento detallado. Así, los nucleótidos radiactivos (citosina, adenina, y guanina y timina marcados con partículas radiactivas) permiten determinar la tasa de síntesis de ADN, y conocer la rapidez, eficiencia y precisión en la duplicación del genoma celular marcado.

Los radioisótopos (isótopos creados artificialmente cuando el núcleo inestable de un elemento químico se descompone) se están utilizando también para monitorizar la transferencia genética en diversos tipos de terapia génica, especialmente en el tratamiento del cáncer. Las posibilidades terapéuticas incluyen la modificación genética de las células tumorales para aumentar su inmunogenicidad, la introducción de genes productores de anticuerpos intracelulares (intracuerpos) contra los oncogenes y la transferencia de genes citotóxicos para eliminar las células malignas. En todas estas aproximaciones, todavía experimentales, los radioisótopos se utilizan como marcadores genéticos para estudiar la evolución del proceso.

rentes genes se expresan en unas u otras células, según la actividad que tienen que realizar. La función de los genes se traduce, en esencia, en la síntesis de una proteína, que es a la postre la que realiza una función estructural o metabólica, y cuya deficiencia puede producir una enfermedad. Así, por ejemplo, en las células beta del páncreas se expresa una colección limitada de las varias decenas de genes que componen el genoma humano, entre los que se incluyen específicamente los que codifican la producción de insulina.

Cuando un gen es defectuoso, lo que ocurre es que la proteína que produce no cumple su función o ni siquiera llega a sintetizarse, y el resultado es una enfermedad genética. Con la terapia génica se pretende corregir ese gen defectuoso, normalmente insertando dentro del genoma de las células diana un gen sano o terapéutico capaz de producir la proteína que hace falta. Otras aproximaciones menos habituales son la sustitución del gen anormal por otro normal mediante un proceso de recombinación genética y la reparación del gen alterado mediante un proceso de mutación inversa.

Para introducir el gen terapéutico en las células del paciente, los investigadores han ideado un procedimiento que aprovecha la capacidad infectiva de los virus, que son entidades infecciosas especializadas en insertar sus genes en las células vivas para reproducirse, convirtiéndolos en vehículos transportadores o vectores del gen terapéutico. Para ello, hay que eliminar previamente los genes víricos que tienen capacidad patógena e insertar en su genoma el gen terapéutico.

Estos virus modificados genéticamente se dirigen selectivamente contra las células diana, ya sean las células de la sangre, las de los pulmones o las del hígado. El vector vírico se encarga entonces de insertar el gen terapéutico en el genoma de las células infectadas. Desde el mo-



mento en que las células empiezan a sintetizar la proteína deficitaria puede decirse que se han convertido en células sanas.

Pero el uso de estos virus como vectores plantea diversos problemas para el paciente, principalmente la posibilidad de que se desencadene una respuesta inflamatoria o inmunitaria exagerada. Aparte de esto, están las amenazas siempre presentes de toxicidad y de que la capacidad patogénica del vector vírico no haya sido eliminada por completo y, una vez dentro del organismo del paciente, pueda reactivarse y causar una enfermedad.

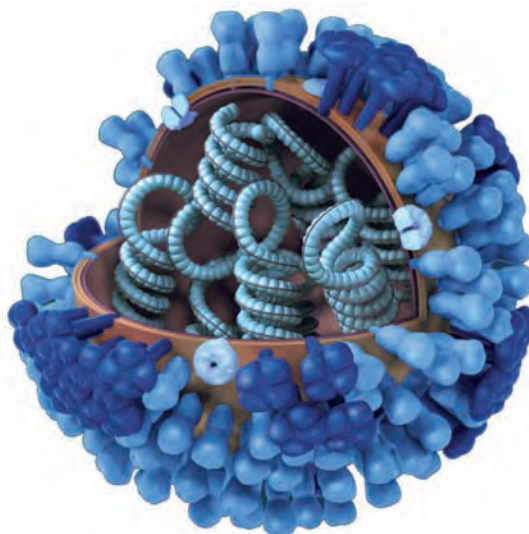
Existe además el riesgo de que los virus usados como vectores no alcancen sólo a las células diana (aquellas que tienen genes mutados o ausentes y que son las que se pretende tratar), sino que se introduzcan en células sanas. Si esto ocurre, las células sanas podrían quedar afectadas y producirse diversos trastornos y enfermedades, incluyendo algunos tumores. Todos estos problemas, entre otros muchos, son los que han impedido que la terapia génica se haya convertido en una opción terapéutica real y consolidada, más allá de su aplicación en el marco de los ensayos clínicos.

Los niños burbuja

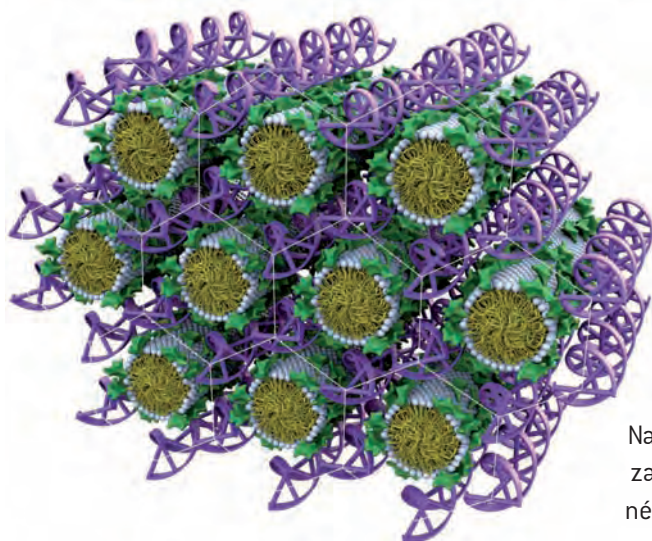
El síndrome de inmunodeficiencia severa combinada (SCID, en sus siglas en inglés), o síndrome de los niños burbuja, fue la primera enfermedad en la que se experimentó la terapia génica, y es un buen ejemplo de lo que han sido las expectativas y desilusiones de esta técnica terapéutica en las dos últimas décadas. Esta rarísima patología hereditaria (apenas hay 40 casos anuales en todo el mundo) se caracteriza por un completo déficit inmunológico que hace que la más mínima infección pueda ser mortal. De ahí que los niños afectados, que suelen ser diagnosticados en el primer año de vida, necesiten vivir en una bur-



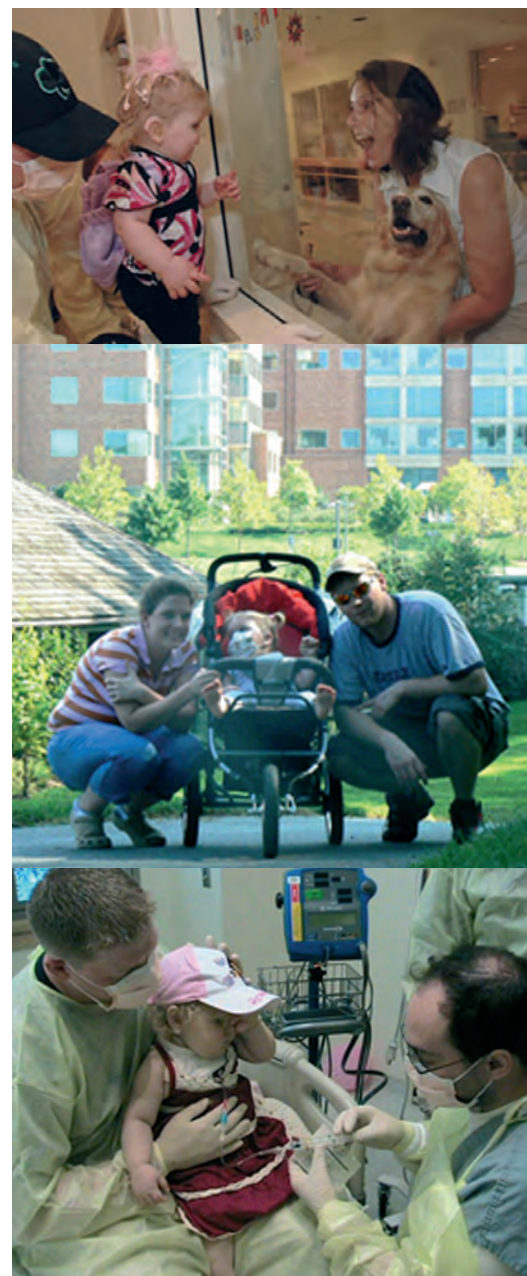
Basta una alteración en una base de ADN para producir una enfermedad genética.



Estructura de un virus, que consta de una membrana externa e información genética en su interior.



Nanoestructura lipídica utilizada para llevar material genético a las células, como alternativa al uso de virus.



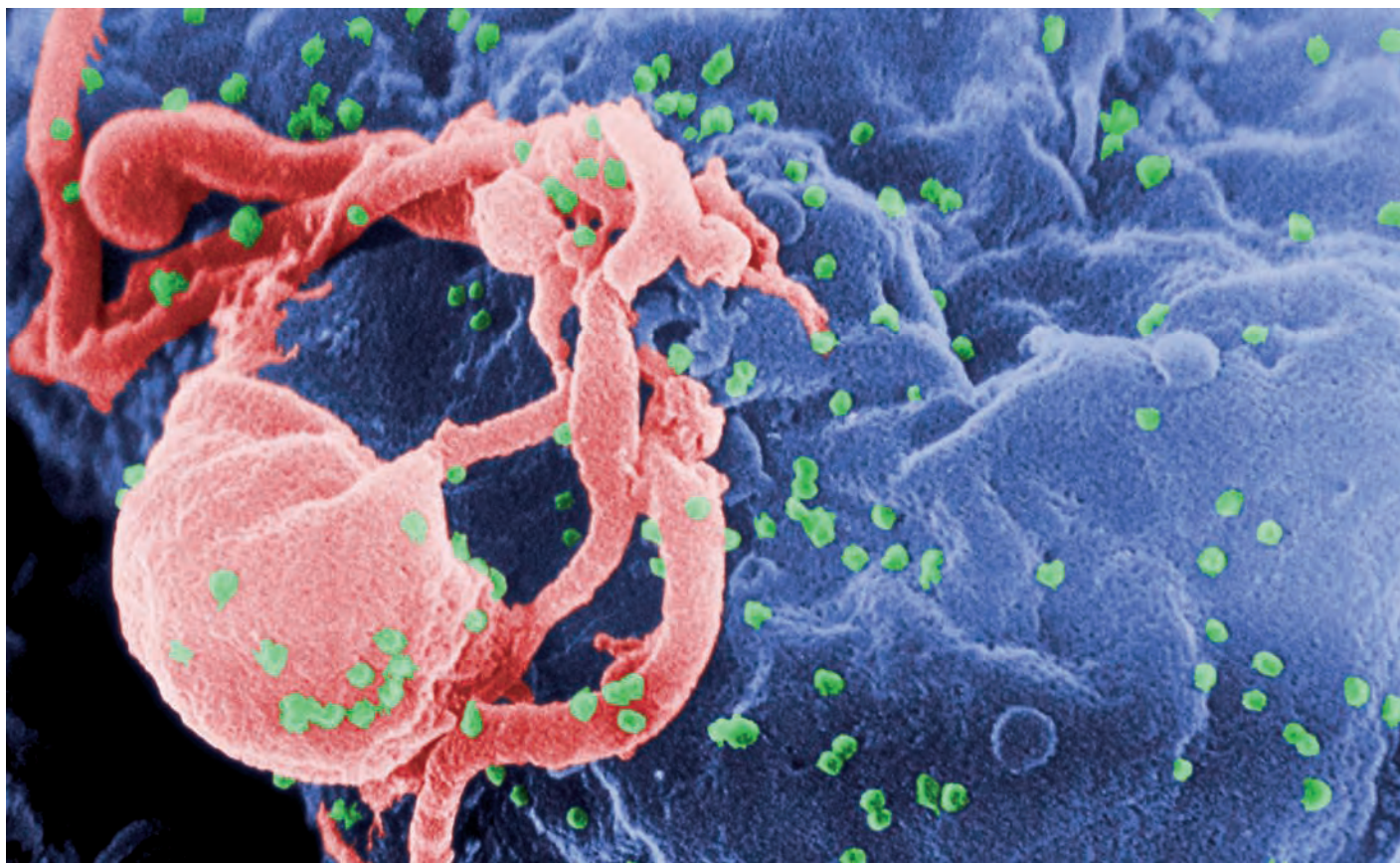
A la izquierda, ensayo de terapia génica para el tratamiento de la fibrosis quística mediante un inhalador. A la derecha, varios de los niños afectados por el síndrome de inmunodeficiencia severa combinada, tratados experimentalmente con terapia génica mediante inyección.

buja absolutamente estéril para estar a salvo de cualquier virus o bacteria y poder sobrevivir.

El primer ensayo clínico de terapia génica, emprendido por William French Anderson el 14 de septiembre de 1990 para solucionar el déficit de la enzima adenosindeaminasa (ADA) de una niña burbuja de cuatro años, fue ampliamente aclamado como un gran éxito y como el inicio de la nueva era de la medicina

genética. Lo que hizo el equipo de Anderson en el National Heart, Lung and Blood Institute de Estados Unidos fue utilizar un virus como vector para insertar el gen correcto que se encarga de producir la proteína ADA. Este tratamiento lo repitieron periódicamente durante dos años en la joven paciente y en otra niña de nueve años con la misma enfermedad. Ambas niñas consiguieron llevar una vida normal.

En 1993 los investigadores empezaron a utilizar terapia génica para tratar a recién nacidos con déficits de ADA. La idea era insertar los genes sanos que codifican la proteína ADA en células inmaduras extraídas del cordón umbilical y reintroducirlas posteriormente en el cuerpo del bebé. Como consecuencia del tratamiento, los recién nacidos experimentaban aumentos estables en sus niveles de la enzima ADA, pero la solu-



La capacidad infecciosa de los virus, como el VIH de la imagen, puede aprovecharse para llevar los genes sanos a las células.

ción no era definitiva ni estaba exenta de problemas.

El uso de retrovirus como vectores para insertar los genes sanos es uno de los grandes problemas de la terapia génica. Al menos dos niños burbuja que fueron tratados con terapia génica desarrollaron un trastorno de tipo leucémico a principios de la década de 2000, lo que obligó a la FDA en enero de 2003 a prohibir temporalmente el uso de esta técnica con vectores retrovirales en células sanguíneas.

Aunque la suspensión se levantó poco después, la terapia génica sigue sin ser una opción real para el tratamiento de los niños burbuja. Incluso han cogido fuerza tratamientos farmacológicos convencionales para garantizar una cierta protección inmunitaria del enfermo hasta que aparezca un donante adecuado de médula ósea y se le pueda realizar un trasplante para solucionar su enfermedad.

Riesgos y problemas técnicos pendientes

Para consolidarse como una opción terapéutica para las enfermedades genéticas, la terapia génica debe antes resolver una serie de escollos técnicos que la mantienen confinada como un procedimiento experimental. Aparte de las amenazas de toxicidad e infección inherentes al uso de virus como vectores, está el riesgo de estimular la respuesta inmune hasta el punto de reducir o anular la efectividad terapéutica de los genes insertados. Como cualquier sustancia extraña que entra en un organismo, los genes terapéuticos y sus vectores desencadenan una respuesta inmunológica que se hace más intensa al repetir las infusiones terapéuticas.

Esta necesidad de repetir la terapia es, por sí misma, un obstáculo importante para la efectividad del tratamiento. Hoy por hoy, la terapia génica es un tratamiento de corta duración. Los genes que se in-

sertan en las células diana no sólo deberían integrarse perfectamente en la maquinaria genética para producir las proteínas necesarias, sino que deberían mantenerse funcionales de forma duradera y las células deberían sobrevivir durante un largo tiempo. Pero esto no es así. El alto ritmo de división celular impide que la terapia génica siga funcionando y haya que repetir el tratamiento una y otra vez.

Otro de los graves riesgos de esta técnica es la posibilidad de inducir un tumor. Cuando se inserta un gen en un lugar equivocado a lo largo de la secuencia genética, existe la posibilidad de que esta inserción conduzca al desarrollo de un tumor maligno. Y no es una posibilidad remota, como ha podido constatar en algunos ensayos clínicos.

A todo esto, hay que sumar las dificultades de abordaje de las enfermedades multigénicas. Los trastornos causados por mutaciones en un único gen son



La terapia génica debe resolver aún numerosos escollos técnicos para dejar de ser meramente experimental, pero empieza a haber indicios de que lo conseguirá.

los mejores candidatos para la terapia génica, pero la mayoría de las enfermedades más comunes están causadas por los efectos de una compleja combinación de variaciones en numerosos genes, como son, por ejemplo, la enfermedad coronaria, la diabetes, la hipertensión arterial, el alzhéimer, la artritis y algunos tipos de cáncer, entre otras patologías.

A pesar de todos estos y otros problemas, son muchos los equipos en todo el mundo empeñados en resolverlos y dedicados desde hace varias décadas a poner a punto una técnica terapéutica que, si se consigue optimizar, sería una solución ideal para no pocas enfermedades.

Una buena prueba de la vitalidad de esta área de investigación es la existencia de revistas científicas consagradas a la terapia génica. El grupo *Nature* (NPG) tiene desde 1997 una cabecera dedicada a esta área de conocimiento: *Gene Therapy*; por si fuera poco, dos años después, los editores de *Nature* empezaron a publicar otra revista dedicada exclusivamente a la terapia génica del cáncer: *Cancer Gene Therapy*. Además de estas dos relevantes publicaciones, existen *Current Gene Therapy*, *Human Gene Therapy*, *The Journal of Gene Medicine* y *Molecular Therapy*, entre otras revistas revisadas por pares.

Recientes avances

En estas revistas se han publicado algunos de los principales avances registrados en los últimos años y que han hecho recobrar una cierta esperanza en las posibilidades reales de la terapia génica. Así, por ejemplo, en 2006, investigadores del National Cancer Institute de Estados Unidos consiguieron modificar genéticamente un tipo de células inmunitarias, los linfocitos, para dirigirlas específicamente contra células cancerosas de un paciente afectado por un melanoma metastásico avanzado. Fue la primera vez que la terapia génica se usó con éxito para tratar un cáncer en humanos.

Otros importantes logros han sido el éxito del primer ensayo clínico con terapia génica para tratar un tipo de ceguera hereditaria, publicado en este caso en la principal revista de medicina clínica, el *New England Journal of Medicine*, en 2008, y la curación de dos enfermos afectados por una enfermedad de las células mieloides.

Además, la terapia génica se ha utilizado para tratar enfermedades leves. Uno de sus recientes éxitos ha sido frente a una dolencia crónica menor pero muy habitual: la enfermedad periodontal. Mediante la transferencia genética a las células de la zona con un vector vírico, un grupo de investigadores de la Universidad de Michigan han conseguido mejorar considerablemente la calidad de vida de estas personas.

Sin embargo, no parece que este vaya a ser un tratamiento habitual, ya que la terapia génica es todavía exageradamente cara. Además de resolver los múltiples problemas técnicos pendientes y de superar el examen de los ensayos clínicos, esta técnica deberá lidiar con algunas cuestiones éticas, como son, entre otras, la aplicación en las células germinales o la delimitación de la frontera entre lo que es una enfermedad y una incapacidad genética. ©

REPORTAJE

El riesgo sísmico y volcánico en España

Los cazadores de terremotos

› Rosa Martín,
Periodista,
redactora de *El Mundo*.

La localidad murciana de Lorca y la isla canaria de El Hierro nos han recordado durante 2011 que España no está exenta de riesgos sísmicos y volcánicos. Aunque muy lejos de la intensidad con que se manifiestan estos fenómenos telúricos en otras partes del planeta, nuestro país sufre terremotos y erupciones, a veces con graves consecuencias como la pérdida de vidas humanas y daños económicos. La ordenación del territorio y los proyectos de infraestructuras deben tenerlo en cuenta.

Hace cerca de 500 años, en 1522, un terremoto destruyó Almería y el municipio granadino de Ugijar casi en su totalidad. Con una magnitud de 6,5 en la escala Richter, aquel desastre es el primero de los que

hoy se cuenta con información fehaciente sobre lo ocurrido y no ha habido otro que causara tanto daño hasta dos siglos después: el terremoto de Lisboa de 1755, cuando se calcula que pudo haber hasta 100.000 muertos.



Mancha de la erupción submarina de El Hierro vista por el satélite de la NASA *Rapid-eye*.

Las centrales nucleares, reforzadas tras Fukushima

El *tsunami* que en marzo del año pasado destruyó la central japonesa de Fukushima Dai-ichi hizo necesario un proceso de revisión en casi todas las centrales nucleares europeas, que han tenido que ser sometidas a pruebas de sismorresistencia, para comprobar si están preparadas para una debacle de similar magnitud. En el caso de España, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha presentado, hace escasas semanas, un informe en el que se pone de manifiesto que las instalaciones españolas han superado todos los test realizados en los últimos seis meses, aunque tendrán que someterse a algunas reformas que refuercen su seguridad.

Este plan de mejoras, que las tendrán en obras hasta el año 2016, será obligatorio para todas las plantas, según dejó claro la presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, en la presentación del informe, que ha sido remitido a finales de año a la Comisión Europea.

Una de las más importantes será la creación, a medio y largo plazo, de centros de apoyo para casos de emergencia en cada central, que servirán como refugio para los trabajadores si es necesario, así como otro centro común a todas ellas, con medios humanos y materiales disponibles para intervenir en 24 horas desde el momento que surja la alarma. Según Juan Carlos Lentijo, director de Protección Radiológica del CSN, estos refugios deberán estar cerca de las centrales, pero a una distancia suficiente como para garantizar la seguridad. El central está previsto que se construya en Madrid.

Más inmediatas serán las mejoras para paliar la pérdida de energía eléctrica y, por tanto, la capacidad de

refrigeración del reactor en caso de accidente, como ocurrió en Fukushima, donde se fusionaron por ello los dos núcleos. Para ello, se recomienda la utilización de bombas o generadores diésel que permitan ampliar su autonomía de ocho, como hay ahora como máximo, hasta 72 horas de funcionamiento.

Se obliga también a reformar los sistemas de filtración y venteo de gases y vapor hacia el exterior de las plantas. De este modo, se trata de evitar explosiones como las que sufrieron los edificios en la planta japonesa por la acumulación de hidrógeno. La filtración de estas emisiones antes de ser liberadas evitará que los elementos tóxicos salgan al exterior y contaminen los alrededores.

Respecto a las piscinas donde se acumula el combustible radiactivo gastado, se exige a todas las centrales nucleares la disponibilidad de medios para aportar agua cuando sea preciso, así como mejorar el control de la temperatura de esa agua.

Además, el informe recoge que las estructuras de las instalaciones deberán resistir sismos de 0,3 g (gravedad terrestre), aunque ninguna instalación se ha construido en fallas activas.

Todos estos cambios se realizarán a lo largo de los próximos cinco años, y tendrán un coste económico elevado para las compañías titulares de las centrales, pero Martínez Ten indicó que habrá que hacerlos “cueste lo que cueste”. De hecho, algunos han sido propuestos por las propias empresas.

En total, el CSN ha realizado 24 inspecciones en las que ha comprobado que, pese a que necesitan este reforzamiento en la seguridad, las seis centrales nucleares españolas superan todas las pruebas de resistencia a las que se han sometido. 

Estas dos fechas son un reflejo de la situación sismológica en España, un país en el que, afortunadamente, hay pocos sismos catastróficos, aunque los de poca magnitud no dejan de producirse debido a que su territorio limita, por el sur, con el lugar de encuentro de las placas tectónicas euroasiática y africana. Se calcula que cada año se producen unos 2.000 de estos terremotos de poca monta. En estas cir-

cunstancias, son muchos los investigadores que piensan que los españoles somos «poco conscientes del peligro», sobre todo porque a menudo se olvida que el mayor problema de un sismo es que nunca se puede predecir.

El sudeste de Levante, la Cordillera Bética, Galicia y Pirineos, y desde luego Canarias, son áreas donde el mapa sismológico español se tiñe de rojo. Pero es un documento que se ha quedado viejo.

Por ello, expertos de universidades e instituciones científicas preparan en estos momentos un nuevo mapa de peligrosidad al que se incorporarán los hallazgos que, desde 2002, han revelado nuevas zonas de riesgo en el territorio nacional. Se espera que esté listo a finales de febrero de 2012, aunque subsisten diferencias de criterio entre geólogos y sismólogos que dificultan llegar a un consenso científico.

Ese nuevo mapa, al igual que el que ahora existe, será el instrumento básico para saber dónde se debe aplicar la normativa sismorresistente, es decir, donde deberán tenerse en cuenta determinadas características de construcción a la hora de levantar edificios y obras públicas para evitar colapsos, como el que se produjo en un alto edificio en Lorca (Murcia) este mismo año. Por ello, todos los expertos coinciden en que conocer el pasado sísmico de un territorio es el elemento fundamental que ayudará a determinar el nivel de riesgo que debe asumir su población.

Pocos datos históricos

El problema es que en España son muy escasos los datos que se conservan anteriores a la Reconquista. Los archivos islámicos se destruyeron o salieron rumbo a países árabes, y lo poco que se sabe se rescató de archivos eclesiásticos y referencias literarias que no dejan de ser poco científicas.

Para los geólogos, acostumbrados a estudiar fenómenos que duran cientos de miles de años, esa información histórica es insuficiente porque no se puede abarcar un periodo de tiempo lo bastante amplio como para cubrir un ciclo sísmico completo si se trata de conocer el actual riesgo real en territorio nacional. “Se deberían tener en cuenta todas las fallas activas que hay en las Península Ibérica y ello requiere de estudios paleosismológicos, es decir, detectar terremotos que ocurrieron hace 1.000, 5.000 o 10.000 años. Tenemos que averiguar dónde ocurrieron y de qué magnitud fueron”, asegura Miguel Ángel Rodríguez Pascua, del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

Este amplio margen de tiempo tiene su justificación: en la Península las velocidades de formación de los movimientos terrestres son mucho meno-

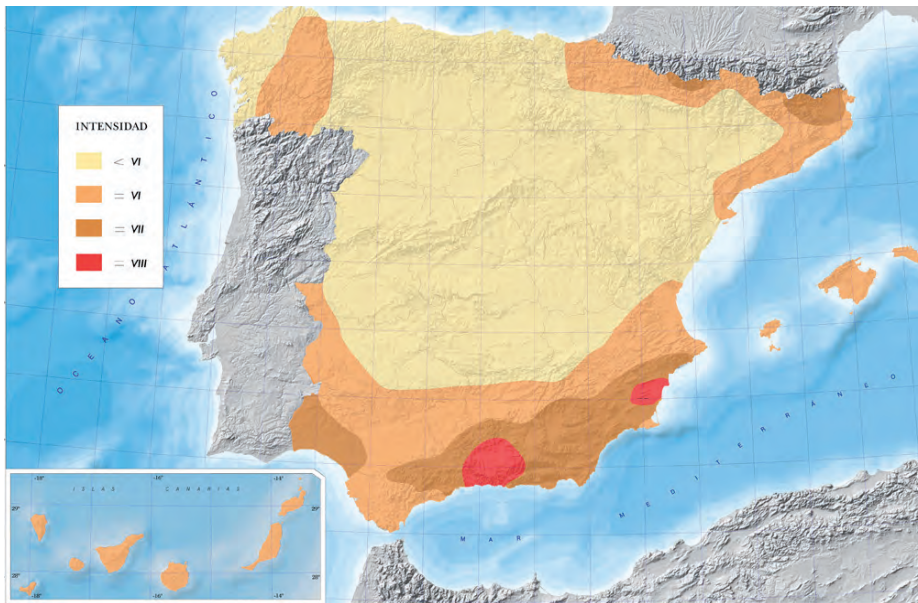


Efecto del terremoto de Lorca en una de sus iglesias.

res que en otros lugares del planeta. El territorio español peninsular se encuentra sobre la placa euroasiática, que limita al sur con la africana, acercándose a una velocidad de 5 milímetros por año, en lugar de los 83 milímetros que se produce entre las que afectan a Japón. “Como las tensiones son tan lentas, es preciso echar la vista muy atrás, porque es este el único escenario fiable a la

hora de estar prevenidos en el futuro”, argumenta el geólogo.

Rodríguez Pascua es uno de los colaboradores voluntarios para la elaboración de la nueva cartografía de riesgos que prepara el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el organismo del Ministerio de Fomento responsable de todo lo que tiene que ver con terremotos a través de la Red Sísmica Nacional.



Mapa de peligrosidad sísmica de España (periodo de retorno: 500 años).

Los inicios de la red sísmica

Fue a finales del siglo XIX cuando España comenzó a contar con una rudimentaria instrumentación científica que permitía registrar la duración de los movimientos de la tierra. Aún no se conocía la existencia de las placas continentales, pero ya se sabía que aquellos temblores que causaban grandes destrucciones no eran “castigos divinos” de carácter bíblico, sino fenómenos que ocurrían en el interior del planeta.

A lo largo del siglo XX se montaron algunos observatorios de geofísica por todo el país que registraban algunos datos, pero no fue hasta 1985 cuando se puso en marcha una verdadera red de alerta cuyo objetivo era ayudar a prepararse frente a una catástrofe, mediante la elaboración de un mapa en el que quedaran fijadas las zonas de mayor peligro.

Con la nueva Red Sísmica Nacional se instalaron los primeros 26 sismógrafos por todo el territorio español, aparatos que enviaban el registro del movimiento del suelo a Madrid en tiempo real, utilizando la línea telefónica. El sistema tenía un grave hándicap —la línea se saturaba con seísmos que supe-

raran la magnitud 4, es decir, los más peligrosos— pero la tecnología de hace 20 años no daba para más.

A partir de 1999 comenzaron a instalarse las estaciones actuales, que ya son digitales y con transmisión vía satélite. Hoy existen 42 unidades de estas instrumentaciones, de las que diez utilizan la telefonía móvil, y además se cuenta con 113 acelerómetros, que son los instrumentos que miden la aceleración del suelo en las regiones de mayor riesgo.

«Cuando la señal de estas estaciones llega a la central de Madrid, gracias a un procedimiento automático de cálculo, sabemos dónde está situado el epicentro del terremoto, su profundidad y su magnitud, y el tiempo máximo que tardamos en conocer esos datos desde el inicio es solamente de dos minutos. En el caso de Lorca, con un seísmo de magnitud 5,1 en la escala Richter, se tardó un minuto y 25 segundos en calibrar el seísmo. Ese dato inmediatamente se publica en la página web del IGN, donde todos los ciudadanos pueden saber lo que está ocurriendo en ese mismo momento», explica Emilio Carreño, director de la Red Sísmica Nacional.

Esta publicación es consultada continuamente. Sólo durante el pasado mes de octubre, la web tuvo 1,2 millones de entradas de personas pendientes de lo que estaba ocurriendo en la isla canaria de El Hierro: desde julio allí se está produciendo una gran actividad volcánica submarina, similar a la que dio origen al archipiélago hace 30 millones de años. Aún hoy, continúa muy activa y está provocando infinidad de seísmos.

La Red ha logrado, además, que el flujo de información sea de ida y vuelta. Las personas que están en zonas donde se ha producido algún movimiento sísmico tienen a su disposición un cuestionario en el que explican cómo han sentido los efectos del seísmo y son sus respuestas las que ayudan a valorar a los científicos su intensidad en la superficie de forma automática y en pocos minutos. Es un dato que no se podría obtener sin la colaboración ciudadana.

De forma paralela, esta misma información se envía a los servicios de Protección Civil, a las compañías eléctricas, a las autoridades autonómicas y a otras instituciones. «De ahí que sea tan importante contar con unos mapas de peligrosidad que nos ayuden a paliar los daños en la medida de lo posible», explica Carreño.

Como muestra, pone un ejemplo: en Bam (Irán), en el año 2003, fallecieron más de 26.000 personas con un seísmo de 6,3 en la escala Richter, mientras que en Virginia (Estados Unidos) otro seísmo de 5,8 no supuso ningún daño personal ni material importante porque sus edificios estaban preparados para resistir el envite.

En busca de terremotos

Los geólogos recuerdan que la Tierra está viva, aunque al habitarla se nos olvide. Las placas tectónicas que divi-



© MIGUEL A. RODRÍGUEZ PASCUAL

El terremoto que afectó a la ciudad de Lorca tuvo una magnitud de 5,1 en la escala de Richter.

den la litosfera no han dejado de moverse desde que se formaron, hace ya 4.000 millones de años. Cada día se registran en el mundo tres o cuatro terremotos de magnitud 6 (en El Hierro, la mayoría no han superado el valor 4) y al año hay, al menos, 28 de magnitudes superiores a 7, que siempre son catastróficos, como el ocurrido en Fukushima (Japón) en marzo de este año (de 9,0).

Pero los terremotos no son el problema. Es más, sin estas placas que se acercan y se separan, el planeta no tendría continentes, ni montañas, ni un ciclo estable de agua, ni carbono, y sin

todo ello no existiría la diversidad de formas de vida que hoy conocemos. Tampoco habría un proceso natural para compensar los cambios en la luminosidad del Sol, ni habría depósitos de carbón, petróleo o gas natural.

La cuestión es que actualmente sobre la corteza terrestre habitan 7.000 millones de seres humanos y se han construido infraestructuras (puertos, presas, rascacielos, industrias químicas, centrales nucleares, etcétera) que hacen a la humanidad mucho más vulnerable frente a este tipo de desastres. Las personas, a la hora de asentarse, no han discriminado geológicamente

qué lugares eran más inestables y cuáles no. No tenían un mapa de riesgos.

Para elaborar esa nueva cartografía en proyecto, los geólogos dedicados al estudio de las fallas, que son las válvulas de escape de la presión que se acumula bajo la corteza terrestre, están utilizando tres tipos de técnicas. Una de ellas es el estudio de la energía que liberaron esas fallas cuando se produjeron, dando lugar a fracturas que aún son visibles al analizar los estratos. El calibre de esa energía se deduce midiendo su longitud y el escalón que hoy es visible en los sedimentos. Para encontrar las fallas que no están a la vista hacen



Torre de la iglesia de Santiago Apóstol, de Lorca, tras el terremoto.

trincheras en el suelo, siguiendo las pistas que les ofrece su geomorfología. «Se podría decir que somos cazadores de terremotos del pasado», reconoce Rodríguez Pascua. Es lo que se llama paleosismicidad.

Otro de los métodos es el análisis de las licuefacciones del suelo que se producen cuando en los sedimentos no consolidados, es decir, que no son duros,

ocurre un seísmo que los mueve como si se tratara de un fluido. Los geólogos están investigando los fondos de algunos lagos peninsulares donde, por falta de oxígeno y de animales, no se han llegado a distorsionar los estratos.

Una tercera vía es la llamada “arqueo-sismología”, que no es otra cosa que el estudio de monumentos históricos de gran antigüedad, como cate-

drales e iglesias, y también yacimientos arqueológicos, como el de Baelo Claudia, en Cádiz, en los que todavía hay huellas de que sufrieron algún terremoto, aunque no conste en sus archivos. «La arqueología nos ofrece una ventana temporal grande, y nos ayuda a conservar el patrimonio histórico», argumenta Rodríguez Pascua, geólogo del IGME.

Sin bolas de cristal

Precisamente, el conocimiento previo de cómo fueron los movimientos sísmicos en Lorca en el pasado ayudó a reforzar y estabilizar algunos de sus edificios más emblemáticos de modo que apenas sufrieron daños estructurales, aunque otros, como la iglesia de Santiago, colapsaron con el terremoto.

A finales de septiembre la ciudad murciana fue elegida como sede de unas jornadas del Instituto de Patrimonio Cultural de España en cuyas conclusiones los expertos señalaban que, pese a ello, hay que revisar las normativas actuales de sismorresistencia de la construcción, que comenzaron a aplicarse en 1968. Desde entonces, han ido cambiando a medida que se modificaba la cartografía de las áreas de riesgo.

Para los que trabajan en esta complicada tarea de la prevención, «no hay una bola de cristal en el caso de los terremotos, sino solamente mucho trabajo», y aseguran que queda mucho por estudiar, pero escasean los medios, no el interés de los profesionales. «El terremoto de Lorca no fue una sorpresa porque allí hay una falla. También en Galicia se han registrado seísmos de poca magnitud en los últimos decenios», explica Rodríguez Pascua.

José Jesús Martínez Díaz, natural de Lorca y profesor de Geología en la Universidad Complutense de Madrid, es miembro del Grupo de Tectónica Activa. Martínez Díaz, como su colega del

IGME, es de los que creen que no se puede bajar la guardia, aunque nos falte la memoria histórica, y que el mapa de peligrosidad del IGN está incompleto y debería incluir datos geológicos. «Olvidar las catástrofes es un mecanismo de supervivencia, y eso es humano, pero sí que deberían estar bien registradas en las normativas. Por ello, los geólogos insistimos en que hay fallas activas para las que no sirve tener sísmógrafos, sino que hay que organizar muchos grupos para trabajar en el campo, formar a muchos investigadores», señala.

Como experto, no duda de que algún día el ser humano pueda ser capaz de predecir, con datos científicos, el lugar y la fecha de un terremoto. «Ya hemos detectado que antes de que se produce un seísmo hay cambios en los acuíferos, en la presión de los fluidos y en la temperatura, pero también es cierto que no siempre ocurren y que no comprendemos aún el mecanismo», apunta.

Mientras ese día no llegue, su fijación también son las fallas activas. «Ya hay registradas más de 150 en todo el territorio. Los sistemas volcánicos, como los de El Hierro, son mucho más predecibles que los peninsulares, pero esta es una investigación básica que es fundamental, aunque no se valore», se queja el investigador.

Controles de la normativa

El otro campo de batalla es el de la construcción de edificios y obras que sean seguras, objetivo último de su labor. Desde 1968, en España existen normativas, que se actualizan con periodicidad, pero nadie sabe con absoluta certeza cómo se organiza el control y las inspecciones por parte de las administraciones responsables.

Martínez Díaz recuerda que uno de los más mortíferos seísmos en Espa-

ña tuvo lugar en 1800 en Torrevieja, con cientos de muertos. Hoy es un municipio que ha crecido a lo ancho y largo de la costa levantina con mucho descontrol. «La normativa sismorresistente implica que se utilice un tipo de hormigón flexible, con varillas de acero, para evitar que colapsen las vigas en caso de seísmo, pero también es preciso controlar elementos como cornisas y otras decoraciones ornamentales, que causaron las víctimas en Lorca», recuerda el profesor.

En los gabinetes municipales consultados se limitan a señalar que «se cumple la normativa vigente», pero los científicos están convencidos de que el control «deja mucho que desear» porque, entre otras cosas, en muchos ayuntamientos no hay técnicos que conozcan el Real Decreto sobre construcción sismorresistente, del año 2002.

José Chacón, catedrático de Ingeniería del Terreno, en la Universidad de Granada, es uno de los que tienen serias dudas de su cumplimiento: «Pregunte en los ayuntamientos si hacen estudios de la sismicidad de los terrenos donde se levantará una torre, pregunte si conocen los requisitos», responde al ser requerida su opinión.

En un artículo científico publicado a finales del año pasado en la revista científica *Geoevents, Heritage and the role of the igcy*, Chacón concluía que los riesgos derivados de la peligrosidad sísmica en la Cordillera Bética se incrementarán en el futuro porque se están recalificando terrenos rurales como urbanizables en una zona donde el riesgo es elevado. «La Cordillera Bética incluye fallas activas con un potencial sísmico evaluado, con solvencia contrastada, que establece la posibilidad real de que sucedan terremotos de magnitud superior a seis en cualquier momento. Sin embargo esta constatación no ha ido acompañada de actuaciones

suficientemente significativas a escala municipal que mejoren la resistencia de los edificios o la planificación de cambios de emplazamiento de la población afectada a edificios más resistentes. Se sigue construyendo con cimentaciones superficiales en zonas que podrían licuar bajo acciones sísmicas severas sin que se revisen tales aspectos técnicos o se analicen sus consecuencias», concluye.

El catedrático, además, pone algunos ejemplos: un terremoto de 6,5 en la escala Richter en Granada, debido a la falta de control en muchas de sus construcciones, causaría de 1.000 a 5.000 muertos, y entre 8.000 y 30.000 heridos.

Desacuerdo en la Red

Pese a ello, desde la Red Sísmica Nacional no tienen claro que en el nuevo mapa se tengan que incluir todas las áreas con fallas activas. Emilio Carreño reconoce que no se ha llegado a un consenso científico: «Los geólogos están empeñados en que incorporemos todas, pero este mapa de peligrosidad se hace para periodos de retorno que no superen los 500 años, así que no tiene sentido incluir zonas donde no ha habido ningún movimiento en 10.000 años», argumenta.

El director de la Red, no obstante, sí cree que es preciso saber dónde se encuentran para evitar construir edificaciones de alto riesgo. «En ese caso sí que es necesario tener una normativa específica, pero en un contexto general aún no hay consenso. Incluiremos algunas de las fallas activas que han identificado, pero no todas. Y en todo el mundo se hace así», insiste Carreño.

Aún con el tema abierto, el director de la Red confía en tener a finales de febrero un proyecto avanzado. «En España no tenemos fácil prevenir los movimientos, aunque estamos en ello». ©

› María del Vigo Fernández,
Área de Comunicación
del CSN

La transmutación: ¿el futuro de la gestión del combustible irradiado?

La gestión del combustible gastado es uno de los mayores retos asociados a la energía nuclear. Actualmente se generan en el mundo unas 11.500 toneladas de combustible irradiado al año, de las cuales un tercio es reprocesada, lo que implica que cada 12 meses el combustible gastado que se almacena sin reprocesar aumenta en unas 8.000 toneladas.

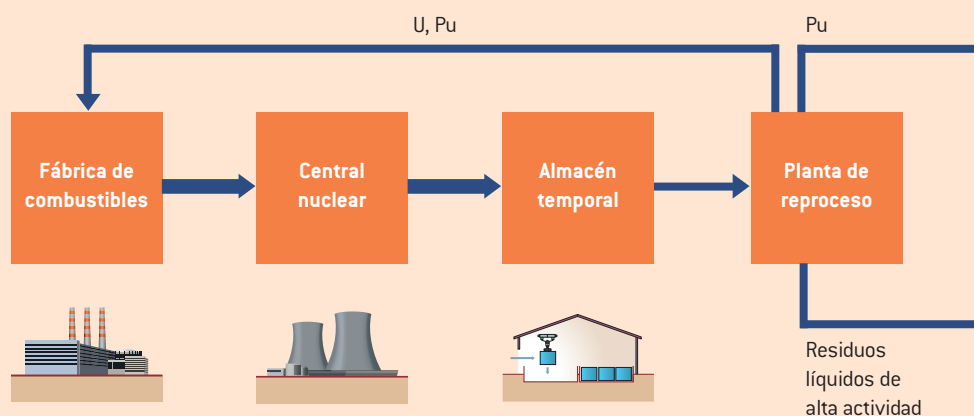
Grupos de expertos en ingeniería nuclear, principalmente en Francia, Japón, Rusia y Estados Unidos, investigan desde hace décadas para dar con la tecnología que convierta en realidad la transmutación a nivel industrial. Se trata de una tecnología que permitiría, por un lado, transformar los residuos radiactivos de alta actividad y vida media muy larga en nuevos núcleos atómicos de más rápida desintegración y menor toxicidad y, por otro, reducir su volumen de manera muy significativa. Además, el

propio proceso de transmutación podría producir hasta un 30% más de energía. Esta conversión de un isótopo en otro se lleva a cabo bombardeando el átomo con un haz de neutrones de alta intensidad para provocar una transformación del núcleo y la consecuente liberación de energía.

La tecnología necesaria para llevar a cabo la transmutación, aún en proceso de investigación y desarrollo, se baraja desde hace años como posible solución a la problemática derivada del tratamiento no sólo del combustible gastado de las centrales nucleares, sino también del armamento nuclear. Según la comunidad científica, debería estar totalmente disponible en el año 2040.

El combustible gastado de las centrales nucleares está compuesto por distintos isótopos: uranio (94,7%), productos de fisión (4,1%), plutonio (1,1%) y actínidos minoritarios —neptunio, americio

Ciclo cerrado avanzado



y curio (0,1%)—, sustancias que combinan un alto nivel de radiotoxicidad con un largo tiempo de vida^[*]. Estos isótopos tienen periodos de actividad muy diferentes, por lo que el primer paso del tratamiento de los residuos consiste precisamente en separar unos elementos de otros mediante operaciones químicas y metalúrgicas.

El uranio y el plutonio extraídos del combustible irradiado son materiales nucleares que siguen teniendo aplicación energética, un factor que ha impulsado considerablemente las investigaciones y ha hecho que la tecnología para separarlos (PUREX) esté a día de hoy totalmente desarrollada y comercializada. Sin embargo, la separación de algunos actínidos menores y de los productos de fisión está aún en fase de investigación, principalmente porque presenta mayores dificultades: con el empleo de métodos acuosos los isótopos tienen cargas electrónicas muy similares, por lo que se separan en grupos, y los métodos no acuosos producen corrosión.

Tras la fase de la separación, los radionucleidos se convertirían en nuevos elementos combustibles que podrían ser utilizados en reactores rápidos de cuarta generación o en sistemas subcríticos accionados por acelerador (ADS), en los que serían irradiados con haces de neu-

trones de alta energía obtenidos a través de reacciones de espalación de protones contra núcleos pesados (como el plomo, por ejemplo). El tipo de isótopos resultantes de esta maniobra tendría un periodo de semidesintegración (tiempo que necesita un isótopo para reducir su actividad a la mitad) de unos 300 años, con lo que su gestión sería considerablemente más sencilla. En realidad, la transmutación consiste, simplemente, en acelerar el proceso natural de decaimiento de los isótopos. Todos los isótopos radiactivos van transformándose con el tiempo y emitiendo, al hacerlo, radiación. La cadena de desintegración es el conjunto de radioisótopos que se generan en este proceso, en el que un isótopo radiactivo decae en otro, y así sucesivamente, de forma que se va reduciendo gradualmente la actividad del mismo, hasta que se convierte en un elemento estable. Ahora bien, el tiempo que tarda un isótopo en desintegrarse varía en función del elemento del que se trate, y puede oscilar entre unas milésimas de segundo y varios millones de años.

Las investigaciones sobre la transmutación se remontan al desarrollo de la energía nuclear, en los años 50, pero han sufrido altibajos a lo largo de la historia debido a la falta de consenso internacio-

nal sobre sus beneficios. Sin embargo, a finales de la década de los 80, con las dificultades asociadas a la implantación de los almacenamientos geológicos profundos, la idea de la transmutación resurgió como opción complementaria, y las investigaciones cobraron fuerza en los 90.

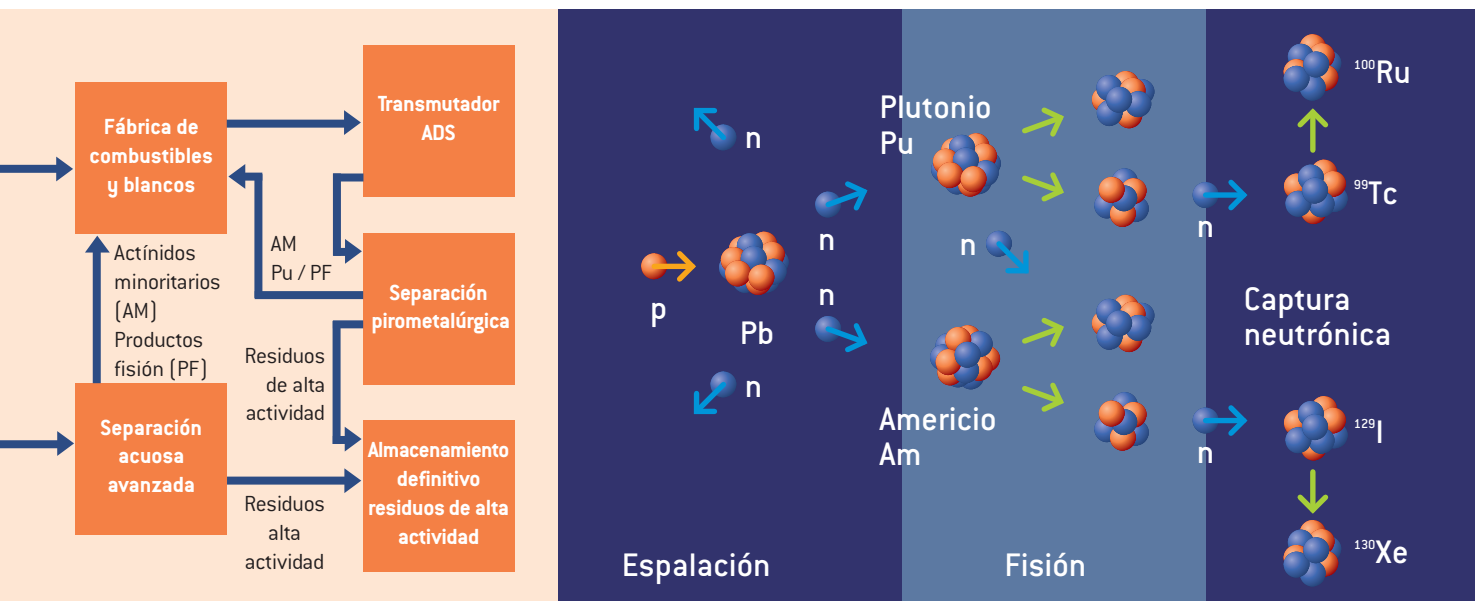
Actualmente, los desafíos para la I+D en este campo se pueden resumir en tres vías de investigación:

— Encontrar el mecanismo más adecuado para generar el flujo neutrónico de espectro rápido necesario para la transmutación, ya que se barajan diversas posibilidades tanto de reactores como de sistemas ADS.

— La búsqueda de materiales nucleares adecuados para fabricar un combustible que demuestre las condiciones óptimas para la irradiación.

— La mejora y simplificación de las tecnologías de reproceso y separación, de cara a reducir el tamaño de los equipos, aumentar la resistencia a la corrosión y la separación de los actínidos minoritarios. 

[*] Estos valores corresponden a un combustible irradiado con un enriquecimiento inicial del 3,5% en U-235 y un grado de quemado de 40.000 MWd/tU.



› Ignacio F. Bayo
Periodista científico,
director de Divulga

María Neira González (La Felguera, Asturias, 1962) se licenció en Medicina y Cirugía por la Universidad de Oviedo, y más tarde se especializó, en diferentes universidades francesas, en Endocrinología y enfermedades metabólicas, en Nutrición y en Salud pública, completando su formación con un diploma en Gestión de Emergencias y Crisis en Suiza. Entre 1987 y 1989 trabajó en Médicos Sin Fronteras como coordinadora médica en El Salvador y Honduras. Después ejerció en África, primero en Ruanda, como asesora médica del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo; y luego en Mozambique, como asesora en Salud Pública del Ministerio de Sanidad. En 1993 se incorporó a la Organización Mundial de la Salud como coordinadora del Grupo Especial Mundial de Lucha Contra el Cólera y, más tarde, como directora del Programa de Control, Prevención y Erradicación de Enfermedades Transmisibles. En el año 2002 fue nombrada directora de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y tres años después regresó a la OMS como directora del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente, cargo que sigue ejerciendo en la actualidad. Ha recibido, entre otras distinciones, la medalla de la Orden del Mérito Nacional francesa y el nombramiento de miembro de la Academia de Medicina de Asturias.

“Todavía en muchos países el tener un niño, que es dar vida, es una causa de muerte”

Legó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) hace 19 años y durante este tiempo ha visto pasar ya a cuatro directores generales. Durante los últimos años el cargo está en manos de la doctora Margaret Chan, que acaba de ser elegida para un segundo mandato de cinco años y de la cual ella es una de sus colaboradoras principales. Pero para María Neira, lo importante no son las personas que en un momento determinado asumen la responsabilidad de su gestión sino la propia institución, de quien dice: “Es algo muy sólido e intemporal; una idea, una filosofía, una misión, que es servir a la salud pública mundial”. Por eso considera que aunque a veces haya estado en el centro de la polémica, la OMS conserva casi intacta una reputación forjada a lo largo de 65 años de historia.

PREGUNTA: *Qué papel juega la OMS en el mundo actual?*

RESPUESTA: Yo creo que tenemos cuatro aspectos fundamentales en los que existe un gran consenso en todo el mundo. El primero es proporcionar la opinión científica más creíble, fundamentada y neutra en temas de salud. La segunda es el poder de convocatoria que tiene, gracias al cual podemos reunir a los mejores expertos del mundo en cada tema y sabes que van a responder y a ofrecerte su colaboración, desde el punto de vista científico, académico, clínico... esto es lo más bonito, el poder institucional que nos pro-

porciona y que bien usado es muy útil. En tercer lugar, definir las prioridades de investigación, ya que todas son interesantes y hay que dar prioridad a ciertos temas y líneas de investigación, asegurarnos de coordinar esa investigación y servir de plataforma para canalizar y compartir esa información. Y en cuarto lugar la función de monitoreo, evaluación y asistencia técnica a los países que lo necesitan.

P: *Después de casi 20 años en la OMS, ¿cómo ve el trabajo que lleva a cabo?*

R: Sigue teniendo para mí la misma motivación, la misma pasión y el hormigueo especial de la gente convencida de lo que hace. Tienes el privilegio de estar participando en algo muy especial. No producimos coches ni máquinas, pero pensamos que lo que hacemos tiene una influencia en el bienestar de las personas y eso es lo que nos estimula y motiva.

P: *Pero también debe tener un alto grado de frustración por todo lo que no se consigue realizar, ¿no?*

R: La frustración creo que es un sentimiento que a cierta dosis no deberíamos abandonar nunca; es un ingrediente importante de tu trabajo diario, porque si no llegaríamos a una autossatisfacción poco positiva. Yo sigo estando profundamente insatisfecha cada vez que viajo a África y otras zonas, incluso a países emergentes, donde veo que hay un desarrollo económico fantástico, que a veces no se acompaña de algo tan básico como unos estándares



de salud ocupacional y protección en el trabajo. Hay cierta tendencia a creer que con el desarrollo económico automáticamente llega la salud y a veces sí, pero no es algo automático y suelen persistir desigualdades enormes. China, por ejemplo, está creciendo mucho pero sigue siendo uno de los países con dificultades para cumplir uno de los objetivos del milenio que es el saneamiento; una gran parte de la población tiene dificultades para acceder a cuestiones básicas de saneamiento, agua potable etc. Y lo mismo ocurre en Brasil, en India... países con un gran crecimiento que no se acompañan de mayor salud y protección social.

P: *¿Cuáles son los grandes retos de la salud pública mundial para los próximos años?*

R: Ahora mismo quizás el mayor reto, y el que mayor coste va a suponer para los países desarrollados, es el que tiene que ver con nuestro estilo de vida y con nuestro bienestar. Es lo que se denominan enfermedades crónicas no transmisibles, como diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia y cáncer, que están asociadas al consumo desmesurado de alimentos y el sedentarismo. Otro gran reto es el problema del envejecimiento de la población, con el aumento de las enfermedades degenerativas que conlleva. Son nuestros grandes retos, no solo porque generan enfermedad y muerte sino también porque son crónicas y suponen un gasto que también va a ser muy difícil de sostener. Tenemos los desafíos de siempre relacionados con la falta de agua y de

“Tenemos en marcha un trabajo sobre los análisis y estudios que hay que hacer en Fukushima para los próximos 15 o 20 años”

PREGUNTA: En el caso de accidentes nucleares como los de Chernóbil y Fukushima, ¿han hecho o están haciendo estudios epidemiológicos?

RESPUESTA: Sí. Ese es nuestro papel. Hacer primero una evaluación del riesgo potencial para la salud y en ese caso qué medidas hay que tomar inmediatas. Nosotros en el caso de Fukushima pedimos la evacuación inmediata en un radio de 20 kilómetros en torno a la central, dijimos qué tipos de medidas profilácticas había que tomar: sacar a la gente que pudiera estar en zona de riesgo, administrar pastillas de yodo y evitar la comercialización de los alimentos de esa zona. Y esas medidas se tomaron inmediatamente. Ahora estamos poniendo en marcha un trabajo que nos permitirá hacer recomendaciones sobre qué tipo de análisis y de estudios hay que hacer en Fukushima para los próximos 15 o 20 años.

P: ¿Qué resultados se han obtenido en el caso de Chernóbil, tras 25 años desde el accidente?

R: Los resultados se ofrecieron a los 20 años. Fue una gran revisión, con centenares de expertos y con unos resultados concretos. Obviamente cuando pones un estudio epidemiológico en marcha tienes que definir antes los criterios y circunstancias. En este caso, dado que en la Unión Soviética había una gran falta de transparencia y de comunicación, mucha de la información que se debería haber recogido durante las semanas que siguieron al accidente se perdió. No obstante, los registros de cánceres que hicimos en las zonas afectadas concuerdan con los datos de otras de características similares y pudimos ver si había un aumento del número de cánceres sobre lo esperado.

P: Los datos de casos de cáncer y mortalidad que ofreció la OMS eran inferiores a los que aportaron algunas organizaciones no gubernamentales.

R: Bueno, nosotros hicimos el estudio con ciertas condiciones. Es muy preciso y muy riguroso. Obviamente otras organizaciones no tienen por qué seguir esos criterios y se pueden basar más en la observación o en otras fuentes. Nuestros resultados concuerdan perfectamente con los que hizo después la agencia de investigación global del cáncer y otros estudios y se basan en la literatura de todo lo que se ha publicado en esos 20 años. 

saneamiento y la mortalidad materno-infantil en países pobres, donde las enfermedades transmisibles siguen siendo el principal problema. Y otro gran desafío para los países ricos y, sobre todo, para esos que están creciendo muy rápido, es la contaminación ambiental y las enfermedades que causa. Es un riesgo que nos está afectando a todos.

P: Las enfermedades crónicas no transmisibles son características de los países del primer mundo pero empiezan a afectar a los demás, ¿no es cierto?

R: Totalmente, porque además no se requiere ni una generación para ver sus efectos. En cuanto un africano

empieza a mejorar su nivel de vida, y ni siquiera de forma sustancial, uno de los primeros efectos secundarios es sedentarismo y obesidad, con lo cual estamos viendo una transición epidemiológica en países que tradicionalmente no tenían obesidad ni estas

enfermedades relacionadas. Va a haber una carga dual de enfermedad en estos países en desarrollo.

P: Es decir, van a sufrir a la vez enfermedades de ricos y de pobres.

R: Exactamente, porque hay una gran desigualdad. Y además está el problema de la urbanización. En el año 2020 más de la mitad de la población mundial vivirá en ciudades o en zonas periféricas a la ciudad, atraídos por unos servicios que creen que son mejores, y la realidad es que se forman grandes zonas de favelas alrededor de esos núcleos urbanos. Esto va a representar también un gran desafío para la salud pública.

P: En enfermedades infecciosas la OMS ha conseguido algunos éxitos importantes, principalmente la erradicación de la viruela. ¿Qué nuevos retos se plantean?

R: Los de las enfermedades infecciosas son tal vez los más visibles. Ahora mismo el reto es la erradicación de la polio, porque aún queda un pequeño grupo de países en los que no estamos avanzan-

Ahora mismo el reto es la erradicación de la polio y empezamos a vislumbrar el final del túnel en la malaria

do por razones de guerra, inestabilidad política e incluso cuestiones religiosas. Pero además de la polio empezamos a vislumbrar el final del túnel en la malaria; y tenemos que ser muy agresivos también en la disminución de la mortalidad materno-infantil. Todavía en muchos países el tener un niño, que es dar vida, es una causa de muerte.

P: *La ciencia está abriendo nuevas líneas de investigación en campos como la genética, la inmunología y las células madre. ¿Cree que darán los frutos que prometen?*

R: Desde luego no hay que abandonar ninguna de ellas. La OMS intenta agilizar esas investigaciones, facilitar el intercambio entre las comunidades científicas y orientar sobre qué líneas de investigación tienen que ser las prioritarias para que el impacto sea el adecuado, porque, como en un dominó, según la ficha que muevas puedes hacer caer 100 fichas o 300, y nuestra idea es encontrar aquella ficha que en cuanto la toques produzca un efecto cascada muy grande. Todas las líneas son recomendadas, aunque conviene recordar que mucha parte de la investigación se dirige a conseguir mayores beneficios económicos. La investigación médica está avanzando mucho en temas de estética, por ejemplo, porque ahí es donde hay mercado. Ahora mismo, el 90% de los recursos de investigación se dedican a problemas que afectan a países muy ricos pero que representan menos del 10% de los problemas de salud pública global, mientras que para otros problemas más importantes no hay fondos porque no hay mercado después.

P: *En la trayectoria de la OMS ha habido momentos en que ha sido puesta en cuestión, por asuntos como la gripe aviar y la gripe A. ¿Hubo un exceso de alarmismo por parte de la OMS en sus recomendaciones?*

R: Yo creo que se ha producido una pequeña rotura en ese caparazón que hasta hace poco teníamos, en el que nuestra credibilidad estaba totalmente intacta. Es un pequeño resquebrajamiento que se produce con ambas gripes, efectivamente, por primera vez en los 65 años de vida que tiene la OMS. Yo creo que lo fundamental de esa trayectoria tiene que ver con millones de vidas salvadas, con el acceso a medicamentos, a agua potable, a vacunas, a nuevas formas de diagnóstico y tratamiento, con la erradicación de enfermedades, con la ayuda a los países que lo han necesitado etcétera. La gente no sabe lo que

hace la OMS, ese trabajo silencioso donde se define qué tipo de insecticida hay que utilizar, qué tratamiento profiláctico hay que tomar, etcétera. En el caso de la gripe, ya sabemos que una alerta global no va a generar nunca consenso, ya que las posibilidades científicas de acertar no son tan claras como cuando se trabaja en otro tipo de enfermedades. En este caso había que asumir un riesgo y la directora general lo asumió y eso nos expone a un interés mediático, global e instantáneo, que tradicionalmente no hemos tenido, y genera obviamente todo tipo de opiniones y es inevitable que haya divergencias. El problema hubiera sido que no hubiéramos emitido una alarma y hubiese habido una pandemia.

P: *¿Pero no ha habido un problema de comunicación en estos casos?*

R: Está claro que en salud pública a veces no se trata tanto de gestionar la crisis como de acertar con la comunicación del riesgo. Se le explica a alguien que el tabaco está demostrado que mata y sin embargo la gente no reacciona o no en la forma que quisiéramos, y sin embargo se escandaliza cuando se encuentra una sustancia potencialmente cancerígena en un producto que consume, aunque el riesgo solo exista cuando se encuentra en cantidades gigantescas. La comunicación del riesgo efectivamente es uno de los desafíos, que requiere una capacidad no solo científica sino también social. En el caso de la gripe, lo que ocurrió es que por primera vez la OMS tuvo que comunicar global e instantáneamente, 24 horas al día, y no solo a los ministros de Salud con los que hablamos habitualmente o los investigadores o los periodistas científicos, sino al mismo tiempo a la persona de la calle, el político, el economista y la población general. Eso es un reto y no puede generar consenso total.

P: *Hubo otro tema controvertido el año pasado, que fue la inclusión de los teléfonos móviles en la lista de productos potencialmente cancerígenos.*

R: Ahí no hubo ningún error de la OMS, lo que pasa es que una cosa es comunicar a la comunidad científica, que entiende perfectamente esa clasificación de sustancias carcinogénicas que tenemos y lo que significa “posible carcinogénico”, y



El 90% de la investigación se dedica a problemas de ricos, que suponen menos del 10% de los problemas de salud pública mundial





otra comunicar eso mismo a la población general, que le da una interpretación completamente distinta. La Agencia de Investigación sobre el Cáncer, la IARC, que depende de la OMS y se dedica solo al cáncer, anunció de forma muy transparente lo que ese comité científico había decidido, clasificando a los teléfonos móviles como posible carcinogénico, lo que significa que cuando se hagan investigaciones sobre las causas de cáncer se incluyan, para ver si se encuentra algo o no. Eso la comunidad científica lo entiende, pero comunicárselo así a la población general, efectivamente genera alarma. Creo que en 24 horas se aclaró y quedó todo explicado, pero quizás sea una consecuencia de ese cambio mediático que ha tenido la OMS y que ahora ocupa titulares cuando antes no los tenía. Ya me gustaría tener titulares todos los días y poder decir que el tabaco mata; nadie me iba a hacer mucho caso pero eso es así y es mucho más importante.

P: *¿Asume la OMS competencias en este campo de las radiaciones no ionizantes?*

R: Sobre todo las de dirigir la investigación. Poner encima de la mesa las preguntas para las que queremos respuesta y convocar a los expertos que nos las van a dar. Y luego traducirlas en respuestas de salud pública, para que la gente entienda lo que significa. Hay preguntas en este ámbito para las que la ciencia no tiene aún respuestas, no hay un hecho demostrado, un vínculo causa-efecto en aspectos como el uso del teléfono móvil y cáncer, pero obviamente el que no exista esa evidencia no quiere decir que no la pueda haber y tenemos que seguir buscando.

La OMS está muy al tanto de todos los estudios que se hacen en distintos países, sumamos todo eso, lo escrutamos de la manera más eficaz posible y vamos sacando conclusiones, pero de momento seguimos investigando.

P: *No solo son los móviles, son las líneas de alta tensión, los microondas, las antenas...*

R: Sí, lo ponemos todo en el mismo paquete. De momento no hay ninguna evidencia que demuestre la asociación causa-efecto en las ondas electromagnéticas no ionizantes. En el caso de las sustancias químicas hay muchas en las que sabemos que hay efecto carcinogénico y nos gustaría poder alertar un poco más.

P: *En este aspecto, ¿colaboran con la normativa europea Reach sobre efectos de sustancias químicas?*

R: La OMS puede dar normas y guías pero no tenemos capacidad legislativa excepto para el tabaco, porque los países adaptaron el acuerdo marco para que pudiéramos emitir medidas legales,

pero Reach es un ejemplo de cómo afrontar un problema así en Europa. Lo que hacemos es promover la investigación para que se vea qué tipo de sustancias están asociadas con qué tipo de problemas y enfermedades e intentar poner medidas de salud pública, independientemente de lo que la industria privada haga por su cuenta para reducir el riesgo de que una sustancia de ese tipo entre en el mercado.

P: *Donde sí tienen un cometido claro es en el ámbito del uso de radiaciones ionizantes en medicina.*

R: La agencia de la ONU que se ocupa de la energía atómica y nuclear es el OIEA, nosotros nos ocupamos de la relación radiación y salud, de cómo afecta la radiación a la salud, tanto en beneficios como en riesgos, porque tiene un papel en el sistema sanitario para diagnosticar y tratar enfermedades y queremos que el uso de esas radiaciones sea apropiado, medido, estudiado... De momento sabemos que hay mayor beneficio que riesgo pero obviamente queremos que los profesionales de la salud usen la radioterapia de forma equilibrada y apropiada para no invertir la relación riesgo/beneficio. En caso de que se produzca algún accidente con radiaciones ionizantes, la OMS tiene el papel de saber cómo puede afectar a la salud de las personas y asegurarse de que se toman las medidas adecuadas. También hacemos normativas para que haya una protección adecuada tanto de las personas que trabajan con la radiación como de los pacientes, para que reciban el tipo de tratamiento adecuado, y en fin toda la normativa y los estándares básicos que se tienen que emplear como referencia.

P: *¿Y se están empleando adecuadamente las radiaciones en medicina, al menos en el mundo occidental?*

R: Bueno, todavía de vez en cuando tenemos algún tipo de incidente, afortunadamente muy aislado. Hubo uno recientemente en Francia, donde por un error se estaban suministrando dosis más altas. Y a veces hay un uso excesivo del diagnóstico con radiación ionizante, que a lo mejor se podría sustituir por otros mecanismos. Queremos efectivamente que sirva, y sirve mucho, y utilizarlo lo mejor posible porque el potencial es muy bueno, pero que sea en beneficio del paciente y protegiendo al profesional que lo usa. En este sentido tenemos una inicia-

tiva global que hemos lanzado hace un par de años para el uso estratégico de las radiaciones ionizantes en los centros médicos y que los pacientes estén informados, que los profesionales estén informados y que haya un uso racional y sabio de algo tan útil.

P: *Un ejemplo concreto que ha sido objeto de polémica son las mamografías, que hay quienes aconsejan hacérsela anualmente y otros dicen que cada dos años por los riesgos que lleva asociados. ¿Hay algún criterio emitido por la OMS?*

R: La OMS no quiere pronunciarse en todo. A nivel nacional cada país emite sus propias normas de acuerdo con la evidencia científica que nosotros damos y que ellos adaptan. Siempre en cuestiones de salud pública hay que jugar con ese equilibrio riesgo-beneficio en la balanza, pero no es una relación universal. Yo dejaría la decisión a los profesionales de la medicina de cada Estado, de acuerdo con las capacidades y posibilidades que tengan y la epidemiología de ese país. Hay que poner muchos factores sobre la mesa para tomar la mejor decisión posible, que no tiene por qué ser idéntica en todos los países.

P: *Incluidos factores económicos.*

R: Incluidos, claro. En países donde el presupuesto para medicina preventiva sea menor habrá que dar prioridad a aquellas intervenciones que tengan mayor beneficio a nivel de población general y no a nivel individual.

P: *¿Considera que sería interesante una colaboración más estrecha entre el CSN y la OMS?*

R: Yo estaría encantada de que hubiera esa colaboración, primero porque el Consejo tiene muy buena reputación a nivel internacional, y eso es importante para nosotros, ya que nuestro ámbito es global más que nacional. Nos gustaría que participaran en proyectos de formación, para que nos ayudaran en la ejecución de ese plan global que tenemos para el uso adecuado de radiaciones ionizantes en medicina y nos gustaría poder contar con la experiencia que tiene su cuerpo técnico, para que participen en los grupos de expertos que convoca la OMS, y que nos ayudaran a definir mejores estándares y recomendaciones. 



Hemos lanzado hace dos años una iniciativa global para el uso racional de las radiaciones ionizantes en medicina



Consejo de Seguridad Nuclear

La localidad conquense de Villar de Cañas alojará el Almacén Temporal Centralizado



El Consejo de Ministros, en su reunión del 30 de diciembre de 2011, decidió instalar el Almacén Temporal Centralizado (ATC) para albergar los residuos nucleares de alta actividad, esencialmente el combustible irradiado procedente de las centrales nucleares españolas, en el municipio de Villar de Cañas (Cuenca). El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), como organismo regulador competente en seguridad nuclear y protección radiológica, llevará a cabo el proceso de licenciamiento de esta instalación nuclear, de acuerdo con el artículo 12 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Dicho proceso se iniciará con la recepción de la documentación preceptiva presentada por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), encargada de la construcción y gestión del ATC, ante el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, quien a su vez la remitirá al CSN para su estudio, análisis y la emisión de su informe correspondiente dentro de los plazos que se establezcan.

El Consejo de Seguridad Nuclear aprobó, el 28 de junio de 2006, a solicitud de Enresa, el diseño genérico de una instalación de estas características, que puede ser consultado en la página web del Consejo, basado en el modelo construido en Holanda (Habog). Numerosos países con centrales nucleares han elegido soluciones temporales para la gestión centralizada de sus residuos de alta actividad, existiendo en la actualidad, además de en Holanda, almacenes de este tipo en otros ocho países: Japón (Rokkasho); Francia (La Hague y Cascad); Suiza (Zwilag); Suecia (Clab); Bélgica (Dessel); Alemania (Ahaus y Gorleben); Reino Unido (Sellafield) y Rusia (Mayak y Krasnoyarsk).

Dentro de la normativa internacional que se puede aplicar al diseño de una instalación similar al Almacén Temporal Centralizado, cabe destacar la Directiva de la UE 2011/70/EURATOM, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear

gastado y de los residuos radiactivos, publicada en el DOUE del 2 de agosto de 2011. Es de aplicación también la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Residuos Radiactivos (1997), ratificada por España en 2001. Además, existen normativas de carácter recomendatorio, como las guías del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), los niveles de referencia para el almacenamiento temporal de residuos radiactivos y de com-

bustible irradiado, elaborados en base a documentos del OIEA y de la Asociación de Organismos Reguladores Nucleares de Europa Occidental. Por último, existen normativas de carácter orientativo, como la de la Nuclear Regulatory Commission estadounidense (NRC), que incluye específicamente los requisitos de licenciamiento, guía reguladora y guía de evaluación; y los principios básicos de protección a la radiactividad establecidos como criterios básicos por las autoridades holandesas en Habog.

El consejero Antoni Gurguí inaugura la jornada "Gestión del riesgo nuclear: lecciones de Fukushima"

El pasado 19 de octubre, el consejero del CSN Antoni Gurguí participó en la sesión inaugural de la jornada "Gestión del riesgo nuclear: lecciones de Fukushima", organizada por la Dirección General de Protección Civil y de Emergencias.

El objetivo de estas jornadas era analizar la situación actual de la gestión del riesgo en España tras el accidente ocurrido en la central japonesa. En el evento se dieron cita especialistas en seguridad nuclear, representantes de la Administración Pública, personal de los servicios implicados en los planes de emergencia nuclear, miembros de cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado e integrantes de organizaciones no gubernamentales.

En su intervención, el consejero destacó la colaboración que lleva a cabo el Consejo con el resto de organismos reguladores de la Unión Europea. También señaló que el gran reto después de Fukushima no es tanto la gestión de un accidente nuclear, como la gestión de éste en un entorno devastado, como era el que rodeaba a la central de Fukushima después del terremoto y el posterior *tsunami*. Por último, reconoció la labor de las personas que llevan a cabo las labores de protección civil, no solo en ca-



sos tan graves y extremos, sino también en otros más cotidianos y habituales, como un incendio.

Durante dos días, los asistentes debatieron sobre la necesidad de introducir cambios en la gestión del riesgo nuclear, la normativa legal, las condiciones de seguridad del parque nuclear español, los planes de emergencia exterior, la organización y los medios humanos, la atención sanitaria en caso de emergencia y el papel de los medios de comunicación en la información al público.

Comités de Información

Los Comités de Información son reuniones convocadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para informar a los alcaldes, representantes y ciudadanos de los municipios de las zonas donde se encuentren los emplazamientos nucleares, del desarrollo de las actividades relacionadas con esas instalaciones. Preside estas reuniones el subdirector de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Javier Arana, y en ellas intervienen representantes de las instalaciones y del Consejo de Seguridad Nuclear.

Durante los últimos meses se han celebrado Comités de Información en la central nuclear de Ascó, el 26 de octubre, y en la central de Vandellós, el 27 de octubre.

Simulacros

Para el entrenamiento y mejora de la respuesta ante emergencias nucleares y radiológicas, todas las instalaciones nucleares y del ciclo del combustible realizan una vez al año un simulacro en condiciones desconocidas para los actuantes, incluidos los miembros del Consejo de Seguridad Nuclear, que participa activando la Organización de Respuesta ante Emergencias y su Sala de Emergencias. En los últimos meses se han llevado a cabo simulacros en la central nuclear Ascó II, el 27 de octubre, en la central nuclear de Santa María de Garoña, el 17 de noviembre, y en la central nuclear de Almaraz, el 1 de diciembre.

La consejera Rosario Velasco encabeza en Washington el taller sobre las misiones IRRS

La consejera del CSN, Rosario Velasco encabezó la delegación española que participó el pasado 28 de octubre en Washington en un taller sobre las lecciones extraídas de las misiones denominadas Servicio de Revisión Integrada del Sistema Regulador (IRRS en sus siglas en inglés), organizadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

La delegación española presentó los resultados de la misión IRRS que el OIEA realizó en España en 2008. Alfredo de los Reyes, asesor jefe de Relaciones Internacionales del Consejo, explicó los procedimientos de la misión, sus hallazgos, la misión de seguimiento que el equipo de revisión de la IRRS llevó a cabo a principios de 2011 y, sobre todo, las conclusiones del proceso de examen al que se sometió el país y las lecciones aprendidas de este proceso.

La delegación española destacó que, para el éxito de estas misiones, es clave el compromiso de los gobiernos para seguir sus recomendaciones, la franqueza y transparencia de los organismos reguladores, la autoevaluación de estos



organismos durante la preparación previa a la misión, la implicación del personal y el intercambio de información entre expertos del organismo regulador del país en cuestión y de la misión internacional.

Entre sus conclusiones destaca la petición de revisar las directrices derivadas de las misiones de cara a su inclusión en la normativa del OIEA, lo que implicaría la participación activa de los Estados miembros.

Antoni Gurguí, vicepresidente del plenario que supervisa las pruebas de resistencia a las centrales europeas

El consejero del CSN, Antoni Gurguí, fue elegido el pasado 9 de noviembre, por el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG), vicepresidente del grupo plenario para coordinar el proceso de análisis de las pruebas de resistencia de todas las centrales nucleares de la Unión Europea, proceso al que se han unido también Croacia, Suiza y Ucrania.

El francés Philippe Jamet presidirá el grupo, que se completa con el checo

Peter Krs como director del proyecto; Andreas Molin, austriaco, como representante de un país no nuclear, y Massimo Garribba, representante de la Comisión Europea, como secretario.

El plenario coordina los tres grupos temáticos, cuya función es analizar los informes elaborados por los reguladores europeos dividiéndolos en tres áreas transversales: sucesos iniciadores externos, pérdida de funciones de seguridad y gestión de accidentes severos.

Para este último grupo fue elegido Antonio Munuera, subdirector de Ingeniería del CSN, como coordinador adjunto. Los directores y adjuntos de las tres áreas transversales, a su vez, dirigen seis grupos que elaboran informes por países.

Tras el doble análisis, el transversal por áreas y el vertical por países, el plenario elaborará un informe final que será remitido a la Unión Europea. Está previsto que el proceso de revisión inter pares termine a finales del primer semestre de 2012.

El CSN participó en la presentación de las Normas Básicas de Seguridad Internacionales

Una delegación del CSN, encabezada por Carmen Martínez Ten, presidenta del Consejo, participó el pasado 25 de noviembre en la presentación de las Normas Básicas de Seguridad Internacionales (NBS), organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SERP) y que tuvo lugar en la sede del Ciemat.

El objetivo era dar a conocer a los profesionales del sector la nueva normativa aprobada en septiembre por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Los cambios introducidos quieren llevar al campo normativo las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Durante su discurso, Martínez Ten destacó la importancia de tener un marco regulador común en materia de protección radiológica entre todos los Estados miembros del OIEA: «El objetivo último al que todos aspiramos, y así lo

recogen las normas, es evitar la aparición de los efectos deterministas debidos a la radiación y reducir la probabilidad de que aparezcan efectos estocásticos hasta unos valores que sean aceptables para la sociedad».

Las modificaciones introducidas afectan principalmente a las áreas de exposición ocupacional, exposición del público, protección al paciente, situaciones de emergencia y protección del medio ambiente.

El CSN ha participado activamente en el proceso de elaboración de la nueva normativa, y ha estado representado en los dos comités técnicos del OIEA. Por un lado, Ignacio Amor, jefe del área de Servicios de Protección Radiológica, formó parte del Radiation Safety Committee, y, por otro, M^a Teresa Sanz, coordinadora técnica de Protección Radiológica del Público y Vigilancia Radiológica Ambiental, participó en el Waste Safety Standards.

Acuerdos de encomienda

El Consejo de Seguridad Nuclear mantiene acuerdos con algunas comunidades autónomas para la realización por parte de éstas de algunas de las funciones de vigilancia y control encomendadas al CSN, con el objetivo de optimizar su ejecución. Dichos acuerdos establecen la creación de comisiones mixtas de control del desarrollo de cada uno de los acuerdos, que se reúne al menos una vez al año.

El pasado 25 de octubre se celebró la reunión anual con los inspectores de las comunidades autónomas con encomienda de funciones: Asturias, Canarias, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia, Islas Baleares, Murcia, Navarra y País Vasco.



La XXI Cumbre Iberoamericana reconoce el trabajo del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

Los jefes de Estado iberoamericanos reunidos en Asunción (Paraguay) los pasados 28 y 29 de octubre, con motivo de la XXI Cumbre Iberoamericana, dedicaron el punto 51 de la llamada Declaración de Asunción a reconocer el trabajo del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares, al que el CSN pertenece “a favor de la seguridad nuclear, radiológica y física en las áreas de las aplicaciones médicas, del marco regulador, de la seguridad de las centrales y del control de fuentes radiactivas”.



El CSN se reunió con las Sociedades Españolas de Protección Radiológica y de Física Médica

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y la de Física Médica (SEFM) celebraron el pasado 4 de noviembre una reunión en el marco del Foro sobre protección radiológica en el ámbito sanitario, que busca mejorar la seguridad y eficacia en las instalaciones radiológicas sanitarias.

Manuel Rodríguez, subdirector de Protección Radiológica Operacional del CSN, presidió la reunión en la que participaron María Luisa España en representación de la SEPR y Natividad Ferrer en nombre de la SEFM.

En el encuentro se hizo un seguimiento de las actividades en curso, como

el protocolo para la vigilancia dosimétrica mediante dosimetría de área en los centros hospitalarios o la metodología para la dotación de recursos humanos y técnicos a los servicios de Protección Radiológica de esos centros. Se aprobó también un documento que establece los criterios de alta y las medidas de protección radiológica en los casos de tratamiento a pacientes con radiofármacos.

Como líneas de actuación, se acordó crear grupos de trabajo para analizar los riesgos en instalaciones de radioterapia y estimar las dosis recibidas por la población debidas a procedimientos de diagnóstico de medicina nuclear.

El CSN y las direcciones generales de la Policía y la Guardia Civil suscriben un protocolo de colaboración

La presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, y el director general de la Policía y la Guardia Civil, Francisco Javier Velázquez López, firmaron el pasado 18 de noviembre un protocolo técnico de colaboración en el ámbito TEDAX-NRBQ de la Comisaría Gene-

ral de Información del Cuerpo Nacional de Policía.

El acuerdo se enmarca dentro del convenio marco de colaboración que el CSN y el Ministerio del Interior suscribieron en octubre de 2007 en materia de protección y gestión de emergencias.

En concreto este protocolo alcanza cuatro áreas de cooperación: asesoramiento y apoyo técnico en intervenciones, intercambio de información y comunicaciones, cesión de uso de equipamiento radiométrico

y formación. El papel del CSN en estos acuerdos consiste en verificar y controlar la implantación práctica de las medidas de protección de las instalaciones, actividades y materiales radiológicos y nucleares.

Una delegación del CSN acude a la inauguración del Centro de Información de la central nuclear de Ascó



La presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, los consejeros Antonio Colino y Rosario Velasco y la directora técnica de Seguridad Nuclear, Isabel Mellado, estuvieron presentes en el acto de inauguración, el pasado 28 de noviembre, del Centro de Información de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós (ANAV), situado en la central nuclear de Ascó (Tarragona). Junto a ellos se encontraban el conseller d'Empresa i Ocupació de la Generalitat, F. Xavier de Mena; el director general de Energía y Minas, Josep Canós; y el subdirector de Minas, Francesc Sabio; Manuel Toharia, director del proyecto y del Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia; y José M. Grávalos, director general de ANAV.

Los invitados tuvieron la oportunidad de recorrer los módulos de este centro,

en los que se muestra el funcionamiento de esta instalación, acompañados por los representantes de la dirección de ANAV. Al día siguiente visitaron la central nuclear Vandellós II, donde pudieron ver la nueva zona de captación, el sistema de refrigeración de seguridad con agua dulce, así como la turbina y la sala de control.

Tras la visita a la central de Ascó y después de reunirse con el conseller F. Xavier Mena, la presidenta del CSN participó en un encuentro celebrado en el ayuntamiento de Ascó con los alcaldes pertenecientes a la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares (AMAC) y ubicados en la Zona I del Plan de Emergencia Nuclear de Tarragona (10 kilómetros alrededor de la central).

La Asociación Europea de Autoridades de Control Radiológico y la industria médica colaboran en labores de protección al paciente

La Asociación Europea de Autoridades de Control Radiológico (HERCA), de la que forma parte el CSN, y la Asociación Europea de Fabricantes de Equipos de Imagen Médica y Electro Médica (COCIR) firmaron el pasado 27 de enero un compromiso voluntario para aumentar la colaboración entre autoridades e industria con el fin de optimizar las dosis de radiación que reciben los pacientes en una tomografía.

A pesar de que se han reducido las emisiones de radiación de los aparatos en un 75%, la generalización en el uso de estas pruebas médicas ha producido un aumento en la exposición media de los pacientes. Por ello, a iniciativa de HERCA, los miembros de COCIR se comprometieron a disminuir las dosis de radiación recibida al someterse a una prueba que solo en Europa se realiza más de 60 millones de veces al año.

El CSN participa en los grupos de trabajo y en el Comité de Dirección de HERCA, formado por representantes de los 27 países de la UE además de la Comisión Europea. En la última reunión del Comité, que tuvo lugar el 8 de diciembre de 2011 en Berna, estuvieron presentes la consejera del CSN Rosario Velasco y Juan Carlos Lentijo, director técnico de Protección Radiológica.

La presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, participó en el Foro Global de Sostenibilidad



La presidenta del CSN, participó el pasado 20 de enero en la segunda jornada del Foro Global de Sostenibilidad organizado por Ernst & Young y la Secretaría General Iberoamericana. La sesión en la que intervino, “El papel de la energía nuclear en una economía baja en emisión de carbono. Impacto de la crisis de Fukushima”, contó también con la exministra de Asuntos Exteriores, Ana Palacio, como ponente principal.

La presidenta señaló en su intervención que el papel de la energía nuclear en un marco de sostenibilidad se basa en tres puntos fundamentales: la seguridad, la gestión de los residuos y la transparencia ante la opinión pública.

Sobre el primer punto, destacó que “la cooperación internacional y el intercambio de experiencias en este ámbito son una garantía de seguridad, ya que los países que utilizamos energía nuclear sometemos nuestro sistema regulador a los estándares internacionales”.

Al hablar de los residuos, aseguró que hoy en día contamos con experiencia suficiente a nivel mundial para garantizar su custodia segura.

Respecto a la implicación de la ciudadanía, Martínez Ten remarcó la importancia de transmitir a la opinión pública que «estamos ante una de las industrias, junto con la aeronáutica, más reguladas, tanto a nivel nacional como internacional».

El Gobierno anuncia la modificación de la orden que ponía fin a la explotación de Santa María de Garoña en 2013

El pasado 5 de enero, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo anunció la revocación de la Orden Ministerial de julio de 2009 que establecía el cese de explotación de Santa María de Garoña (Burgos) para julio de 2013.

Con el fin de llevar a cabo esa modificación, el ministerio solicitó al CSN que estudie la continuidad de la central más allá de esa fecha prevista. El ministerio requirió si, en opinión del Consejo, existe algún impedimento para modificar la Orden Ministerial emitida

en 2009. Asimismo, solicitó un informe sobre los límites y condiciones que serían oportunos en caso de modificar dicha orden, para que se renueve la explotación por un nuevo periodo de seis años. Por último, ha pedido al Consejo información sobre la documentación que debería acompañar a las solicitudes de autorización para la explotación de la central y la antelación con que estas deban ser presentadas ante el ministerio para su evaluación por parte del Consejo.

IN MEMORIAM

Juan Manuel Kindelán Gómez de Bonilla

[Santa Cruz de Tenerife, 1932–Madrid, 2011], presidente del CSN entre 1994 y 2001.



La vida de Juan Manuel Kindelán Gómez de Bonilla es demasiado rica para poderse resumir fácilmente, pero su perfil público fue el de un ciudadano comprometido desde su juventud con la democracia, un firme creyente en la racionalidad y el conocimiento científico y, a lo largo de su trayectoria profesional, un hombre que ha trabajado por el servicio público y su país a través de la tecnología y de la ciencia.

Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear desde 1994 hasta el año 2001, trabajó con Aníbal Martín como vicepresidente y junto a los consejeros Agustín Alonso, José Ángel Azuara, Rafael Caro y Paloma Sendín, cambiando la estructura del regulador, abriéndolo a la opinión pública, racionalizando la regulación y consiguiendo una mayor autonomía para el Consejo en materia normativa. Durante su presidencia las decisiones se to-

maron por consenso y el organismo se internacionalizó de una manera importantísima, además de asumir nuevas competencias.

En estos momentos el CSN supervisa no solo el parque nuclear español, sino que además se ocupa de más de 31.000 instalaciones radiactivas que incluyen todos los hospitales, el transporte y los residuos, así como de 100.000 trabajadores profesionalmente expuestos que operan estas instalaciones. El CSN es el responsable de la vigilancia radiológica de todo el territorio, participa en el sistema de emergencias nacional y da soporte al Estado en seguridad física, compromisos internacionales, control de fronteras y otros temas relacionados con la seguridad.

Carmen Martínez Ten
Presidenta del Consejo
de Seguridad Nuclear

Firme y considerado, pero vehemente en sus decisiones; cordial y respetuoso, no obstante exigente con sus colaboradores; amable y cortés, aunque distante con sus amigos. Esta es la semblanza de mis afectuosas relaciones profesionales con Juan Manuel.

Agustín Alonso Santos

Juan Manuel Kindelán era una persona de profundas convicciones, que hasta el final puso gran pasión en todo lo que hacía y en defender lo que consideraba más conveniente para el interés general.

Javier Arana Landa

Juan Manuel ha dejado una huella imborrable en los que tuvimos la inmensa suerte de trabajar a su lado, conocerle bien y quererle. Su honestidad intelectual, su racionalidad, su tremenda capacidad de trabajo y de escuchar siempre me deslumbraron. Fue austero pero muy generoso, especialmente con el cariño que nos regaló.

Alfonso Arias Cañete

En 1994, cuando yo ocupaba la Secretaría General de la Energía, Juan Manuel Kindelán era presidente de Enresa y estaba a punto de pasar al CSN, lo que ocurrió a finales de ese año. Tuve, entonces, la oportunidad de tratarle repetidamente y de apreciar su capacidad de organización y su visión estratégica. Solo alguien con las dotes de Kindelán podía poner en marcha una instalación que se ha revelado ejemplar, como el almacenamiento de El Cabril, y dejar también su impronta en el organismo regulador.

Luis Atienza Serna

De todas las aportaciones, enseñanzas y pasiones de Juan Manuel Kindelán, que fueron numerosas, quisiera destacar su defensa infatigable de la I+D como herramienta esencial de progreso de nuestro país. Reclamaba para la ciencia y tam-

bién —y en especial— para el desarrollo tecnológico, una apuesta valiente, sin miramientos ni complejos. En esto, como en tantas otras cosas, Juan Manuel no se cansaba nunca y estoy seguro de que para muchos, desde luego para mí, su convencimiento y su altura de miras fueron un ejemplo y un estímulo constante.

José Ángel Azuara Solís

Siempre fue animoso y optimista. De él puede decirse lo que Cervantes puso en boca de don Quijote: "Podrán los encantadores quitarme la ventura, pero el ánimo y el esfuerzo es imposible".

Francisco Bustelo García del Real

Un recuerdo muy personal de Kindelán será siempre su gran atención a los temas de trabajo. Como es natural, en las reuniones discutía las propuestas que le hacíamos y las soluciones que le presentábamos... y cuando parecía que estábamos todos de acuerdo, ¡pumm...!, se enfadaba de repente y había que empezar otra vez... y como por arte de magia, en la siguiente ronda de consultas, todo había pasado y ya estábamos de acuerdo... Un rasgo típico de esta gran persona en lo profesional y lo personal... Descansa en paz...

José Luis Butragueño Casado

Fue un apasionado de la energía sobre la que, de manera vehemente, defendía sus puntos de vista, si bien, cuando era convencido por algún argumento técnico de suficiente peso, tenía la generosidad de abrazarlo y hacerlo suyo sin necesidad alguna de nuevas consideraciones. Era pues, tozudo en sus planteamientos y respetuoso hasta lo inimaginable, cuando se tropezaba con planteamientos basados en la solidez técnica y el rigor intelectual. Así fue como se consolidó mi amistad con Juan Manuel, desde un inicio borrascoso, fruto de un pretendido conocimiento por mi parte, hasta después de un esfuerzo por dotar de rigurosidad mis posiciones, el res-

peto mutuo y la complicidad al compartir nuestros planteamientos.

Alberto Carbajo Josa

Las trayectorias profesionales de Juan Manuel Kindelán y la mía han tenido varios puntos en común a lo largo del espacio o del tiempo. Nuestro primer encuentro fue en los años 70 en la biblioteca de INITEC donde, en ocasiones, nos peleábamos por los libros.

Luego nuestros caminos volvieron a coincidir en el espacio, aunque no en el tiempo, y ambos ocupamos, en etapas distintas, la presidencia de Enresa y, posteriormente, ambos también hemos estado en el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear.

Kindelán ha sido un referente para todos los que hemos vivido en el campo energético nuclear.

Antonio Colino Martínez

Como director técnico del CSN, recuerdo lo rápido que era para distinguir lo importante de lo accesorio y, aunque tenía sus prontos, al día siguiente se le habían olvidado.

Antonio Gea Malpica

Siempre agradeceré a J. M. Kindelán el haberme dado la oportunidad de ser partícipe del prestigio y de la presencia que el Consejo alcanzó a nivel nacional e internacional bajo su presidencia, y que él consiguió gracias a la claridad y honestidad de sus objetivos, a su talento natural para involucrarnos en las tareas necesarias para conseguirlos, y a la confianza que transmitía a los que trabajábamos con él.

Eugenio Gil Lopez

Fiel a sus principios, leal a sus ideales, comprometido con sus amigos.

José Luis González Martínez

Es muy difícil resumir en unas pocas líneas la personalidad intelectual, profesional y humana de Juan Manuel Kindelán. Tal vez lo más sencillo sea decir que participaba, como sólo lo hacen las personas de su generación, del ideal ilustrado de progreso y recordar su confianza en la razón, la ciencia y la educación como factores de progreso humano.

Recuerdo que Juan Manuel Kindelán la fortaleza de sus convicciones, la vehemencia con que las defendía en tantas ocasiones y, sobre todo, ese “espíritu joven” que conservó hasta el último momento, que se traducía en pensar y actuar como si todo lo que uno quiere hacer, se pudiera hacer poniendo el suficiente empeño, esfuerzo y trabajo para ello. Es na enseñanza que agradezco profundamente.

Purificación Gutiérrez López

Entre las muchas situaciones que compartí con Juan Manuel, me gustaría recordar aquéllas vividas en circunstancias complicadas, a veces al borde del precipicio. En esos casos, desplegaba su inagotable energía (si se me permite, diría que del tipo *renovable*), con la que conseguía motivar al equipo y salir adelante con éxito. Así sucedió en varios episodios que compartimos en la Salem del CSN, como la crisis de la fusión de una fuente radiactiva en una acería, la llegada de un submarino nuclear averiado a Gibraltar o la *inolvidable* noche del efecto 2000. Le recuerdo preparando sus comparecencias ante las Cortes para rendir cuentas sobre estos asuntos, siempre rodeado de colaboradores y completamente concentrado, hasta el punto que olvidaba otros asuntos de “nimia importancia”, como comer o retirar la etiqueta manifiestamente visible en un traje nuevo. Personalmente, le guardo el respeto que sólo se dedica a los profesores que nos dejan huella y el agradecimiento por ayudarme a madurar como profesional y como persona.

Juan Carlos Lentijo Lentijo

Siempre recordaré como me impresionó ver la serenidad de Juan Manuel en

los momentos difíciles, y su apoyo y respeto a las personas que trabajábamos en contacto directo con él.

Ignacio Lequerica Pérez

En mis años en el Consejo, de frecuente contacto directo con Juan Manuel, conservo el recuerdo de una persona acogedora y próxima. La razón, la ciencia y la ingeniería jugaron un papel destacado en su vida, una vida que vivió en gran coherencia con sus ideas. Abierto siempre a la discusión respetuosa y eficaz, así como al contraste constructivo de posiciones, sus contribuciones y ejemplo serán recordados con cariño y respeto.

Aníbal Martín Marquín

Como persona (le conocí en 1966), Juan Manuel personificaba la pasión creativa en busca de la mejora de la sociedad.

Fruto de mi relación personal: si Juan Manuel tuvo un defecto fue el de creer que sus amigos valíamos más de lo que realmente valemos.

Fruto de mi relación profesional, en concreto en el CSN: Juan Manuel es uno de los pocos españoles con puestos de responsabilidad que han sido conscientes de la importancia del desarrollo tecnológico propio.

Rafael Martín Moyano

Conocí a Juan Manuel en años juveniles y universitarios, ya lejanos. No “jugábamos” precisamente en el mismo campo político pero admiré siempre su encanto personal y una virtud innegable que le ha acompañado a lo largo de su ejemplar vida y que pude comprobar en su oficio de presidente del Consejo de Seguridad Nuclear: creía en lo que proclamaba y llevaba a la práctica, sin disimulos, sus creencias. Es muy tranquilizador ser congruente.

Rodolfo Martín Villa

Juan Manuel Kindelán fue un ingeniero de ingenio, y un *engineer* de *engine*. Tenía mucha cabeza, pero también mucho motor. Pensaba, pero le gustaba hacer. Hasta sus penúltimos días estuvimos en “su” Fundación para Estudios sobre la Energía trabajando con él para idear el futuro energético. Pero no admitía la especulación: así que se pudiera, ese futuro había que calcularlo.

José M^a Martínez-Val

En su paso por el CSN, Juan Manuel abrió caminos que han marcado de manera importante las actuaciones posteriores de este organismo y que actualmente están teniendo una gran trascendencia. Me refiero a la colaboración con los organismos reguladores europeos y a la creación de WENRA (Western European Nuclear Regulator Association), en la que jugó un papel relevante.

Tradicionalmente el CSN había mantenido una relación constante con la NRC y sus normas y prácticas eran la base de las actuaciones reguladoras del CSN. Sin embargo, Juan Manuel, desde su profunda convicción europeísta, se empeñó en acercar el CSN a los otros organismos reguladores europeos y a estos entre sí, dando lugar a la fundación de WENRA. Sin su existencia y sin la experiencia de colaboración mantenida durante muchos años en el seno de esta organización, no hubiera sido posible la respuesta colectiva de la Unión Europea al reto que ha supuesto el accidente de Fukushima y la forma ordenada e integrada en que se están realizando las pruebas de resistencia de las centrales nucleares, que están sirviendo de referencia a muchos otros países.

Hay personas clave en el rumbo de las organizaciones y, en el CSN, Juan Manuel ha sido una de ellas.

Isabel Mellado López

En mayo del año 2000 atracó en el puerto de Gibraltar el *Tireless*, submarino nuclear de la armada británica, con una avería en su circuito de refrigeración. La armada británica decidió reali-

zar su reparación en ese puerto y esto fue el origen de un conflicto que se amplificó en la zona del campo de Gibraltar. Se creó una comisión hispano-británica, en la que la representación Española estaba formada por el Ministerio de Asuntos Exteriores, el Ministerio de Defensa, con representantes de la armada, Protección Civil y el Consejo de Seguridad Nuclear. En esa representación estuvimos varios miembros del CSN, con la consejera Paloma Sendín al frente de la delegación. Hacia finales de ese año, la obstinación de los representantes de la armada británica a no proporcionar suficiente información sobre la reparación prevista, originó que las relaciones se volvieran muy tensas. La razón de fondo era que los británicos no estaban dispuestos a que la información transmitida pudiera ser utilizada por la armada española. En aquellos momentos, Juan Manuel, como presidente del CSN, estuvo cerca de suspender la participación del Consejo en esa comisión, pero tras escucharnos a todos los que participábamos en ella, optó por hacer ver la independencia del CSN asegurando además que la información que se transmitiera se trataría con la confidencialidad debida. A partir de ahí las relaciones se suavizaron y, finalmente en la primavera del 2001, el submarino abandonó Gibraltar. Un año después, cuando Juan Manuel había dejado de ser presidente, y con motivo de una de sus visitas al CSN, me acerqué a saludarle y me dijo con una sonrisa un poco socarrona, como en una confidencia: “En el asunto del *Tireless*, al final lo hicimos bien; todo acabó bien y nos felicitaron”.

Antonio Munuera Bassols

Tengo que agradecer a Juan Manuel Kindelán la confianza que depositó en mí sin conocerme. Tuve el honor de formar parte de su equipo en el CSN y, gracias a él, aprendí a valorar el trabajo y el esfuerzo que se hace desde el Consejo por la seguridad nuclear y radiológica. Un esfuerzo que él supo completar con una gran visión de futuro, gracias a la cual hoy día el CSN dispone de un importante fondo editorial. Su espíritu crítico y su enorme capaci-

dad de trabajo fue siempre un aliciente para todos.

Concha Muro de Zaro

Qué destacar de una personalidad tan arrolladora como la de Juan Manuel Kindelán? Quizás y por lo que más relacionado está con mi especialidad, resaltaría su preocupación por el medio ambiente y el impulso que dio a las actividades del Consejo relacionadas con ello, siempre, eso sí, sin escatimar esfuerzo y capacidad de trabajo.

Lucila María Ramos Salvador

Un buen jefe del que aprendí mucho, un gran amigo, un interesante compañero de viaje, y sobre todo, una excelente persona.

Javier Reig Redondo

Tengo que agradecer a Juan Manuel Kindelán la oportunidad que me brindó para trabajar en el área de relaciones internacionales del CSN. Con él aprendí a valorar el significado de la cooperación internacional en el ámbito de la seguridad nuclear y radiológica. Su visión aperturista, inquieta y exigente con el trabajo ha sido y es una máxima que desde entonces acompaña mi trabajo.

Alfredo de los Reyes Castelo

Creo que todos en el CSN aprendimos de tu estilo personal, exigente y entrañable a partes iguales, creyéndote lo que hacías y confiando en lo que la ciencia y la tecnología aportan a la sociedad.

Manolo Rodríguez Martí

Convencido de la trascendencia de la comunicación, Juan Manuel Kindelán estaba siempre abierto a nuevas propuestas, aunque nunca bajaba la guardia. Exigente y riguroso, solo se dejaba convencer con ideas muy bien argumentadas, lo cual hacía apasionante la interacción con él. Siempre fue defensor de la transparencia y de la divulgación y así, por donde pasó, trató de

explicar las instituciones para hacer entender sus trabajos y sus responsabilidades.

**Fátima Rojas Cimadevilla
y Antonio Calvo Roy**

De Juan Manuel recuerdo sobre todo su mirada, intensa, penetrante, en las reuniones del Consejo Asesor de la Escuela de Ingenieros de Minas que él presidía. Te miraba y entendías inmediatamente que sin hablar te estaba diciendo: “¡Di algo! ¡Tu opinión es importante y necesaria!”. Era su manera de hacerte mejor y así hacernos a todos mejores también. Vivía, vivió, para ayudar a que el mundo fuese mejor.

José Manuel Sánchez Ron

Como ingenieros de minas, nos unió el amor por la ingeniería y, precisamente, aunque él cursó la mayor parte de sus estudios en Francia, coincidimos en alguna convocatoria de exámenes en la Escuela de Minas de Madrid.

Luis Santomá Juncadella

De Juan Manuel siempre me sorprendió su absoluta falta de orgullo o soberbia, al contrario de lo que probablemente cabría esperar en alguien de su prestigio y trayectoria. Podía discutirte con vehemencia una cuestión (“Paloma Sendín, estás completamente equivocada”) y, dos minutos después, reconocer con igual vehemencia que el equivocado era él, si era el caso.

Paloma Sendín de Cáceres

Recuerdo a Juan Manuel Kindelán como una persona con las ideas claras y capacidad de decisión ante las situaciones más comprometidas, sabiendo delegar en sus colaboradores. Le gustaba escuchar a los que sabían, valorando y reconociendo el talento y el esfuerzo personal sobre cualquier otro mérito y estando siempre dispuesto a admitir otras posiciones honestamente planteadas.

Luis Julián del Val Hernández

ARTÍCULO

› Luis Gámir Casares,
vicepresidente del CSN y
catedrático de Política
Económica de la UCM

Teoría de las entidades reguladoras y el CSN

Introducción sobre la teoría de la regulación

Se puede afirmar, por decirlo de una forma resumida, que en un país con una democracia que funcione y con una economía básicamente de mercado se vota dos veces. En el primer caso se cumple la norma “un hombre/una mujer, un voto”. En el segundo, si funciona la *soberanía del consumidor*, el sistema implica “un euro gastado, un voto”. Este segundo voto está ponderado: a mayor capacidad de gasto ejercida mayor número de votos. Este es un desequilibrio que justifica la existencia de una cierta regulación. En un contexto en el que ambos votos coinciden, la regla “una persona, un voto” es coherente que quede por encima de la de “un euro gastado, un voto”, lo que implica que, en algún grado, se justifique la regulación por los elegidos democráticamente.

Otra cuestión diferente es que pueda existir un exceso de regulación, o hiperregulación. En España hay tres poderes sobre la misma realidad con límites no claramente definidos: el autonómico, el del Gobierno central español y el europeo (aparte del municipal). En la lucha por el poder, quien más regula, más poder tiene. Ello puede llevar potencialmente a la hiperregulación competitiva, en parte —sólo en parte— por la actuación de las comunidades autónomas (el autor de este artículo es un firme defensor del Estado de las autonomías, lo que no es óbice para plantear alguna de su problemática).

Dejando de momento aparte este último tema, el siguiente paso a la argumentación del doble voto es cómo regular. Simplificando al máximo el es-



Maqueta de la sede del Banco Central Europeo, en Frankfurt (Alemania).



El organismo regulador estadounidense, la NRC, creado en 1975, fue el pionero en el sector.

quema, se pueden emitir regulaciones y luego vigilar su cumplimiento —por la Administración, por el poder judicial, etc.— o, por ejemplo, se puede llegar a crear un organismo regulador que, con cierta discrecionalidad, regule en cada caso o emita sus normas. Aún más, puede la Administración Pública fabricar un producto o servicio total o parcialmente (sanidad, educación, empresas públicas diversas, etc). Ello no implica que no exista, además, regulación o incluso un organismo regulador. Por ejemplo, la energía nuclear se produce en Francia por una empresa pública y además existe un potente organismo regulador público de la seguridad nuclear. En otros casos, la situación es más compleja: el regulador —o la regulación— actúa en un mercado en el que compiten empresas públicas y privadas, con el potencial sesgo del regulador a favor de las primeras, sobre todo si no es auténticamente independiente y la dependencia política de la empresa pública y del regulador acaba siendo la misma.

El crecimiento de los organismos reguladores

De manera también extraordinariamente simplificada, recordemos algunas de las causas del crecimiento de estos organismos.

- A) El cambio de enfoque de ciertas corrientes del pensamiento socialista que, de proponer la empresa pública —a lo Mitterrand en los ochenta del pasado siglo—, pasan a aceptar la empresa privada, pero regulada, incluso con organismo regulador incluido.
- B) Ante las privatizaciones de las últimas décadas hubo dos enfoques, el de privatización más desregulación y el de privatización regulada. En este segundo planteamiento se insistió, entre otras razones, cuando la privatización podía implicar un sector de estructura oligopolista y, en este caso específico, se encontró el pensamiento socialista con el liberal que también quería asegurar la competencia. También desde el enfoque liberal, el *Public Choice* dio origen a diversos argumentos a favor de organismos reguladores independientes.

El más simple y tradicional está en la política monetaria —y no solo por el *Public Choice*—. Es argumentable que si el Gobierno maneja los tipos de interés los podría bajar antes de las elecciones para crear mayor viveza económica y subirlos después.

El paso a un organismo regulador independiente en principio impedía —o al menos dificultaba— que se creasen así ciclos económicos con efectos negativos en el crecimiento por motivaciones político-electorales. En un sentido parecido se podría mencionar la fijación de tarifas (o de precios máximos) y un gran número de medidas distintas de regulación, con potencial influencia en el ciclo político.

- C) La fuga en lo posible, aunque sea parcial, del derecho administrativo, con organismos autónomos, reguladores, empresas públicas, etc., es otra causa de este crecimiento de los entes reguladores.
- D) La multiplicidad de administraciones, pudiendo existir reguladores europeos, españoles centrales, autonómicos, etc., sería otro factor.

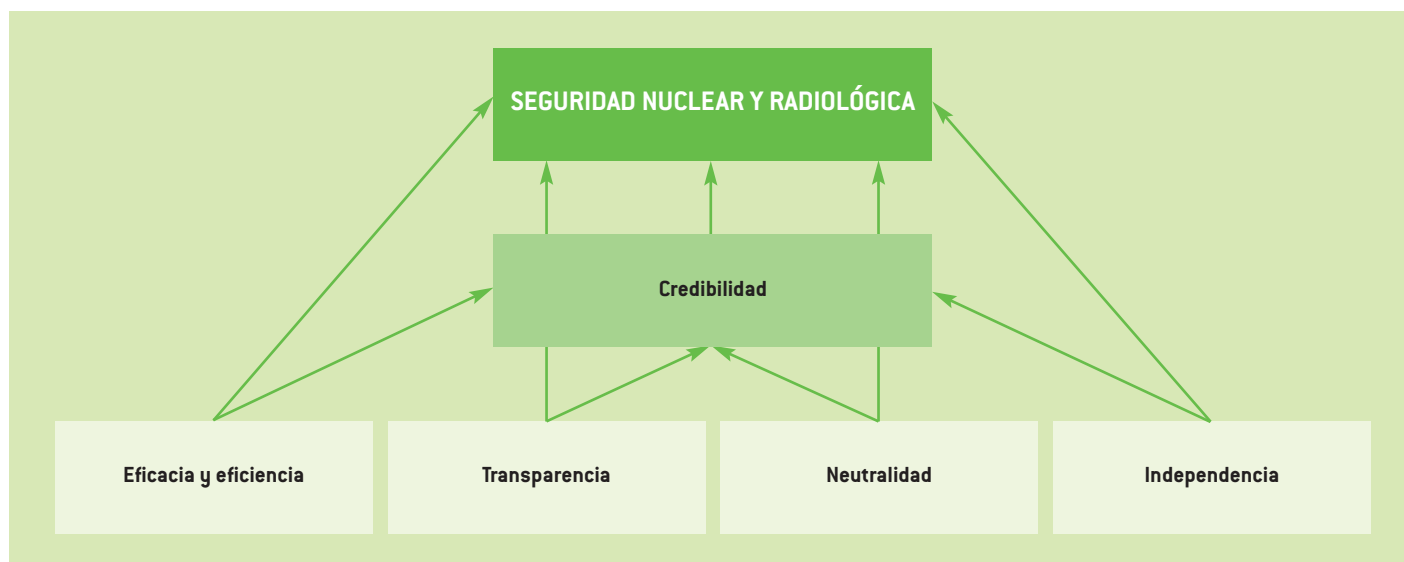


Gráfico 1.

Algunos aspectos de la teoría de los organismos reguladores y el CSN

Objetivo único

Se suele argumentar en la teoría de los organismos reguladores que estas entidades deben tener un objetivo único, entre otras razones para disminuir y controlar mejor su grado de discrecionalidad. Se estima que si existen múltiples objetivos sin jerarquización, será fácil colgar actuaciones diversas de alguno de ellos, lo que dificulta su control interno y externo.

A menudo se pone como ejemplo de objetivo único al Banco Central Europeo. El CSN ha ido más lejos. El SEBC (Sistema Europeo de Bancos Centrales) tiene como objetivo primordial [...] “mantener la estabilidad de precios” (y dice primordial, lo que implica que pueden existir otros objetivos). De hecho, se añade: “Sin perjuicio de este objetivo, el SEBC apoyará las políticas generales de la Comunidad con el fin de contribuir a la realización de los objetivos comunitarios”, tales como “un alto nivel de empleo y un crecimiento sostenible y no inflacionista”.

Es decir, el SEBC tiene un objetivo primordial, pero apoyará además otros ob-

jetivos (empleo, crecimiento sostenible y no inflacionista), sin perjuicio del primero. Además, en su historia ha modificado lo que entiende por estabilidad de precios, elevando la tasa objetivo de inflación, y no se entra aquí en la inmensa literatura —y la polémica al respecto— sobre el posible *trade off* entre empleo e inflación. Aún más, en la actualidad, ante la crisis económica, existe una corriente de opinión en la UE que defiende la conveniencia de que el Banco Central Europeo se abra más claramente a otros objetivos, aparte de la estabilidad de precios, como ocurre con la Reserva Federal en EEUU o con el Banco de Inglaterra en el Reino Unido.

No parece que, al menos a corto plazo (este artículo se escribe en diciembre del 2011), esa corriente vaya a triunfar, pero en todo caso podemos afirmar que el enfoque del objetivo único es mucho más claro y menos discutido en el Plan Estratégico (PE) 2011-2016 del CSN: este objetivo es la seguridad nuclear y radiológica.

Credibilidad

Es la palabra de moda: “Credibilidad en las políticas de los gobiernos de la zona Euro”, “credibilidad ante el cam-

bio de partido político en el gobierno”, etcétera.

La literatura sobre organismos reguladores insiste en la importancia de la credibilidad. El primer significado de este concepto es la confianza de la sociedad en la eficacia del regulador, pero la doctrina se ha extendido más en un segundo significado: la credibilidad de que actúe con coherencia en sus decisiones y con una adecuada estabilidad en su normativa. Si esta segunda faceta existe, los agentes que rodean al organismo dedicarán recursos a ejecutar la que se espera que sea la decisión del regulador, en vez de buscar que cambie su criterio de forma que les beneficie.

El CSN ha elevado la importancia de esta característica dándole la categoría de subobjetivo básico (véase gráfico 1).

El primer significado le venía dado por el preámbulo de la Ley 33/2007 de 7 de noviembre sobre el CSN. Una de las novedades de dicha ley, en relación a la reformada Ley 15/1980 de 22 de abril, era precisamente este preámbulo. En él se expresa que “dadas las funciones que el Consejo de Seguridad Nuclear tiene encomendadas, es fundamental que sus actuaciones cuenten con la necesaria credibilidad y confianza por parte de la

sociedad a la que tiene la misión de proteger contra los efectos indeseables de las radiaciones ionizantes”.

En el mencionado PE se detalla que esta forma de entender la credibilidad se medirá “con estudios de investigación sociológica promovidos por el Consejo o realizados por terceros de forma independiente”. En cuanto a la consistencia temporal, la teoría insiste en contrastarla a través de la teoría de juegos. El PE plantea “la utilización cualitativa de la teoría de juegos, que analiza las interacciones entre agentes que toman decisiones buscando maximizar su utilidad, dependiente de los cursos de acción escogidos por el resto de los agentes”.

El Plan Estratégico añade después de forma literal: “La relación entre el organismo regulador, la sociedad y la empresa regulada es dinámica, en tanto en cuanto representa un juego repetido, en principio de forma indefinida, donde es básica la credibilidad en el organismo regulador, basada en su comportamiento estable, predecible, independiente, transparente, neutral y eficaz como condición esencial en su proceso regulador.

Con esta aplicación cualitativa se buscará que las reacciones estratégicas de los distintos agentes (empresas, gobierno, grupos medioambientales, municipios con sede nuclear y otros agentes de la sociedad que puedan influir en la seguridad nuclear y radiológica) sean positivas, ante lo que prevén que será la actuación estratégica del CSN. Si esta previsión lleva a la credibilidad de que dicho organismo regulador actúa de forma coherente y con consistencia temporal en sus decisiones y de acuerdo con los objetivos aprobados en este Plan Estratégico, las reacciones de dichos agentes ayudarán a fortalecer precisamente los mencionados objetivos.”

El Plan Estratégico podría haber colocado a la credibilidad como el quinto objetivo instrumental del objetivo úni-

co de la seguridad nuclear y radiológica (véase el gráfico), pero se prefirió la alternativa de darle la calidad de subobjetivo básico, dada la importancia de la credibilidad en su doble acepción y porque los objetivos que se definen como instrumentales apoyan tanto a la credibilidad como a la seguridad.

Independencia

La teoría de los organismos reguladores insiste con especial énfasis en esta característica. En opinión del autor de este artículo, si un organismo regulador no es independiente no tiene lógica que siga funcionando como tal, debiendo transformarse en una entidad jerarquizada de la Administración, normalmente con menos gasto público.

El grado de independencia de los organismos reguladores fue analizado por Girardi (2005), estudiando 106 entidades de 17 países (las 15 de la UE más Suiza y Noruega). Así, elaboró un índice basándose en cinco variables (forma de nombramiento de los responsables y de los demás miembros del organismo regulador; tipo de relación con el Gobierno y con el Parlamento; sistema de financiación, autonomía organizadora y competencia reguladora). El resultado fue positivo para el caso británico, después para Irlanda, Francia y Suecia, mientras que Alemania y Suiza mostraron un menor grado de independencia.

En el Plan Estratégico mencionado se dudó si colocar la independencia al mismo nivel que la credibilidad como segundo subobjetivo básico, pero ante la conveniencia de destacar la credibilidad, se acabó optando por el esquema que aparece en el gráfico. En todo caso, el Plan Estratégico da gran importancia a la independencia, dentro de las limitaciones legales en las que se mueve el CSN.

Recordemos dos posibles problemas de la independencia. El primero es la “captura por el regulado”. Existe una muy

amplia literatura al respecto, pero es interesante relacionar este tema con otro enfoque básico: el de Wallace Saire. Este sociólogo norteamericano diferencia las agencias estatales americanas según tengan una o varias clientelas. Las primeras —entre las que cita a la Agencia de Veteranos— tenderían a convertirse en defensoras de los intereses de su clientela. De manera distinta, basándose en su amplia experiencia en la Administración Pública, Rodolfo Martín Villa estima que los organismos sectoriales verticales de la Administración puedan llegar a actuar como *supersindicatos* del sector.

En nuestro país existen diversos organismos reguladores sectoriales (a ellos se refiere, por ejemplo, la Ley de Economía Sostenible). Es argumentable que podrían tener como compensación la clientela alternativa de los consumidores, pero, objetivamente, los productores cumplen mejor los requisitos para ser un grupo de presión eficaz (grupos reducidos, relativamente fáciles de organizar, con intereses identificables, lo que puede promover la dedicación de recursos a la defensa de los intereses colectivos, que coinciden en buena parte con los individuales).

Otro problema es que a menudo la información que posee el regulador proviene del regulado, aparte de lo que se ha denominado *puerta giratoria*: los miembros del regulador pueden proceder de dicho sector privado o, después, tras unos plazos, incorporarse a él, a veces como consultores^[1].

El CSN podría tener políticamente este problema por su relación con las grandes empresas proveedoras. Por ello debe cuidar al poder compensador que puede venir de los ecologistas, los trabajadores y el público, los expertos, los consumidores, las entidades públicas defensoras del medio ambiente, etc.

Para fortalecer la independencia se ha planteado también el objetivo de la



Edificio del Consejo de Seguridad Nuclear, en Madrid.

neutralidad, al que se hará mención más tarde. Pero el problema de la independencia surge de forma mayor en relación al Gobierno.

El CSN goza, en principio, de un grado mayor de independencia respecto a otros organismos reguladores y ello con un doble sentido. En primer lugar, en los nombramientos de presidencia y consejeros interviene el Congreso. En segundo lugar, uno de los problemas que la doctrina considera básico superar en el con-

trol de los organismos reguladores es el de la doble agencia en dicho control, es decir, un ministerio controla al organismo regulador y a su vez ese ministerio es controlado por el Parlamento. El CSN es, sin embargo, controlado directamente por el Congreso de los Diputados.

El organismo regulador debe ser también independiente de los partidos políticos. Estos últimos influyen de manera importante en las propuestas de nombramiento y dos de los problemas

más analizados sobre la independencia al respecto son el periodo de nombramiento en los organismos reguladores y el de la renovación de estos cargos.

Los periodos no deben coincidir con los legislativos y, en cuanto a su renovación, en los organismos a los que se refiere la mencionada Ley de Economía Sostenible se fija un único periodo de seis años sin posibilidad de renovación (la razón es el temor de una menor independencia respecto al partido proponente buscando la renovación)^[2].

Otro elemento de independencia es la forma de financiación. Si su presupuesto depende de lo que el ministerio relacionado con la materia proponga al Parlamento, podría existir un control en el sentido de castigar a organismos *rebeldes* y premiar a los *fieles*.

El CSN se autofinancia a través de la Ley de 1999 de Tasas y Precios Públicos por Servicios Prestados. Aún más, recientemente la restricción del gasto público ha influido en la reducción drástica de las transferencias corrientes y en la eliminación de las transferencias de capital del dinero público que se recibía.

Otro elemento de independencia es la facultad de regular y no solo de corregular. Como se ha dicho, el CSN tiene mayores rasgos de independencia que otros organismos reguladores. Sin embargo, en mi opinión, se puede profundizar en esa independencia. Por ello el último párrafo del Plan Estratégico dice literalmente: “Proponer durante el periodo de vigencia de este Plan Estratégico la reforma del marco legal de la institución, para incrementar la independencia del Organismo, amparándose en la filosofía de la Directiva 71/2009 de Seguridad Nuclear en el punto vigésimo cuarto del anexo, que apuesta por un aumento de independencia del Gobierno, reforzando la rendición de cuentas ante el Parlamento y reduciendo aún más el problema mencionado de la doble agencia”.



El Consejo de Seguridad Nuclear rinde cuentas ante el Parlamento español.

Este es un tema delicado que el Pleno del CSN debe analizar con atención en el periodo 2011-2016 y que dependerá también de las modificaciones que se aprueben para otros organismos reguladores.

En mi opinión, algunos de los puntos a discutir y analizar sobre sus ventajas y desventajas serán los siguientes:

— La posibilidad de un mandato único para Presidencia y consejeros del CSN, obviamente sin efectos retroactivos. Es posible que este mandato debiera ser superior a los seis años previstos en la Ley de Economía Sostenible.

— La necesidad de que el Parlamento deba aprobar dichos nombramientos por la mayoría que se decidiera y no

la situación actual en la que la Comisión *ad hoc* del Congreso sólo puede no aceptar un nombramiento por tres quintos de mayoría en contra y, si no existe esa mayoría cualificada contraria, el Gobierno puede decidir nombrar al candidato.

Ahora bien —y bajando ya más a otros temas de detalle— debe continuar procurándose que resulte atractivo ocupar estos cargos para conseguir los mejores candidatos. Esta es una de las razones para la propuesta de alargar el periodo. La otra sería vincular la indemnización que se recibe al salir a no trabajar en los regulados en temas relacionados con la labor del regulador y no

extendiéndolo, por ejemplo, a cualquier trabajo en el sector público^[3].

En un sentido diferente, resultaría operativo incrementar las funciones reguladoras del CSN, por ejemplo, empezando en el campo de las instalaciones radioactivas.

Transparencia, neutralidad eficacia y eficiencia

Por razones de espacio se analizan aquí muy brevemente estos tres objetivos, ampliamente estudiados en sí mismos y en sus instrumentos en el PE y, de forma más concisa pero con cierta extensión, en los artículos Gámir, L. y Sánchez Ojanguren, M^a F. (2011 a) y Gámir, L. (2011 b).

Sobre la transparencia, recordar que la teoría de los organismos reguladores la plantea como medida para reducir en la mayor forma posible las asimetrías de información que existen entre regulado y regulador y entre este último y la sociedad.

El PE presenta un amplio campo de medidas al respecto, entre ellas las que se realizan a través del Comité Asesor del CSN, previsto en su Ley del 2007. Recordemos, por ejemplo, que en la última reunión de dicho Comité, José García Abad, miembro del mismo, planteó la conveniencia de modificar la página web del CSN para ayudar a disminuir la asimetría de la información con la sociedad.

La neutralidad del CSN sobre el contenido del mix energético y el lugar que en ella debe ocupar la energía nuclear es básica. Sin neutralidad la credibilidad quedaría muy afectada y la propia seguridad al poderse plantear que, por ejemplo, un CSN proenergía nuclear resultase menos estricto en las medidas a tomar.

Un instrumento simultáneo de la neutralidad y de la independencia en su PE es un Código Ético y de Buen Gobierno, a aprobar por el CSN.

La eficacia y la eficiencia es el apartado más extensamente tratado en el Plan Estratégico, dado que recoge la parte más sustancial de la actividad del CSN. Se analizan aquí de forma muy amplia los elementos clave para el mantenimiento

de altos niveles de seguridad nuclear y de protección radiológica en las personas y el medio ambiente.

Es el lugar donde se tratan también con más extensión las muy importantes repercusiones del grave accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima, en Japón. Este accidente marcará sin duda las actividades del CSN en los próximos años y llevará a incrementar de forma importante la seguridad en las centrales.

La eficacia y la eficiencia son objetivos por sí mismos, pero también instrumentos para la credibilidad y la seguridad nuclear y radiológica.

La posible crisis de los organismos reguladores en España

Analizamos en el apartado II algunas de las razones de su desarrollo. Planteémos ahora las de una potencial crisis.

En la actualidad, se observan corrientes de pensamiento que propugnan su posible reducción, tanto en el ámbito autonómico como incluso en el central. En este último caso, refundiendo dos o más organismos en uno solo o directamente pasando sus competencias a la Administración Pública. En este enfoque también tiene importancia el mayor gasto de estas entidades y se suele defender un fuerte incremento de la independencia de los organismos que subsistan^[4]. Como es lógico, esta refundación afectaría de forma distinta a los diversos reguladores.

En materia nuclear se suele defender la pervivencia de un ente regulador, lo que está muy extendido internacionalmente. Aún más, una de las lecciones de Fukushima es la necesidad de incrementar la independencia de estos organismos.

Referencias

- Ariño, G. (2007). “Sobre la naturaleza y razón de ser de los entes reguladores y el alcance de su poder reglamentario”. *Revista electrónica de Derecho Administrativo Económico*.
- CCP (Consejo Consultivo de Privatizaciones) (2008). *Informe sobre Agencias Reguladoras Españolas: su creación, funciones y el caso de España*.
- Gámir, L. y Sánchez Ojangurez, M^a F. (2011 a). “Plan Estratégico del CSN 2011 - 2016”, *Revista Alfa*, N^o 14, 2^o trimestre 2011.
- Gámir, L. (2011 b). “La Teoría de los Organismos Reguladores y el Consejo de Seguridad Nuclear”, *Boletín Económico de ICE*, 1 a 31 diciembre 2011.
- Gilardi, F. (2005). *Evaluating independent regulators. Designing independent and accountable regulatory authorities for high quality regulation* (ed. OCDE), Londres, Reino Unido.
- OCDE (2000) *Regulatory Reform in Spain. OECD Reviews of Regulatory Reform*.
- Sánchez Núñez, P. y Berenguer Fuster, L. (1997). “Regulación, agencias reguladoras y defensa de la competencia”. *Economía*. N^o 37, pp. 134-157. ©

^[1] Sobre este y otros temas al respecto es interesante CCP (2008).

^[2] Se ha hablado de la conveniencia de que los puestos sean técnicos no relacionados con puestos en la vida política. En mi opinión, más que un veto por haber desempeñado un puesto político, lo que es necesario es fijar por ley las condiciones técnicas que se deben cumplir para acceder a estos organismos, además de las de independencia respecto a los regulados. La

comparecencia ante la Comisión *ad hoc* debe ser personal para ser examinado y no se debe producir sólo a través de que el ministro del ramo presente a los candidatos. Estos requisitos ya se cumplen en el caso del CSN, aunque pueden ser reforzados.

^[3] Es obvio que este es un cambio de futuro que no afectará en ningún caso al autor de estas líneas. Otra modificación, sobre la que también es aplicable la frase anterior: al cambiar el proceso de nombramiento, se deben limitar también los su-

puestos en los que el puesto quede vacante hasta que se llegue al acuerdo. Ello implicaría, por ejemplo, la no existencia de edad vinculante para la jubilación, tal como aparece en la Ley de Economía Sostenible.

^[4] El actual presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, en su discurso de investidura planteó la reducción del número de organismos reguladores y la mayor intervención del Congreso de los Diputados en los nombramientos.

La respuesta al accidente de la central nuclear de Fukushima

Las pruebas de resistencia realizadas a las centrales nucleares españolas

› José Ramón Alonso,
coordinador de Instalaciones
Nucleares del CSN

Tras el accidente en la central nuclear de Fukushima, en Japón, los países europeos decidieron abordar, de modo coordinado, una reevaluación complementaria de los márgenes de seguridad de sus centrales nucleares que tuviera en cuenta las lecciones aprendidas, hasta el momento, de dicho accidente. Para ello, la Asociación de Reguladores de Europa Occidental (WENRA) y el Grupo Europeo de Reguladores Nucleares (ENSREG) definieron un programa detallado para la realización de estas pruebas, que fue finalmente aprobado por la Comisión Europea. Una vez que se produjo esta aprobación, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) emitió las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias en las que requirió a las compañías propietarias de las centrales nucleares la realización de dicho programa. El 31 de octubre de 2011 todos los titulares remitieron al CSN sus informes, que fueron posteriormente evaluados por el Consejo. El pasado 31 de diciembre, el organismo regulador envió a la Comisión Europea el informe comprometido, que contiene los resultados y las conclusiones de dicha evaluación. En el informe se analizan en detalle las condiciones de seguridad de estas instalaciones frente a las situaciones propuestas y se detallan las diversas acciones de mejora que se van a llevar a cabo como consecuencia de este programa.

El accidente de Fukushima

El 11 de marzo de 2011 a las 14:46, hora local, la costa oriental de la isla japonesa de Honshu se vio golpeada por un fuerte temblor de tierra cuyo epicentro estaba situado bajo el lecho marino a una distancia de unos 50 km de la costa. El terremoto, posteriormente denominado de Tohoku, alcanzó una intensidad superior a 9 en la escala Richter y es el mayor ocurrido en Japón desde que existen registros fiables de tales fenómenos. Minutos después, y como consecuencia del temblor de tierra, se produjeron una serie de olas gigantes (*tsunamis*), que al llegar a la costa ocasionaron importantes inundaciones en la zona. Como consecuencia directa de estos fenómenos na-

turales las autoridades japonesas han contabilizado hasta la fecha más de 15.000 personas fallecidas y la desaparición de otras 10.000, así como daños importantes a casi 500.000 viviendas y a numerosas e importantes infraestructuras.

En la misma costa, a unos 180 km del lugar en que se produjo el terremoto y a unos 260 km de la ciudad de Tokio, se sitúa la central nuclear de Fukushima Dai-ichi, la cual dispone de seis reactores de agua en ebullición (BWR) y que se vio directamente afectada por la situación, lo que desencadenó el segundo peor accidente en la historia de la energía nuclear de usos pacíficos.

Aunque el sismo ocurrido superó ligeramente el valor del máximo terremoto

to para el que se había diseñado la central, no se ha identificado en la planta ningún componente importante para la seguridad que hubiera fallado debido a este primer suceso. Sin embargo, se perdieron inmediatamente todas las líneas de alimentación eléctrica exterior debido a problemas en las subestaciones eléctricas cercanas y al colapso de numerosas torres de alta tensión. Las unidades 1, 2 y 3 de la central estaban en esos momentos en operación a potencia, y en ellas se activó automáticamente la señal de parada del reactor y se iniciaron los sistemas diseñados para mantener las funciones de seguridad que garantizan la “parada segura” de la unidad; entre ellos, y de manera relevante, los 11 generadores diésel de emergencia que en caso de pérdida del suministro exterior alimentan eléctricamente a dichos sistemas.



Explosión de hidrógeno en uno de los reactores de la central de Fukushima.

Por el contrario, la inundación que sobrevino 45 minutos después del terremoto, provocada por los *tsunamis* subsiguientes al temblor, anegó importantes áreas sensibles de la instalación y afectó gravemente a la capacidad de los sistemas de la central para mantener la condición de parada segura. En el diseño de la central

se había considerado la protección frente a una altura máxima de la ola del *tsunami* de 5,7 metros y la denominada “cota de explanación” (nivel del suelo en la zona donde se encuentran los edificios de la central) estaba situada a 10 metros sobre el nivel del mar en el caso de las unidades 1, 2, 3 y 4, y a 13 metros en el caso de las unidades 5 y 6. Sin embargo, la mayor de las olas alcanzó una altura superior a 14 metros. Como consecuencia de este suceso, se perdieron de modo casi instantáneo 10 de los 11 generadores diésel; el único que permaneció operable fue un generador diseñado con criterios específicos que lo hacían notablemente más robusto frente a este tipo de sucesos, y que permitió alimentar eléctricamente los equipos relevantes de las unidades 5 y 6.

Las consecuencias del accidente han sido la fusión de gran parte del núcleo



Mike Weightman, responsable del equipo del OIEA que visitó el área de Fukushima Dai-ichi dos meses después de la catástrofe.

de los reactores 1, 2 y 3, con la consiguiente generación de grandes cantidades de hidrógeno, la pérdida de la estanqueidad de los edificios de contención y, finalmente, las explosiones de dicho gas que destrozaron las zonas superiores de los edificios que envuelven a la contención en las unidades 1, 3 y 4 (en este último caso la explosión se produjo a causa del hidrógeno que había fugado desde la unidad 3 a través de sistemas compartidos de ventilación). El suceso ha tenido un impacto muy importante en las zonas circundantes, lo que ha llevado finalmente, y tras algunas dudas, a su clasificación como nivel 7 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES). Hasta ahora sólo el accidente en la central ucraniana de Chernóbil había sido clasificado con este nivel. A este respecto, las cifras del impacto radiológico son elocuentes: 17 millones de curios de yodo-131 equivalente vertidos al exterior (en Chernóbil fueron más de 50), 12 mSv/h medidos en el emplazamiento durante los peores momentos de la emisión, 30 mSv/h de dosis medidos en las zonas cercanas a las unidades más afectadas, dos trabajadores de la central con dosis totales de unos 0,7 Sv y más de 100 trabajadores que han recibido dosis de 0,1 Sv; finalmente, las autoridades tuvieron que evacuar a la población existente en un radio de 20 km alrededor de la central y decretar el confinamiento temporal en la zona comprendida entre 20 y 30 km. Sin embargo, a pesar de la gravedad del accidente, y al menos de momento, no se ha identificado ningún fallecimiento que haya sido consecuencia directa del accidente nuclear.

La magnitud del accidente ha supuesto un cuestionamiento importante, tanto por parte del público como de los propios organismos reguladores, de la seguridad de las instalaciones nucleares ante la potencial ocurrencia de suce-



Estado del reactor número 3 de la central de Fukushima tras el accidente.

sos externos que pudieran estar mucho más allá de lo previsto en su diseño.

Las pruebas de resistencia de las centrales nucleares europeas

En este contexto, el Consejo Europeo celebrado el 24 de marzo de 2011, sólo 13 días después del accidente, acordó la realización de un plan coordinado para someter a todas las centrales nucleares europeas a un conjunto homogéneo de pruebas de resistencia, que permitieran valorar su capacidad para soportar situaciones más allá de sus bases de diseño e identificar los márgenes de seguridad existentes con respecto a dichas bases, así como las potenciales medidas que se podrían implantar para mejorar su seguridad frente a este tipo de desafíos.

En una reunión celebrada en Bruselas el 15 de abril, con participación de la Comisión Europea (CE) y los organismos reguladores de los países de la UE, y a la que también asistieron representantes de la industria, se acordó la elaboración, con el soporte técnico de WENRA, de una propuesta detallada que incluyera el contenido técnico de las pruebas de resistencia y definiera el método y los plazos para llevarlas a cabo.

La propuesta, preparada inicialmente por WENRA, fue revisada y aprobada por ENSREG en su reunión de 12 de mayo y remitida a la CE, siendo finalmente aprobada por ésta el 25 de mayo y presentada posteriormente al Consejo Europeo que tuvo lugar el 10 de junio. En este documento se definían las



Miembros de la misión enviada por el OIEA inspeccionando el lugar del accidente.

pruebas de resistencia de las centrales nucleares como *una reevaluación complementaria de los márgenes de seguridad de estas instalaciones a la luz de los eventos sucedidos en Fukushima*. Es decir, considerando fenómenos naturales extremos que podrían poner en peligro las funciones de seguridad y que, eventualmente, pudieran llevar a una situación de accidente con daño al combustible nuclear (“accidente severo”). Asimismo, el documento establecía que los análisis debían ser específicos para cada emplazamiento, que su realización era responsabilidad exclusiva de la compañía propietaria de la instalación y que los organismos reguladores de cada país debían evaluarlos de modo totalmente independiente y consolidar sus conclusio-

nes en un informe nacional que se remitiría finalmente a la CE.

Cabe destacar la inclusión en este programa de la realización de una revisión adicional por parte de todos los organismos reguladores (*Peer Review* o revisión por pares), con la participación de la CE y del resto de países europeos sin instalaciones nucleares. Los resultados de estas revisiones serán publicados y discutidos en seminarios abiertos tanto a nivel nacional como internacional en los que participarán actores de diferentes ámbitos, tales como organizaciones no gubernamentales, representantes de la industria, etc.

El calendario acordado establecía unos plazos muy ajustados para el volumen de trabajo previsto, e incluía los siguientes hitos principales:

- Preparación de un informe de progreso por parte de los titulares de las instalaciones antes del 15 de agosto de 2011; por su parte, los organismos reguladores de cada país debían enviar a la CE el correspondiente informe de evaluación antes del 15 de septiembre.

- Realización del informe final de los titulares, con los resúmenes de los análisis realizados y las propuestas de mejora identificadas, antes del 31 de octubre. Los organismos reguladores debían remitir a la CE el informe nacional final con las conclusiones de la evaluación antes del 31 de diciembre.

- Realización del proceso de *Peer Review* entre enero y abril de 2012.

- Preparación por parte de la CE de un informe global sobre los resultados de las pruebas de resistencia para su presentación en la reunión del Consejo Europeo previsto para el mes de junio de 2012.

El CSN ha participado desde el primer momento, de forma activa y a varios niveles, en la discusión y elaboración de estos documentos tanto en el marco de WENRA como en el de ENSREG y, una vez aprobado por la CE el documento final, procedió a recoger el contenido del mismo en Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) a las vigentes autorizaciones de explotación, que fueron enviadas a las seis centrales nucleares en

explotación y a la central de José Cabre-
ra que, aunque actualmente está en fase
de desmantelamiento, mantiene en su
ubicación un almacenamiento temporal
de combustible gastado. Adicionalmente,
y fuera del marco estricto fijado a nivel eu-
ropeo, el CSN también ha emitido al ti-
tular de la fábrica de combustible nu-
clear de Juzbado una ITC requiriendo la
realización de pruebas de resistencia adap-
tadas a las especificidades de su diseño.

Metodología

De acuerdo con lo previsto en el docu-
mento aprobado por la CE, los titulares
han analizado para cada emplazamien-
to las capacidades actuales de la instala-
ción para hacer frente a las siguientes si-
tuaciones, todas ellas relacionadas con la
secuencia accidental que se produjo en
Fukushima:

- Sucesos de origen externo (terre-
motos, inundaciones y otros sucesos na-
turales extremos).

- Pérdida de funciones de seguri-
dad (asociadas al suministro de energía
eléctrica y al sumidero final de calor).

- Gestión de accidentes severos en
el núcleo del reactor y de accidentes con
pérdida de inventario y/o refrigeración
en las piscinas de combustible gastado.

Además, y en aquellos casos en los que
en el emplazamiento existiera algún otro
tipo de instalación para el almacenamien-
to de combustible gastado, se han anali-
zado también sus capacidades para hacer
frente a las situaciones accidentales con-
sideradas. Todo ello con el objetivo de
verificar el grado de robustez de las plan-
tas frente a las situaciones propuestas y la
idoneidad de las medidas existentes de
gestión de accidentes, así como el de iden-
tificar las potenciales mejoras aplicables,
tanto de equipos (fijos y portátiles) como
organizativas (recursos humanos, orga-
nización para la respuesta en emergencias,
procedimientos y capacidad de uso de
recursos externos).



Reunión de ENSREG donde se debatieron las pruebas de resistencia para centrales europeas.

Los análisis se han realizado si-
guiendo el siguiente esquema general
de trabajo:

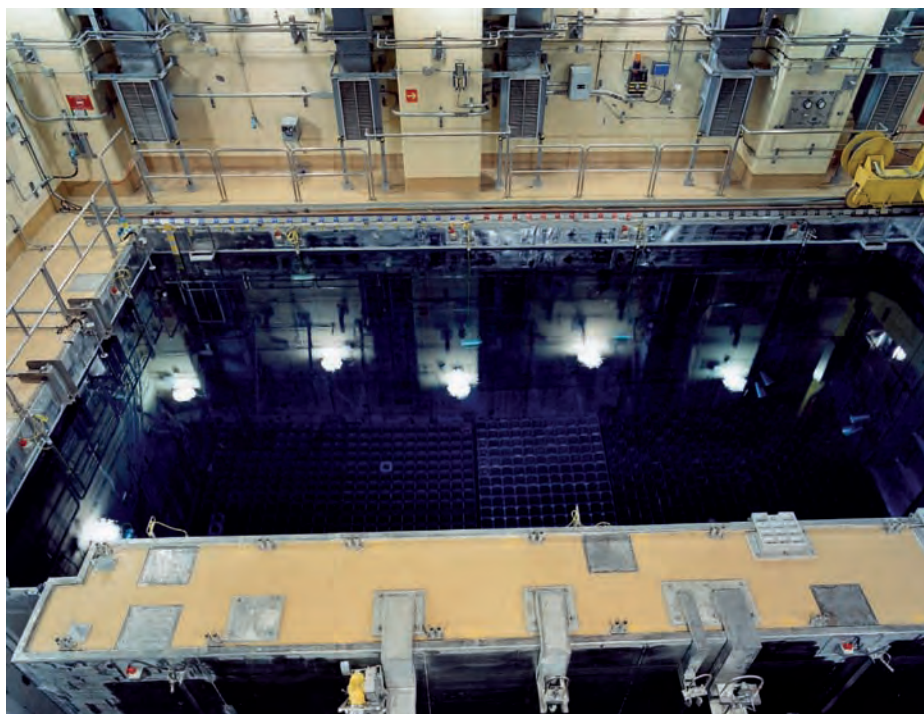
- Verificación del cumplimiento de
la instalación con sus bases de diseño en
los aspectos que entran dentro del al-
cance de las pruebas de resistencia, valo-
rando la adecuación de dichas bases de
diseño a la luz de los conocimientos téc-
nicos actualmente disponibles.

- Valoración de la respuesta espe-
rable de la central a un conjunto de si-
tuaciones extremas más allá de sus bases
de diseño, tratando de identificar los
márgenes de seguridad disponibles y
aquellas situaciones límite (*cliff edge*) que
pudieran desencadenar secuencias acci-
dentales extremas, incluyendo los tiem-
pos disponibles para la adopción de las
adecuadas medidas contingentes.

- Verificación de la existencia de
medidas preventivas y mitigadoras
apropiadas para cada situación y, en
caso necesario, identificación de aque-
llas mejoras potenciales que resulten
más adecuadas para las situaciones
analizadas.

Para cada una de las situaciones
consideradas se han analizado las ca-
pacidades reales de cada central para
hacer frente a los mismos, tanto de di-
seño como organizativas, y se han iden-
tificado los tiempos disponibles para
poder hacer frente a la pérdida de las
funciones de seguridad. También se han
analizado cuáles serían los medios ne-
cesarios para tratar de evitar que un ac-
cidente severo llegara a tener conse-
cuencias inaceptables para la población.
Los análisis se han realizado siguiendo
la filosofía de *defensa en profundidad*
que se planteaba en el documento de
ENSREG, de modo que, para cada una
de las situaciones consideradas, se va
asumiendo bajo un enfoque determinis-
ta la pérdida secuencial de las líneas de
defensa existentes, independientemente
de su probabilidad de ocurrencia.

Para la realización de estos análi-
sis los titulares han revisado la infor-
mación incluida en su documentación
de proyecto: Estudio de Seguridad,
Análisis Probabilista de Seguridad, Es-
pecificaciones Técnicas de Funciona-



Piscina donde se almacena el combustible irradiado de una central nuclear.

miento, Plan de Emergencia Interior, etc. Complementariamente, y de modo expreso para estas pruebas, los titulares han realizado diversos estudios adicionales para abordar aspectos que, al estar más allá de la base de diseño de las instalaciones, pudieran no haber sido analizados en detalle previamente; también han realizado diversas comprobaciones en las plantas, incluyendo inspecciones *in situ* y pruebas específicas para tratar de verificar las capacidades reflejadas en sus informes.

Finalmente, como conclusión de sus estudios y de acuerdo con lo previsto para este programa de pruebas de resistencia, los titulares plantean la implantación de diversas propuestas de mejora que afectan a los diferentes aspectos analizados y proponen el correspondiente programa temporal que trata de reflejar la envergadura y alcance de cada una de las modificaciones propuestas.

Por parte del CSN, la evaluación de los informes presentados por los titulares ha sido abordada internamente sin necesidad de recurrir a apoyos técnicos

exteriores, aunque se ha contado con la colaboración puntual del operador de la red eléctrica española (REE) y del Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas (Cedex), dependiente del Ministerio de Fomento, en este caso para la evaluación de los temas relativos a inundaciones externas en los que el Cedex cuenta con reconocida solvencia; este asesoramiento se ha centrado en la revisión de los análisis de la capacidad resistente frente a sismos de las presas situadas en las cuencas fluviales en las que están ubicadas las centrales, aguas arriba del emplazamiento, y sus potenciales consecuencias en términos del nivel de inundación que se podría alcanzar en el entorno.

Para sistematizar el proceso de evaluación, el CSN preparó al comienzo del proceso una guía específica de evaluación, en la que se detallaba la metodología a aplicar, las unidades organizativas responsables de cada parte del proceso, las interacciones entre las mismas y el calendario previsto. Durante todo el periodo de realización de las

pruebas de resistencia se han mantenido semanalmente reuniones internas de coordinación en las que se han ido discutiendo las conclusiones preliminares que se iban obteniendo por las diversas unidades organizativas.

La evaluación del CSN ha consistido en una revisión de la documentación presentada por los titulares, centrada en los siguientes aspectos:

- Verificación de que los análisis presentados por los titulares cubrían completamente el alcance requerido en las ITC del CSN, con el objetivo de garantizar que los mismos son completos y, en la medida de lo razonable, homogéneos.

- Verificación de que los análisis se habían realizado de un modo coherente y sistemático, lo que debía garantizar la identificación de las potenciales debilidades de cada instalación y las correspondientes oportunidades de mejora.

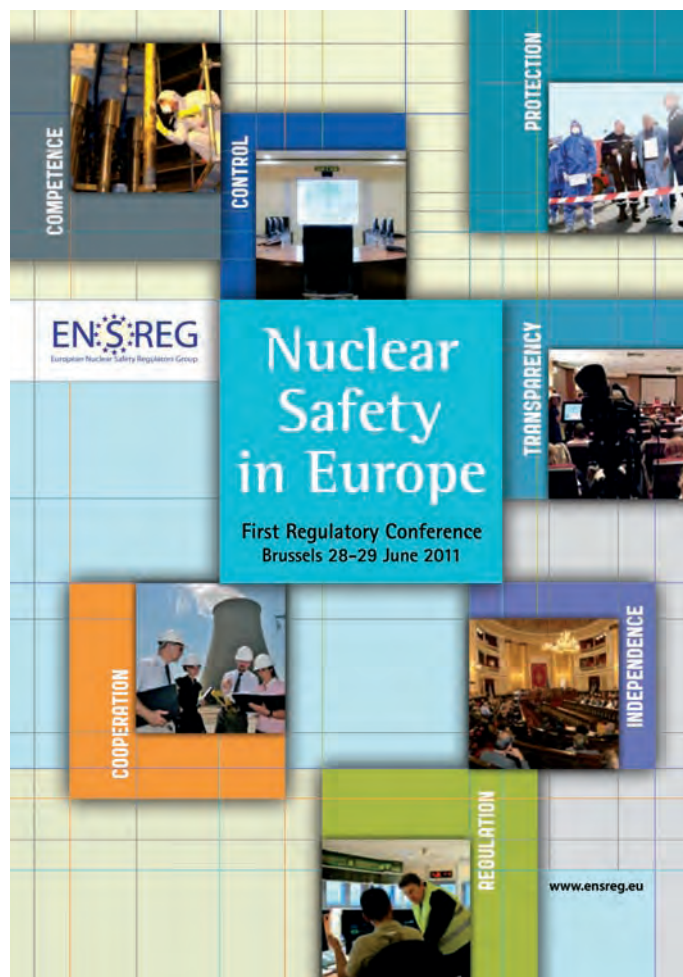
- Evaluación de las hipótesis y de los métodos de análisis utilizados por los titulares en sus informes, comprobando la adecuación de los mismos al alcance y contenido previsto para las pruebas de resistencia.

- Verificación de que, para todos los aspectos analizados, los informes de los titulares habían estudiado las posibles situaciones límite y los tiempos disponibles para la adopción de medidas continuas. Para esta verificación se consideraron aplicables aquellas situaciones que, aunque se estima que tienen una probabilidad de ocurrencia muy baja, no se pueden considerar imposibles.

- Verificación de que, para todos los aspectos estudiados y de acuerdo con los resultados de los análisis, los informes analizaban la conveniencia o la necesidad de reforzar las capacidades existentes, tanto de diseño como organizativas, comprobando que se aportaba una justificación razonada de las conclusiones obtenidas al respecto.



Torre de refrigeración de la central nuclear de Ascó.



En junio se celebró la I Conferencia de Seguridad Nuclear en Europa.

— Evaluación de la viabilidad y fiabilidad de las acciones de recuperación y mitigación referenciadas en los informes de los titulares, incluyendo las pruebas específicas realizadas, la elaboración o revisión de los correspondientes procedimientos escritos y los planes de formación del personal afectado.

El CSN ha contrastado también la información ahora presentada por los titulares con la documentación existente de licencia y con otra información previamente disponible, así como con los resultados de las inspecciones realizadas anteriormente por este organismo. Además de la evaluación, durante el proceso de desarrollo de las pruebas de resistencia, el CSN ha mantenido numerosas reuniones de carácter técnico con los titulares y ha realizado un total de 24 inspecciones

monográficas (cuatro en cada una de las seis centrales nucleares en operación), en las que se han verificado diversos aspectos del contenido de los informes finales de los titulares, y entre ellos las capacidades de las centrales para hacer frente a: terremotos (determinación de márgenes sísmicos de componentes y potenciales inundaciones internas que pudieran ser producidas por efecto de los mismos), sucesos con pérdida total de la corriente alterna y de la corriente continua, sucesos con pérdida del sumidero de calor, accidentes severos en el reactor y accidentes en las piscinas de combustible gastado.

Dado que la revisión de algunos aspectos de detalle no ha podido ser completada por el CSN en el tiempo disponible dentro del programa de pruebas de resistencia, este organismo va a conti-

nuar trabajando en estos temas y realizando aquellas verificaciones adicionales que considere necesarias. Adicionalmente, la nueva información que se vaya obteniendo sobre lo ocurrido en la central de Fukushima podría dar lugar a la propuesta de nuevas mejoras de seguridad a implantar en las centrales españolas. Por todo ello, el informe del CSN no constituye un punto final, sino únicamente un paso más, aunque muy importante, en el trabajo de mejora de la seguridad que están llevando a cabo este organismo y las centrales nucleares españolas desde el accidente de Fukushima. Tras la emisión de dicho informe, el CSN tiene previsto remitir a cada titular una nueva ITC en la que se recogerán las conclusiones obtenidas, incluyendo la aceptación explícita de las propuestas de mejora plantea-

das en los informes de los titulares, así como el requisito de abordar otros aspectos adicionales identificados en la evaluación realizada, que incluirán tanto mejoras concretas como la realización de análisis complementarios. En estas ITC también se incluirán los plazos de realización o de implantación asociados.

Resultados obtenidos

El 30 de diciembre de 2011, y de acuerdo con lo previsto, el CSN envió a la CE el informe final conteniendo el resumen y las conclusiones de las evaluaciones realizadas por este organismo de los informes de pruebas de resistencia presentados por los titulares de las centrales nucleares españolas. La primera conclusión obtenida por el CSN es que no se ha identificado ningún aspecto que suponga una debilidad relevante de seguridad de estas instalaciones que pudiera requerir la adopción urgente de acciones en las mismas ni, por tanto, la parada inmediata de alguna unidad. Asimismo, se ha puesto de manifiesto la existencia de márgenes para el mantenimiento de las condiciones de seguridad de las centrales en diversos supuestos más allá de los considerados en el diseño de las instalaciones. Por otro lado, los informes de los titulares concluyen que, tras la revisión efectuada, actualmente se cumplen las bases de diseño y las bases de licencia establecidas para cada instalación; este último tema no ha sido ahora valorado en profundidad por parte del CSN, ya que es objeto de revisión continua a través del programa de supervisión y control que lleva a cabo este organismo, así como en las revisiones periódicas de la seguridad que se realizan cada diez años en el momento de la renovación de las autorizaciones de explotación de estas instalaciones.

La evaluación del CSN ha identificado algunas acciones de mejora adicionales

les a las propuestas por los titulares, entre las que se encuentra la realización de algunos estudios complementarios que garanticen que todos los aspectos relevantes han sido adecuadamente tratados y que las acciones propuestas son realmente eficaces. El CSN emitirá nuevas ITC a cada titular a lo largo del primer trimestre de 2012, en las que se requerirá la implantación de las propuestas de mejora presentadas así como la realización de los citados estudios complementarios y otras acciones que el CSN pueda considerar necesarias. En estas instrucciones se incluirá el calendario que deben seguir los titulares para abordar las mejoras requeridas; en este sentido cabe señalar que el CSN ha considerado apropiado el programa global propuesto por los titulares, aunque diversos aspectos particulares podrían verse modificados en las mencionadas ITC. Este programa se basa en el siguiente esquema temporal: un corto plazo, en el que se constituirían los grupos de análisis previstos y se realizarían los estudios adicionales necesarios, que concluirá en diciembre de 2012; un medio plazo para abordar diversas modificaciones de diseño, que finalizaría entre 2013 y 2014; y, finalmente, un largo plazo para modificaciones de diseño de gran envergadura, que finalizaría entre 2015 y 2016, y que incluso podría basarse en casos justificados.

A continuación se incluye una descripción de los principales aspectos analizados y las conclusiones obtenidas.

Aspectos relacionados con sucesos naturales extremos

El terremoto base de diseño (DBE) de una central nuclear es el máximo terremoto que, basándose en datos históricos y en las características del terreno, se considera que podría ocurrir razonablemente en un determinado emplazamiento, y que provocaría el máximo movimiento del suelo que se adopta para el

diseño de aquellas estructuras y componentes necesarios para garantizar la integridad de la barrera de presión del refrigerante del reactor, la capacidad de parada del reactor y su mantenimiento seguro, así como la capacidad de prevenir o mitigar accidentes que pudieran generar la liberación incontrolada de efluentes radiactivos.

Dentro del programa de pruebas de resistencia se ha revisado el valor del DBE que se asignó en el momento de la licencia inicial de cada instalación. Para ello, se han tenido en cuenta los datos de los sismos ocurridos desde la fecha de corte considerada en el diseño original hasta el primer semestre de 2011 y se ha aplicado la misma metodología de análisis utilizada en los estudios iniciales de licenciamiento de las instalaciones. Como resultado de esta revisión se ha concluido que, en todos los casos, sigue siendo válido el valor adoptado como base de diseño de la central. No obstante, y teniendo en cuenta que desde los años 80, en los que se realizó el diseño básico de las centrales españolas más modernas, ha habido diversos avances en las técnicas de evaluación de los riesgos sísmicos, el CSN ha considerado pertinente abordar un programa de actualización de los estudios de caracterización sísmica de los emplazamientos, para lo que seguirá las directrices más recientes del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Sin embargo, y dado que las pruebas de resistencia están orientadas a conocer la capacidad resistente de las instalaciones frente a sucesos que, como en Fukushima, superen lo previsto en el diseño original, dentro de las mismas se han realizado análisis específicos para la cuantificación de los márgenes sísmicos realmente existentes por encima de las capacidades requeridas en las bases de diseño de estas instalaciones. Con este fin, los titulares han partido de estudios pre-

vios, requeridos por el CSN. en los que se analizaban los márgenes sísmicos disponibles en cada central.

La metodología en la que se basaban estos estudios consistía en la valoración de la capacidad resistente de las estructuras, sistemas y componentes necesarios para, en caso de sismo, alcanzar la parada segura y mantener la integridad del edificio de contención; en ellos se había comparado su resistencia frente al denominado “terremoto de referencia”, pero sin que estuviera requerido que en todos los casos se debiera cumplir con este valor. De acuerdo con las metodologías utilizadas en estos estudios, se había elegido un valor de terremoto de referencia correspondiente a una aceleración horizontal máxima del terreno (PGA) de 0,3 g, que el CSN consideró en su momento como un margen adecuado de revisión para todas las plantas españolas, independientemente de su base de diseño sísmico, comprendida entre 0,1 g y 0,2 g. Tras la revisión de estos estudios, los titulares han propuesto implantar las acciones de mejora necesarias para alcanzar dicho objetivo. Además, han ampliado el alcance de los mismos al incluir las estructuras, sistemas y componentes previstos para hacer frente a situaciones con pérdida completa de alimentación eléctrica, para mitigar las consecuencias de accidentes severos y para mantener la función de confinamiento de los productos de fisión, tanto en el edificio de contención como en las piscinas de combustible gastado, así como la capacidad de refrigeración de esta última. El Consejo ha valorado positivamente esta acción y considera que las actuaciones que de ella se derivan contribuirán de manera significativa a fortalecer la capacidad de respuesta de las plantas frente a los riesgos sísmicos.

Otro aspecto relevante de los análisis realizados es el relativo a los posibles efectos indirectos inducidos por terremotos,

como son los incendios, explosiones e inundaciones que se podrían producir por fallo de componentes de la central y, en particular, de componentes no relacionados con la seguridad, que no están diseñados frente a sismos con los mismos requisitos que los sistemas que realizan funciones de seguridad. En ambos casos se ha llevado a cabo un análisis de la capacidad sísmica de dichos componentes y se han definido actuaciones viables para mejorar su comportamiento sísmico. Además, en aquellos casos en los que no se ha podido justificar un margen sísmico significativo, se ha tratado de verificar que los potenciales efectos no afectarían a la capacidad de alcanzar y mantener la parada segura de la central ni provocarían consecuencias radiológicas inaceptables en el exterior.

El CSN considera que los análisis realizados, así como las acciones de protección identificadas en los informes de los titulares, resultan adecuados para abordar estas problemáticas. Pese a ello, en la evaluación realizada se han identificado diversos aspectos mejorables, en el caso concreto de inundaciones internas, para los que es necesario realizar estudios complementarios, así como la necesidad de reforzar la capacidad de algunos equipos y estructuras de los que actualmente disponen las centrales para hacer frente a este tipo de inundaciones.

En relación con los riesgos derivados de situaciones extremas de inundaciones que pudieran suceder en el entorno de la central, se ha comprobado en primer lugar la adecuación de la base de diseño de cada instalación frente a inundaciones externas, incluyendo la revisión de los datos hidrológicos y meteorológicos registrados en cada emplazamiento durante todo el tiempo de explotación, y se ha concluido que los niveles de inundación adoptados en su momento como base de diseño pueden ser considerados válidos actualmente.

También se han analizado los márgenes de seguridad frente a sucesos no esperables que pudieran dar lugar a niveles de inundación por encima de las bases de diseño. Los sucesos identificados como más críticos corresponden a la potencial rotura de presas situadas aguas arriba de algunos emplazamientos. En todos los casos se ha comprobado que dichas presas resistirían terremotos de una intensidad superior a los adoptados como base de diseño sísmico en cada emplazamiento y se han cuantificado además los márgenes sísmicos existentes en cada caso. Complementariamente, los titulares han realizado un análisis de las consecuencias que tendría en el emplazamiento la rotura de las citadas presas y han concluido que los niveles de inundación que se alcanzarían en las centrales afectadas por estos sucesos quedarían por debajo de la cota de explanación.

La evaluación realizada por el CSN, con el apoyo técnico del Cedex, concluye que los análisis realizados por los titulares son válidos y que la estimación realizada de los márgenes sísmicos de estas presas, más allá del valor existente en las bases de diseño de cada central, resulta justificada. Sin embargo, y con el fin de resolver ciertas inconsistencias que se han observado en las prácticas seguidas por las diferentes administraciones públicas concernidas por esta problemática, el CSN considera necesario profundizar en los análisis de rotura de presas, por lo que en el futuro podría ser necesario revisar los estudios realizados y adoptar las medidas que se pudieran derivar de los nuevos resultados.

Otro aspecto analizado es el relacionado con la posibilidad de que se produzcan otros sucesos naturales externos. Los titulares han realizado una reevaluación, específica para cada instalación, de este tipo de sucesos. Para ello han partido de un cribado previo, realizado con metodología probabilista, descartando aque-



llos sucesos cuya probabilidad de ocurrencia se estima que es menor que una vez cada cien mil años. Además han ampliado el alcance de los sucesos considerados para incluir aquellos que, aunque inicialmente cribados, sin embargo se podrían considerar creíbles en el emplazamiento. Además se han determinado los márgenes de seguridad existentes más allá de las bases de diseño aplicables y se han propuesto diversas acciones de mejora en aquellos casos en los que se ha identificado que los márgenes de seguridad existentes no eran suficientemente amplios. El CSN ha considerado que

las medidas de refuerzo y los análisis propuestos son adecuados, aunque requerirá a los titulares la realización de análisis adicionales para tener en cuenta posibles combinaciones de sucesos naturales extremos y la adopción, en su caso, de las medidas de mejora que resulten adecuadas.

Además de lo anterior, y a pesar de que los datos existentes indican que la probabilidad de ocurrencia de tornados en los emplazamientos de las centrales nucleares españolas es baja o muy baja, el CSN había ya iniciado, en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología,

un estudio específico para elaborar una *climatología* sobre la ocurrencia de tornados en las áreas próximas a estas instalaciones. A la vista de los resultados finales que se obtengan al concluir este estudio, el CSN podría considerar la conveniencia de requerir acciones adicionales, con el alcance que pudiera corresponder en cada caso.

Aspectos relacionados con la pérdida de funciones de seguridad (suministro eléctrico y sumidero de calor)
Tras analizar las líneas exteriores de alimentación eléctrica existentes, los titu-

lares han concluido que disponen de una alta robustez y fiabilidad, y resaltan el hecho de que los procedimientos existentes del operador de la red eléctrica (REE) dan prioridad, en caso de fallo, a la recuperación de la alimentación a las centrales nucleares, e incluye la alimentación preferente desde centrales hidráulicas cercanas.

La pérdida total de la energía eléctrica exterior forma parte de los sucesos ya incluidos en las bases con las que están licenciadas las centrales y que han sido objeto de evaluación e inspección previa dentro de los procesos habituales de supervisión del CSN. Las centrales disponen de alimentación alternativa a los sistemas de seguridad mediante generadores diesel de emergencia que cumplen los requisitos de redundancia y separación física requeridos por la normativa aplicable; estos generadores arrancan de forma automática en caso de pérdida de la alimentación normal. Dentro del programa de pruebas de resistencia, los titulares han verificado que la autonomía de estos equipos es, en todos los casos, de al menos siete días.

La pérdida total de alimentación eléctrica de corriente alterna (interior y exterior), también está incluida dentro de las bases de licencia de las centrales. Sin embargo, el suceso de Fukushima ha puesto de manifiesto la posibilidad de que esta situación se pudiera prolongar durante un largo periodo de tiempo. En este sentido, los informes de los titulares analizan detalladamente la secuencia de eventos y las funciones de seguridad que se requiere mantener en estas condiciones, identificando las situaciones límite esperables (la degradación del núcleo y la pérdida de integridad de la contención) y los tiempos en que estas se alcanzarían, considerando para ello solamente los equipos actualmente disponibles en las centrales.

Con el fin de aumentar la fortaleza de las centrales frente a este tipo de su-

cesos y de poder cumplir con el criterio —surgido dentro del contexto de estas pruebas de resistencia derivadas de las lecciones aprendidas del accidente de Fukushima— de mantener la central en una condición segura durante las primeras 24 horas contando únicamente con equipos disponibles en la instalación, ampliables hasta 72 horas con un apoyo exterior limitado, los titulares proponen las siguientes medidas adicionales de mejora:

- Realizar pruebas periódicas de recuperación del suministro eléctrico exterior desde centrales hidráulicas cercanas.

- Implantar diversas medidas de refuerzo basadas en el uso de equipos autónomos, como grupos electrógenos diesel y motobombas.

- Implantar medidas para tratar de asegurar la alimentación de corriente continua a los controles e instrumentación necesarios para mantener las condiciones de seguridad de la planta en tal situación.

- Incorporar capacidades adicionales para mantener la iluminación en los edificios en los que se realizan las actuaciones para la gestión del accidente y las acciones locales de recuperación.

- Adicionalmente a estas propuestas, que el CSN estima adecuadas, se ha considerado conveniente requerir, en algún caso concreto, el análisis de la viabilidad de medidas alternativas para reforzar las capacidades de refrigeración del núcleo y de la contención.

Además de los supuestos anteriores, y más allá del alcance establecido en las ITC del Consejo y en las especificaciones de WENRA y ENSREG, que sólo requerían valorar el tiempo de autonomía de las baterías una vez perdida la alimentación de corriente alterna, se han analizado las posibles actuaciones en caso de pérdida de total de la corriente continua.

Para ello se han considerado las posibilidades existentes de mantener la planta en condición estable mediante acciones manuales locales. En relación con estas acciones, el CSN requerirá a los titulares justificaciones adicionales acerca de la viabilidad de realizar las maniobras ahora identificadas.

En cuanto a los sucesos con pérdida total del sumidero final de calor, los titulares han analizado las características específicas de dichos sumideros y las situaciones que podrían dificultar o impedir su funcionamiento; también han analizado los sucesos de pérdida del sumidero final de calor coincidente con pérdida total de energía eléctrica. La conclusión obtenida es que todos ellos están envueltos por las condiciones que se producirían en los sucesos de pérdida total de energía eléctrica, por lo que las mejoras propuestas para esta situación serían también aplicables en estos casos. El CSN ha considerado adecuados estos análisis así como sus conclusiones.

Aspectos relacionados con la gestión de accidentes

Tras el análisis realizado, y para incrementar la capacidad de respuesta y reforzar su organización de emergencia, los titulares proponen, entre otras, las siguientes acciones de mejora:

- Creación de un Centro de Apoyo en Emergencia (CAE) común para todas las centrales, que dispondrá de medios humanos y materiales con capacidad de intervención en cualquiera de las instalaciones en un plazo máximo de 24 horas.

- Construcción en cada emplazamiento de un Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) de diseño





Vista aérea de la central nuclear de Almaraz junto al río Tago.

sísmico y dotado de medios de blindaje y protección contra la radiación, con objeto de facilitar las operaciones de emergencia en situaciones extremas.

— Estudiar la conveniencia de mejorar los medios auxiliares disponibles y, en especial, los medios de comunicación tanto internos, que faciliten las actuaciones del personal interviniente en la gestión de una emergencia, como externos, que permitan mantener la necesaria comunicación con las organizaciones exteriores involucradas (oficinas centrales del titular, CSN y autoridades civiles).

— Realización de análisis complementarios para identificar las medidas más apropiadas para reforzar las actuales organizaciones de respuesta ante emergencias.

El CSN ha considerado que todas estas medidas responden muy adecuadamen-

te a las planteadas tras la experiencia de Fukushima, aunque adicionalmente se requerirá, en las ITC previstas, que cada titular presente para su aprobación, en el plazo de un año, los resultados de estos últimos análisis, detallando los planes de mejora y los refuerzos previstos para la organización de emergencias, y en los que deberán tener en cuenta, entre otros aspectos, los siguientes:

— En centrales con más de una unidad, considerar la potencial ocurrencia del accidente simultáneamente en todas las unidades.

— Revisar la viabilidad de asignar a un puesto concreto de la organización de emergencia más de una función, ya que probablemente se debieran realizar de modo simultáneo.

— Analizar las dotaciones mínimas de recursos humanos necesarios para permitir realizar las actuaciones

previstas con los nuevos equipos portátiles propuestos dentro de las pruebas de resistencia.

— Además, el Consejo considera necesario que los titulares implanten, en el menor plazo de tiempo que se estime razonable, todas aquellas medidas de mejora que, por su efectividad, no necesiten de nuevos estudios de detalle para su definición.

Dado que los titulares han estimado que las condiciones radiológicas en los centros de apoyo a la emergencia distintos de la sala de control y el CAT obligarían a su evacuación en determinados escenarios de accidente severo, el CSN solicitará que los titulares planteen alternativas ante la necesidad de evacuación de dichos centros mientras los nuevos CAGE no estén definitivamente operativos.

Los titulares han analizado las posibles dificultades de acceso a los emplazamientos, tanto de personas como de equipos auxiliares, en caso de situaciones extremas causadas por sismos o inundaciones, identificando las vías y medios disponibles, así como diversas propuestas de refuerzo aplicables a estructuras o equipamientos.

Los titulares disponen actualmente de estrategias adecuadas para hacer frente a los accidentes severos en el reactor. Dichas estrategias están incluidas en manuales o guías de gestión de accidentes severos, previamente evaluados por el CSN. Como consecuencia de los estudios ahora realizados, las principales acciones de mejora propuestas en este campo son las siguientes:

— Instalación de métodos alternativos y diversos para poder inyectar agua a la vasija del reactor y a los generadores de vapor en caso de pérdida de los sistemas previstos en el diseño para estas funciones.

— Instalación de recombinadores de hidrógeno pasivos y autocatalíticos (PAR) en la contención de las centrales

en las que no se dispone todavía de ellos, aunque en el caso particular de la central de Garoña y dado que la misma opera con contención *inertizada* con gas inerte (nitrógeno), y teniendo en cuenta la experiencia de Fukushima, los PAR se instalarán en el edificio del reactor.

— Instalación de venteo filtrado de la contención, excepto en el caso de la central de Cofrentes, en la que el titular plantea analizar esta problemática más en profundidad, para lo que tendrá en cuenta las características inherentes a su diseño particular.

— Adopción de medidas adicionales para poder monitorizar, en caso de pérdida de la alimentación eléctrica de corriente continua, los parámetros críticos necesarios para la correcta aplicación de las estrategias de accidentes severos; medidas para reforzar la capacidad de prevenir secuencias de daño al núcleo con alta presión en el reactor, teniendo en cuenta el riesgo que ello supone para la integridad de la contención.

— Adopción de medidas para reforzar la capacidad real de implantar las estrategias existentes para la inundación de la contención y que tienen como objetivos el prevenir el fallo de la vasija del reactor durante un accidente severo y mitigar las consecuencias de este evento en caso de que ya se hubiera producido.

La evaluación del CSN concluye que dichas mejoras recogen adecuadamente la experiencia del accidente de Fukushima, por lo que son totalmente necesarias y reforzarán notablemente la capacidad de las centrales para hacer frente a los accidentes severos y para mitigar sus potenciales consecuencias. En cuanto al venteo filtrado de la contención, el CSN considera que la experiencia de Fukushima hace totalmente necesario el disponer de esta capacidad, por lo que va a requerir al titular que ha propuesto analizarlo más en profundidad que presente su análisis

en un plazo breve, para inmediatamente proceder a su evaluación detallada y así evitar posibles retrasos con respecto a los programas de implantación del resto de las centrales.

De acuerdo con lo requerido por el CSN, los titulares han analizado los sistemas de refrigeración de la piscina de combustible gastado y las estrategias existentes para hacer frente a una pérdida de los mismos, así como los aspectos relativos a la pérdida de blindaje radiológico que supondría el descenso de nivel de agua en dichas piscinas. Como ya se ha mencionado anteriormente en los informes presentados, los titulares proponen diversas mejoras para fortalecer la capacidad de respuesta de las centrales frente a escenarios de pérdida de funciones de seguridad de larga duración en combinación con sucesos externos; entre ellos se incluye la incorporación de medios alternativos, fijos y portátiles, para poder aportar agua a la piscina de combustible gastado. También proponen incorporar mejoras en la instrumentación de medida de nivel y temperatura del agua de estas piscinas. El CSN ha concluido que las mejoras propuestas son adecuadas para hacer frente a los accidentes que afecten a la refrigeración de la piscina de combustible gastado. Estas nuevas medidas deberán ser incorporadas en el conjunto de los procedimientos de operación existentes para situaciones de emergencia.

En cuanto a las condiciones radiológicas en caso de accidente severo, que en el caso del accidente de Fukushima se revelaron como uno de los principales condicionantes a la hora de adoptar las medidas de recuperación necesarias, los análisis de los titulares estudian en sus informes los procedimientos, medios humanos y materiales actualmente disponibles para el seguimiento y control de las dosis a los trabajadores y de las emisiones radiactivas durante el transcurso de la gestión de un accidente de este tipo,

concluyendo que los mismos son en general adecuados. Dentro de estos análisis, los titulares han estimado las dosis que recibirían los operadores en la sala de control en caso de producirse un escenario con pérdida prolongada de energía eléctrica y en el que resultase necesaria la apertura del venteo de la contención, con objeto de tratar de identificar medidas adecuadas para garantizar la protección del personal que se encuentre en dicha sala. En este contexto, el CSN considera positiva la propuesta de mejora presentada por algunos titulares para dotar, o estudiar su conveniencia, de una alimentación eléctrica adicional a las unidades de filtración de emergencia de la sala de control que pudiera ser utilizada en caso de una pérdida prolongada del suministro eléctrico; por ello, requerirá al resto de los titulares que analicen en detalle esta posibilidad. También se requerirá a los titulares que estudien y resuelvan las posibles incertidumbres identificadas en el desarrollo de los análisis de habitabilidad de la sala de control en las condiciones mencionadas. En cuanto a las condiciones radiológicas que pudieran afectar a la viabilidad de realizar actuaciones locales de recuperación en los diversos edificios de la central, los titulares han realizado análisis al respecto y proponen diversas medidas para reforzar sus capacidades actuales.

Dada la importancia de estos temas, el CSN requerirá la implantación en las centrales de mejoras adicionales para reforzar la capacidad de respuesta ante este tipo de escenarios. El Consejo espera que, para aumentar la eficiencia y la calidad del proceso, estos estudios se realicen de forma coordinada por parte de todos los titulares. En concreto, considera necesario estudiar la viabilidad, desde el punto de vista radiológico, de las principales actuaciones previstas en las guías de gestión de accidente severo y la elaboración de guías de actuación al respecto.



Los consejeros Rosario Velasco y Antoni Gurguá en una reunión de ENSREG, celebrada en enero de 2012, sobre la revisión de las pruebas de resistencia a las centrales nucleares.

Por último, existe otro aspecto que podría resultar crítico a la hora de gestionar adecuadamente un accidente severo en el que las tasas de dosis en el emplazamiento alcanzaran valores muy elevados. Se trata de establecer las dosis máximas que pudiera recibir el personal de la central al realizar acciones de recuperación que deberían considerarse aceptables. Para una correcta determinación de estos valores es necesario compatibilizar la necesaria protección individual de los trabajadores intervinientes con la viabilidad de realizar aquellas acciones que sean críticas para la mitigación del accidente, tal y como se puso claramente de manifiesto en Fukushima, donde fue necesario aumentar este valor durante el transcurso del accidente para poder realizar las acciones que la situación requería. Los titulares indican cuáles son los valores concretos que aplican, de acuerdo con su Plan de Emergencia Interior, aunque en algún caso proponen un nuevo valor. Dado que los niveles propuestos no son del todo homogéneos, puesto que se corresponden en unos casos con los ni-

veles de referencia establecidos por la ICRP-103, y en otros con los del TECDOC-953 y con las recientemente aprobadas BSS del OIEA, el CSN considera necesario emitir requisitos específicos que armonicen dichos niveles de referencia, para lo que tendrá en cuenta la práctica internacional existente así como las implicaciones sobre la protección radiológica individual de las actuaciones locales previsibles.

Conclusiones

Las centrales nucleares españolas han abordado el programa de pruebas de resistencia definido a nivel de la Unión Europea en respuesta a los sucesos de la central japonesa de Fukushima. El CSN, de acuerdo con lo previsto en dicho programa, ha realizado una evaluación detallada de los informes presentados por los titulares. La primera conclusión obtenida es que las centrales españolas siguen cumpliendo las bases de diseño que se recogen en las condiciones de sus vigentes autorizaciones de explotación; además, y para situaciones más allá de di-

chas bases de diseño, que son las que resultan relevantes de la experiencia de Fukushima, se han revisado aquellos aspectos que se han considerado significativos a la luz de lo ocurrido en dicha central. Las propuestas de mejora ahora planteadas por las centrales españolas constituyen un punto de partida muy positivo y permitirán aumentar significativamente la robustez de nuestras instalaciones frente a este tipo de sucesos que, aunque muy improbables, se ha demostrado que pueden realmente ocurrir. Además de lo anterior, el CSN ha identificado algunos otros aspectos en los que resulta necesario abordar acciones adicionales para poder concluir satisfactoriamente este proceso. Es de destacar que la implantación de todas estas medidas de mejora no constituye un punto final, sino únicamente un paso más, aunque muy importante, en el trabajo de mejora de la seguridad que están llevando a cabo este organismo y las centrales nucleares españolas. El CSN tiene previsto remitir a cada titular una nueva Instrucción Técnica Complementaria en la que se recogerán las conclusiones ahora obtenidas, y se requerirá la implantación, en plazos adecuados, de las medidas de mejora que se han identificado dentro de este proceso.

Complementariamente a las actuaciones desarrolladas a nivel nacional, se está desarrollando un programa europeo de comparación entre pares (*Peer Review*) en el que los resultados de las evaluaciones realizadas por cada organismo regulador van a ser objeto de contraste a nivel de todos los países de la Unión Europea, para garantizar la idoneidad y consistencia del proceso global. Este proceso se realizará con un alto grado de transparencia y sus resultados se discutirán en seminarios públicos, tanto a nivel nacional como internacional, en los que estarán invitados los diversos actores implicados.



Información correspondiente al III trimestre de 2011

58
Instalaciones

65
Seguridad física

66
Notificación de sucesos

67
Gestión de emergencias

69
Acuerdos del Pleno

Instalaciones

Centrales nucleares

Almaraz I y II

Al inicio del periodo la unidad I se encontraba en situación de parada para la vigésima primera recarga de combustible y las actividades de mantenimiento programadas. El 21 de julio se volvió a acoplar a la red y se realizaron las pruebas programadas hasta el 50% de potencia, manteniéndose en dicho nivel durante una semana por condicionantes medioambientales en el embalse de refrigeración de Arrocampo. En función de dichas condiciones se realizó un proceso de subida lenta de potencia hasta el 18 de agosto, en que se alcanzó el 100%, una vez superadas las limitaciones establecidas por el sistema de medida de caudal de agua de alimentación (*cross-flow*).

La unidad se mantuvo operando a la máxima potencia hasta el 5 de septiembre, en que, como consecuencia de una anomalía en una válvula del sistema de drenaje de calentadores, fue necesario parar una de las bombas y reducir la carga en turbina, recuperando la plena potencia ese mismo día. El día 8 de septiembre se produjo una disminución de capacidad de refrigeración de turbina,

por una anomalía en el aporte de agua bruta, y fue necesario reducir la potencia de la unidad hasta el 90%. Tras reparar el problema y recuperar la capacidad total de refrigeración, el día 10 se alcanzó de nuevo el 100% de potencia y continuó operando en dicho nivel durante el resto del mes.

La unidad II se mantuvo operando al 100% de potencia nuclear hasta el 8 de septiembre, cuando, al igual que en la unidad I, se produjo una disminución de la capacidad de refrigeración de turbina, por una anomalía en el aporte de agua bruta, y fue necesario reducir la potencia de la unidad hasta el 90%, recuperando el 100% el día 10 de septiembre y manteniendo esa potencia el resto del periodo.

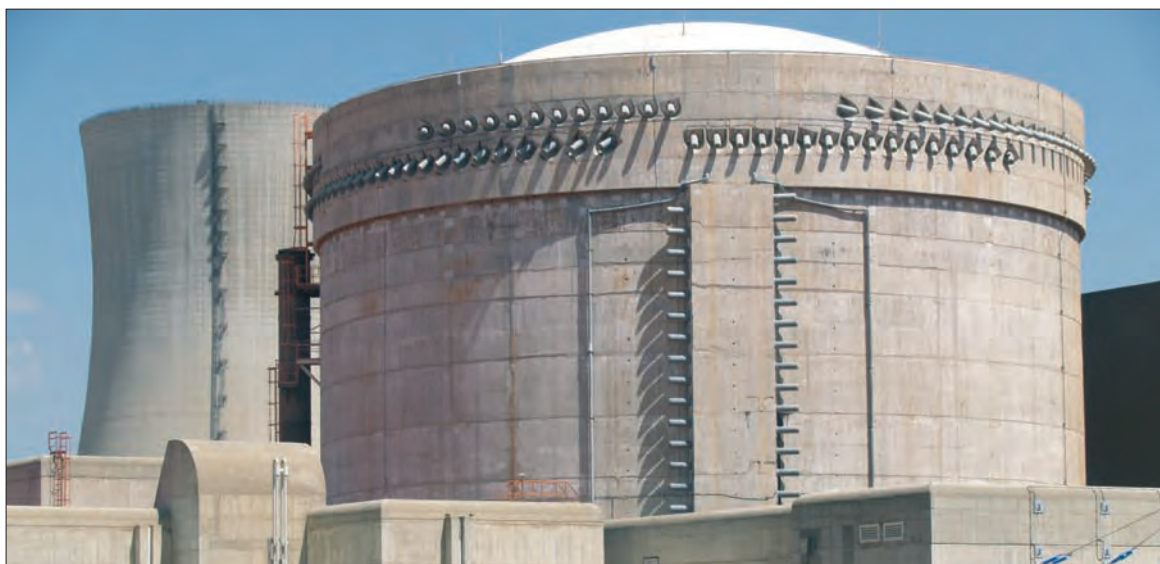
El día 20 de julio se produjo un transitorio de tensión, de origen externo a la central, que originó el arranque de los generadores diesel de las barras de salvaguardias y la secuencia de mínima tensión en las mismas. Recuperadas las condiciones normales, se procedió a la parada de los generadores diesel y equipos no requeridos en funcionamiento.

El día 10 de agosto se llevó a cabo la prueba trimestral de válvulas de turbina.

Durante el trimestre el CSN ha realizado cuatro inspecciones a la central.



Central nuclear de Almaraz.



Central nuclear
de Ascó.

Ascó I y II

Durante el trimestre la unidad I funcionó correctamente, salvo en los siguientes cuatro sucesos notificados, todos ellos calificados como 0 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES):

El 19 de julio el titular activó el Plan de Emergencia Interior en categoría de Prealerta por fuertes vientos, aunque se comprobó que era un error de los sensores de la torre meteorológica de la instalación, por lo que se corrigió el problema y se desactivó el Plan de Emergencia Interior ese mismo día.

El 25 de julio se superó el valor de caudal máximo de cierres a una bomba de refrigerante del reactor recogido en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF), debido a un fallo en el transmisor de caudal de inyección de cierres de una bomba de refrigerante del reactor. Tras realizar las mediciones correspondientes, se observó que el caudal total real que estaba circulando por las líneas de inyección a cierres, era de 7,7 m³/h, valor superior a los 6,81 m³/h exigido por las ETF, por lo que se sustituyó dicho transmisor y se verificó nuevamente la medida de caudal con resultado satisfactorio.

El 4 de agosto se produjo el aislamiento de la ventilación del edificio de contención, por actuación del monitor de radiación de gases del mismo. El suceso se produjo debido al deterioro de algunas vainas de combustible del actual ciclo del reactor, lo que ha provocado un aumento de la actividad en el circuito primario y en consecuencia se ha observado un incremento en las lecturas del monitor de radiación de gases durante tres segun-

dos. Tras analizar el problema, se concluyó que era una lectura incorrecta, generada por el propio proceso de cálculo de los algoritmos del monitor, que han sido modificados.

El 15 de septiembre se declaró la inoperabilidad de un amortiguador antisísmico de una línea de agua de refrigeración de salvaguardias tecnológicas, ya que no tenía correctamente fijados todos los tornillos de su sistema de anclaje. Se sustituyó el soporte afectado, y se realizó una prueba de vigilancia para verificar la operabilidad del amortiguador con resultado satisfactorio.

Por su parte, la unidad II tuvo tres sucesos notificables, uno común con la unidad I, el del 19 de julio, ya reseñado. Todos ellos fueron calificados como nivel 0 en la escala INES

El 10 de julio, se produjo el aislamiento de la ventilación de la sala de control por actuación del sistema de detección de gases tóxicos, al detectar uno de los dos analizadores una concentración de cloro que superaba el valor del punto de consigna. Una vez revisado el analizador, se determinó que la señal no era real y que se debió a la presencia de agua condensada en el conducto de aspiración de dicho analizador, que produce un error en la medición de la composición química de la muestra de aire a analizar. La actuación automática de los equipos y válvulas del sistema de aislamiento fue correcta y el otro canal redundante permaneció en todo momento en valores normales.

El 16 de julio se inició manualmente una bajada de carga y posterior salida de delta I de su ban-



da de maniobra por avenida de algas en el río Ebro, que produjo una disminución rápida del vacío del condensador, ocasionada por la parada automática de dos de las cuatro bombas de agua de circulación al obturarse las rejillas móviles situadas en la aspiración de dichas bombas. Adicionalmente, el descenso rápido de carga ocasionó que la Diferencia de Flujo Axial (DFA), se mantuviera fuera de su banda de maniobra durante 37 minutos. Retiradas las algas, se inició la recuperación de carga. Se ha establecido un programa de retirada de materia orgánica (macrófitos) del tramo situado entre la central hidroeléctrica de Flix y la estructura de toma de agua de la central nuclear de Ascó, y se ha solicitado a los organismos competentes un permiso para la eliminación (mediante siega) de las plantas acuáticas situadas en el cauce del río. Además, se está realizando un estudio para establecer unas barreras en la entrada del canal de toma de agua que impidan o retrasen la entrada de algas.

Durante el trimestre el CSN ha realizado seis inspecciones a la central.

Cofrentes

El periodo se inició con la central operando al 97,4% de la potencia térmica autorizada y así se mantuvo hasta el 2 de julio, en que se inició una bajada hasta el 76%, para reestructurar las barras de control, tras la cual y con todas las barras de control extraídas se alcanzó el 93,9%, dándose por iniciada la extensión del ciclo de combustible. El día 25 de julio se iniciaron las maniobras de reducción final de temperatu-

ra de agua de alimentación del reactor, las cuales finalizan el 31 de agosto, iniciándose el *cost-down* de fin de ciclo. El 24 de septiembre se realizan las maniobras para deshacer la reducción final de temperatura de agua de alimentación, y se inició la bajada de carga para la decimoctava recarga de combustible, desacoplándose al día siguiente de la red.

Durante este periodo el titular ha notificado un suceso al CSN, relativo a la anomalía en el motor de la válvula interior de aislamiento de la línea de aspiración del modo de enfriamiento en parada del sistema de extracción del calor residual.

Durante el trimestre el CSN ha realizado cinco inspecciones a la central.

Santa María de Garoña

Durante todo el trimestre la central estuvo operando al 100% de la potencia nominal excepto en dos ocasiones. La primera fue el 19 de julio, en que se llevó a cabo una reducción de potencia hasta el 93% para realizar un cambio temporal en las unidades de control hidráulico de dos barras de control. La segunda se produjo el 7 de septiembre, cuando se redujo hasta el 65% para realizar el cambio de secuencia de barras de control, pruebas de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y trabajos de mantenimiento en la caja de aguas nº 1 del condensador principal.

A lo largo de este periodo el titular no ha notificado ningún suceso.

El Consejo de Seguridad Nuclear comunicó al titular el día 21 de julio una Instrucción Técnica Complementaria (ITC) requiriéndole la presentación, antes del día 6 de julio de 2012, de una propuesta de modificación de los documentos oficiales de explotación de la instalación correspondientes al periodo de tiempo que abarca desde el cese de la explotación de la central, previsto para el 6 de julio de 2013, hasta que se conceda la autorización de desmantelamiento. Según establece dicha ITC, en la modificación de los documentos oficiales de explotación el titular tendrá en cuenta un análisis de los riesgos en la nueva situación de la instalación y describirá las actividades que se van a realizar que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica.

Durante el trimestre el CSN ha realizado cuatro inspecciones a la central.

Trillo

Durante el trimestre la central estuvo operando al 100% de su potencia nominal y sin incidencias, con las siguientes excepciones:

El día 29 de agosto se redujo potencia para la realización de la prueba periódica de válvulas de turbina.

Los días 12 y 13 de septiembre se redujo la potencia al 96% para controlar unas perturbaciones del sistema de aceite de cierres del alternador que no tuvo ningún impacto en la seguridad de la planta.

Durante este periodo de tiempo no se ha producido ningún informe de suceso notificable.

En todo este trimestre el CSN ha realizado seis inspecciones a la central.

Vandellós II

La central permaneció todo el periodo funcionando de forma estable y a plena potencia, sin que se registrasen incidencias operativas significativas.

El 2 de agosto el titular notificó un suceso, por la incidencia relativa al sellado de una penetración de separación de barreras de fuego en el edificio de componentes, que fue clasificado como de nivel 0 en la escala INES.

Durante el trimestre el CSN ha realizado una inspección a la central.

Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento

Ciemat

Durante el trimestre, han seguido ejecutándose las actividades del *Programa integrado de mejora de las instalaciones del Ciemat* (PIMIC).

Entre las tareas relativas al Pimic-Rehabilitación, ha continuado la caracterización radiológica y demás actividades de restauración de las parcelas del centro que aún quedan por rehabilitar.

En cuanto al proyecto Pimic-Desmantelamiento, en el que se cuenta con la asistencia de Enresa que actúa como responsable de la ejecución las actividades realizadas, des-

taca la caracterización final del hueco excavado en la zona denominada La Lenteja con objeto de proceder más adelante a su acondicionamiento y llenado. Se han impermeabilizado de las paredes del hueco con objeto de evitar una potencial recontaminación de zonas adyacentes. Además, se ha iniciado la excavación de tierras de una pequeña zona contaminada en la zona del foso F-1 perteneciente a la antigua IR-18.

Las instalaciones operativas del centro han funcionado con normalidad y se continúan los trabajos para la puesta en marcha de la nueva instalación IR-33 Laboratorio de Patrones Neutrónicos.

Durante el trimestre el CSN ha realizado tres inspecciones a la instalación.

Centro Medioambiental de Saelices el Chico (Salamanca)

La Planta Quercus se encuentra en suspensión temporal del desmantelamiento prorrogada de acuerdo con la resolución del 8 de julio de 2010 de la Dirección General de Política Energética y Minas.

Prosiguen sin incidencias las actividades asociadas al *Programa de vigilancia y control de las aguas subterráneas y de la estabilidad de estructuras* de la Planta Elefante, *Programa de vigilancia y control de las aguas subterráneas (PVCAS)* de todo el emplazamiento, y el resto de programas de vigilancia que afectan a la Planta Quercus.

Tras la evaluación de la documentación final de obra de la restauración minera y la propuesta de *Programa de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento restaurado*, se espera una nueva propuesta de programa que incorpore las conclusiones de la eva-



Central nuclear de Trillo.

luación. Dicha documentación deberá contar con la apreciación favorable del CSN antes de iniciarse el denominado periodo de cumplimiento del emplazamiento restaurado.

Otras instalaciones mineras

En la antigua mina de uranio de Casillas de Flores (Salamanca), el titular finalizó las obras de restauración en el denominado Pozo Salamanca, de acuerdo con lo requerido por el CSN. Siguen evaluándose los resultados de los *Programas de vigilancia y mantenimiento* de las minas restauradas de Casillas de Flores y Valdemascaño.

La empresa Berkeley Minera España S.A. ha continuado con sus trabajos en Salamanca, presentando los planes de labores y el avance de los informes sobre el cumplimiento de los criterios radiológicos aplicables, correspondientes al yacimiento de Fuenteaguinaldo, en Salamanca. Se ha informado favorablemente sobre tres permisos de investigación en la provincia de Salamanca (proyectos Villar, Halcón y Alimoche).

En el mes de abril, la Consejería de Economía y Empleo de la Dirección General de Industria de la Junta de Castilla y León solicitó un informe sobre la propuesta de modificación de la instalación radiactiva de la empresa Berkeley Minera España, situada en Salamanca, IRA-3047. Dicha propuesta ha sido evaluada.

Se han recibido del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de Salamanca de la Junta de Castilla y León, las resoluciones de autorización de los permisos de in-

vestigación denominados Salamanca XXX, Salamanca XXIX, Saelices el Chico y Salamanca XXV, todos ellos situados en Salamanca. En dichos permisos se insta al cumplimiento de los requisitos de protección radiológica que tienen como fin asegurar una adecuada protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente frente a la exposición a las radiaciones ionizantes. Dichos requisitos están referidos a las actividades iniciales, los niveles de desclasificación de materiales, el estudio del impacto radiológico producido, la protección radiológica de los trabajadores, la gestión de los materiales residuales, los ensayos de beneficio y estudios de viabilidad, la restauración de áreas afectadas, y los informes periódicos a remitir al CSN.

Fábrica de Uranio de Andújar

Durante este periodo el emplazamiento ha seguido bajo control, sin observarse incidencias. La instalación se encuentra en el denominado periodo de cumplimiento, cuyo objeto es verificar que determinados parámetros de diseño de la estabilización realizada alcanzan los valores preestablecidos y garantizan la idoneidad de la misma. Transcurridos los diez años inicialmente establecidos para dicho periodo, y al no haberse alcanzado aún los valores inicialmente previstos, ya que la evolución de los citados parámetros ha resultado más lenta que la supuesta inicialmente, el emplazamiento permanece en el mencionado periodo de cumplimiento. Enresa ha presentado la revisión del *Plan de vigilancia y mantenimiento* del emplazamiento que correspondía, que se encuentra en evaluación.



Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril

Durante el trimestre la instalación ha seguido bajo control, sin observarse incidencias significativas. Se han realizado las operaciones habituales del centro para la gestión definitiva de los residuos radiactivos de muy baja actividad y de residuos radiactivos de baja y media actividad.

Se han notificado tres sucesos por la superación de los límites fijados en las Especificaciones Técnicas de

Vista de una de las celdas de almacenamiento de El Cabril.

Funcionamiento en la cantidad de agua recogida por la red de control de infiltraciones de la celda 29 de almacenamiento de residuos de muy baja actividad, que se han debido a las intensas lluvias caídas en el emplazamiento, que han superado la capacidad de drenaje de la celda. Se han concluido los trabajos de la modificación de diseño de la celda, mediante la colocación de una carpa que cubre todas las líneas operativas de la misma, con lo que se pretende evitar la repetición de estos sucesos.

Enresa ha presentado una nueva revisión del *Plan de gestión de residuos* que está siendo evaluado por el Consejo.

Durante el trimestre el CSN ha realizado una inspección a la instalación.

Vandellós I

La instalación siguió bajo control durante este periodo, sin observarse incidencias significativas.

Durante este trimestre el CSN ha realizado una inspección a la instalación.

José Cabrera

Durante el trimestre ha continuado la ejecución de las actividades preparatorias dirigidas a adaptar los sistemas e instalaciones auxiliares de la instalación a las necesidades del desmantelamiento, así como las actividades de operación y vigilancia de la planta que se requieren en la documentación oficial aplicable al desmantelamiento de la instalación.

Entre ellas destacan las relacionadas con la modificación de los sistemas eléctricos; las de desmontaje de elementos convencionales en diversos edificios; las de adecuación de los sistemas de ventilación de los edificios de contención y auxiliar; las de mejora de los sistemas de protección contra incendios de diversos edificios; las de retirada de elementos en la cavidad del reactor y el foso del combustible gastado; las preparatorias para el desmontaje de grandes componentes y elementos radiológicos; así como las preparatorias que se están acometiendo para el



acondicionamiento de los almacenes de residuos radiactivos para su uso durante la fase de desmantelamiento. Por otro lado, se ha continuado la ejecución del *Plan de descargos definitivos* de los sistemas que no serán necesarios para el desmantelamiento de la instalación.

El 28 de julio el CSN emitió al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio dos informes favorables a la aprobación de las revisiones 1 de las Especificaciones de Funcionamiento y del Reglamento de Funcionamiento aplicables a la fase de desmantelamiento de la central.

En el mes de septiembre se inició la evaluación de los resultados de las pruebas de los nuevos sistemas de ventilación de los edificios de contención y auxiliar, así como de las unidades portátiles de ventilación a utilizar en la instalación durante su fase de desmantelamiento. De acuerdo con el condicionado de la autorización, los resultados de dichas pruebas requieren la apreciación favorable del CSN y está previsto que dicha apreciación se emita a lo largo del último trimestre de 2011.

Asimismo, en el periodo considerado han continuado las evaluaciones en curso en relación con la propuesta de modificación de diseño de adecuación de los almacenes temporales de residuos para su uso durante la fase de desmantelamiento y de la propuesta de modificación de diseño del edificio de turbina para su uso como edificio auxiliar del desmantelamiento. También ha proseguido la evaluación de la propuesta de modificación de diseño del almacén temporal individualizado (ATI)



de combustible gastado para su uso como almacén de residuos. De acuerdo con los límites y condiciones de la autorización, todas estas modificaciones de diseño deberán contar con la apreciación favorable del CSN.

Durante el trimestre el CSN ha realizado cuatro inspecciones a la instalación.

Fábrica de combustible de Juzbado

La instalación ha funcionado con normalidad durante el trimestre, habiendo permanecido en Modo de Operación 4 (parada de actividades productivas), por cierre vacacional desde el 23 de julio hasta el 15 de agosto. El titular notificó el 16 de septiembre un suceso por la pérdida del control de masa aplicable al posicionamiento de bidones en el almacén del área de gadolinio, cuando se estaba realizando una revisión de pastillas rectificadas de gadolinio en la cabina de inspección de dicho área. Las pastillas rechazadas se segregan a un bidón de residuos situado debajo de la cabina de inspección, bajo el que hay instalado un dispositivo de pesaje que dispone de una alarma para control de masa del bidón, tarada con un margen del 46% aproximadamente. El dispositivo de pesaje se apaga por falta de alimentación eléctrica, perdiendo el valor de tarado del bidón y el peso de las pastillas que se encontraban en el mismo con anterioridad, dando lugar a que el bidón tuviera una masa superior al límite asignado.

Con fecha 20 de julio de 2011 el Consejo de Seguridad Nuclear acordó conceder a la Fábrica de Juzbado una prórroga para la adaptación a la Instrucción

de Seguridad 26, IS-26, del CSN, sobre los requisitos básicos de seguridad nuclear aplicables a las instalaciones nucleares, hasta el 8 de noviembre de 2011.

Con fecha 12 de agosto se recibió en el CSN, la respuesta a la Instrucción Técnica Complementaria por la que se solicita a Enusa un informe de progreso sobre las pruebas de resistencia que, debido al accidente de la central nuclear de Fukushima, la fábrica debe realizar, y con fecha 15 de septiembre se recibió la revisión 1 de dicho informe.

Como consecuencia del suceso ocurrido el 14 de mayo de 2009, el titular continúa la revisión sistemática y en profundidad de todos los sistemas de seguridad de la instalación regulados por las Especificaciones de Funcionamiento, concretada en un *Programa sistemático de revisión de los sistemas de seguridad*. Se ha ampliado el alcance de este programa, incluyendo la documentación sobre recogida en otros documentos oficiales de explotación, y su extensión en el tiempo, de forma que se prevé su finalización a mediados de 2012.

Por último, el 7 de julio se realizó el preceptivo simulacro anual conforme a los requerimientos establecidos en su Plan de Emergencia y con la participación de la Organización de Respuesta ante Emergencias del CSN.

Durante este periodo el CSN ha realizado dos inspecciones a la instalación.

Instalaciones radiactivas

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

Entre el 1 de junio y el 31 de agosto de 2011, el CSN ha realizado las siguientes actuaciones relativas a instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas: 12 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones, 28 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas y tres informes para declaración de clausura; dos informes para autorización de servicios de protección radiológica, tres informes para autorización de unidades técnicas de protección radiológica, un informe para autorización de un servicio de dosimetría personal, un informe para la autorización de retirada de material

radiactivo no autorizado; seis informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos x para radiodiagnóstico médico, cinco informes para autorización de otras actividades reguladas, tres informes relativos a la aprobación de tipo de aparatos radiactivos y seis informes relativos a homologación de cursos para la obtención de licencias o acreditaciones.

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

Entre el 1 de junio y el 31 de agosto de 2011, el CSN ha remitido 11 apercibimientos a titulares de instalaciones radiactivas y actividades conexas; de ellos, dos se han dirigido a instalaciones industriales, uno a una instalación de investigación o docencia y ocho a unidades técnicas de protección radiológica.

Seguridad física

Reglamentación y normativa

El 26 de septiembre, el Ministerio de la Presidencia aprobó el nuevo Real Decreto de Protección Física de Instalaciones y Materiales Nucleares y Fuentes Radiactivas y lo remitió para su publicación en el BOE

Licenciamiento y control

La seguridad física como área estratégica del Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares (SISC) entró en fase piloto el 1 de enero de 2011. El sistema establece un plan básico de inspección sobre seguridad física en centrales nucleares que requiere la realización de dos inspecciones diferentes por cada central nuclear y año con el objetivo de ejecutar los seis procedimientos de inspección que evalúan la operación y mantenimiento del sistema de protección física de la central. Durante el tercer trimestre de 2011 se ha realizado la segunda inspección correspondiente a las centrales nucleares de Coferentes y Trillo.

Así mismo, el sistema establece y define de cuatro indicadores relativos al funcionamiento del sistema de protección física de cada central. Los titulares han enviado los datos necesarios para el cálculo

de estos indicadores correspondientes al tercer trimestre de 2011.

Relaciones institucionales

Durante el tercer trimestre de 2011, el CSN ha mantenido diferentes relaciones institucionales en materia de protección física de instalaciones y materiales nucleares, prevención, detección y respuesta al tráfico ilícito de materiales nucleares y otro material radiactivo y en lo relativo a la lucha tanto nacional como internacional contra el terrorismo nuclear, siendo destacables las siguientes actividades:

Tras su constitución el 20 de junio de 2011, el Grupo de Trabajo para la Seguridad Física de las Instalaciones Nucleares (GTSFIN), ha elaborado, planificado y comenzado a impartir un plan específico de formación para los vigilantes de seguridad que prestan servicio en las centrales nucleares de potencia. Este grupo está formado por representantes de la Secretaría de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y Consejo de Seguridad Nuclear.

El grupo de trabajo específico (SES, CSN, CNI y Mossos d'Escuadra) para la definición, mantenimiento y actualización de la Amenaza Base de Diseño, siguió realizando sus trabajos según lo programado.

El CSN participó en las jornadas organizadas los días 28 y 29 de septiembre de 2011 por el Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas conjuntamente con la Dirección Adjunta Operativa de la Guardia Civil.



Página web del SISC.

Asimismo, se ha continuado colaborando activamente en las diferentes tareas del Grupo de Contacto Interministerial para Asuntos Nucleares (GCIAN), cuya misión es la implantación nacional de las diferentes acciones incluidas en la Iniciativa Global contra el Terrorismo Nuclear (IGCTN) en tres campos fundamentales: sistemas de detección de tráfico ilícito de material nuclear y radiactivo, ciencia forense nuclear y mitigación de consecuencias para actos malintencionados contra las instalaciones y los materiales nucleares y radiactivos.

Relaciones internacionales

Dentro de la relación que el CSN mantiene con el regulador estadounidense (NRC) en materia de seguridad física, y a solicitud de este último, se celebró en Madrid una reunión los días 6 y 7 de septiembre sobre la nueva propuesta de categorización de materiales nucleares que propone dicho regulador.

Por otro lado, el Consejo forma parte de la delegación española del Grupo Ad Hoc de Seguridad Física Nuclear, (AHGNS), constituido en el seno del Consejo de la Unión Europea para establecer criterios y recomendaciones sobre la resistencia de centrales nucleares contra actos malintencionados, y participó activamente en la última reunión de dicho grupo, el 21 de septiembre de 2011.

Notificación de sucesos

Incidentes en instalaciones nucleares

Durante el tercer trimestre de 2011 se recibieron en la Sala de Emergencias del CSN (Salem) un infor-



Sala de
dirección de la
Salem.

me de suceso notificable en una hora y 13 informes de suceso notificable en 24 horas; de estos, uno correspondía a la ampliación de la información enviada en el correspondiente suceso de una hora.

Incidentes radiológicos

El 8 de julio se recibió en la Salem un comunicado de Protección Civil de Cáceres sobre la actuación de la megafonía municipal de Almaraz ante una inexistente alerta nuclear. Se reenvió dicha información a la Junta de Extremadura.

El 20 julio se recibió una notificación por la pérdida de una fuente radiactiva encapsulada de Na-22 de 3,7 Mbq de actividad nominal (categoría 5, según la clasificación del OIEA) en la instalación radiactiva de medicina nuclear Gamma Delfos IRA-2332 (Barcelona). La desaparición de la fuente fue detectada el día 14 y confirmada el 15 de julio.

El 22 de julio el supervisor de la IRA-0282 comunicó a la Salem la imposibilidad de retraer a su posición de seguridad, la varilla sonda de un equipo de medida de densidad y humedad en suelos, marca Troxler perteneciente a la empresa Geotecnía y Cimientos S.A. El incidente ocurrió después de realizar unas mediciones en una obra situada en el tramo 2 del Eix Diagonal, en Canyelles (Barcelona). El equipo fue trasladado al búnker temporal de obra en donde, siguiendo las instrucciones de la UTPR, se logró volver a retraer la varilla a su posición de seguridad dejándose en el búnker hasta su traslado a Mecánica Científica para ser sometido a una revisión exhaustiva, incluyendo un ensayo de hermeticidad.

El 16 de agosto se recibió una notificación de la instalación radiactiva Applus Norcontrol S.L. sobre la imposibilidad momentánea de retraer la fuente radiactiva de Ir-192 de 44,02 Ci (1628,77 GBq) al gammagrafo MDS Nordión, durante los trabajos de radiografiado en la planta termosolar Astexol 2, en Olivenza (Badajoz). Las dosis de los dosímetros de lectura directa (DLD) del operador y del ayudante, tras la operación, fueron de 1,5 y 0,08 mSv respectivamente.

El 26 de agosto se recibió información procedente de la NRC a través de la web del OIEA sobre la declaración de Alerta de Emergencia en la central nuclear de North Anna (Virginia) por pérdida to-

tal de energía eléctrica exterior, debido al terremoto de 5,8° en la escala Richter, registrado tres días antes.

El 1 de septiembre se recibió notificación de la Dirección General de la Guardia Civil, por la detección de un cilindro con presunto gas radiactivo en su interior, localizado en una chatarrería de La Coruña. Un técnico del Servicio de Vigilancia Radiactiva de la Xunta de Galicia comprobó que no existía actividad radiactiva.

El 3 de septiembre se recibió notificación por la pérdida de tres fuentes radiactivas encapsuladas de categoría 5, utilizadas para gammagrafía, ocurrida en la instalación radiactiva del Hospital Universitario de Tarragona Joan XXIII.

El 12 de septiembre se realizó desde la Salem un seguimiento del accidente ocurrido en el centro Centraco para el tratamiento y acondicionamiento de residuos de baja actividad situado en Codolet cerca de Marcoule (Sureste de Francia). Se produjo una explosión en un horno dedicado a fundir residuos metálicos de baja o muy baja actividad en el interior del edificio. La radiactividad permaneció en el interior del edificio sin repercusiones en el exterior. Como consecuencia del accidente murió un empleado y otros cuatro resultaron heridos, uno de ellos grave, sin sufrir ninguno de los trabajadores contaminación. La Autoridad de Seguridad Nuclear francesa (ASN) activó su centro de emergencias en París y envió información a través del Sistema Ecurie.

El 20 de septiembre el supervisor de la instalación radiactiva 2725 comunicó por teléfono a la Salem un incidente en una obra situada en la autovía variante de Aranda de Duero (Burgos). Una moto niveladora golpeó a un equipo medidor de densidad y humedad de suelos (CPN), provisto de dos fuentes radiactivas encapsuladas (americio-241/berilio y cesio-137 de actividad respectivamente 1,850 y 0,37 GBq), produciendo la rotura de la carcasa del equipo y doblando la varilla. El equipo se trasladó al búnker que el titular (Inconsa) tiene en Aranda de Duero hasta su revisión por la empresa de asistencia técnica.

El 30 de septiembre el jefe del Servicio de Protección Radiológica del Hospital Virgen de la Victoria



Hospital
Universitario
Joan XXIII de
Tarragona.

(Málaga) notificó a la Salem un incidente ocurrido durante las actividades de asistencia técnica por Nucletron (IRA-1969) al equipo de braquiterapia de la instalación radiactiva IRA-2654 del hospital. Durante la sustitución de la fuente del equipo, la fuente de Ir-192 nueva que iba a ser instalada quedó fuera del blindaje en el interior del búnker; se planificó una operación para alojar la fuente en el interior del equipo, el técnico recibió una dosis por debajo del límite.

Gestión de emergencias

Activación ORE

Durante el trimestre la ORE se activó una vez. El 19 de julio a las 16:30 horas, la Organización de Respuesta ante Emergencias del CSN, en modo 1, movilizó al retén de guardia, como consecuencia de la declaración de una prealerta de emergencia en la central nuclear de Ascó. El titular comunicó telefónicamente a la Salem la activación de su Plan de Emergencia Interior (PEI) en estado de prealerta de emergencia por “vientos fuertes de más de 27,23 m/s (98 km/h)” promediados en 15 minutos. A las 20:59 horas, una vez que se comprobó que los vientos se encontraban en parámetros normales la central notificó al CSN la desactivación de la prealerta.

Planes de emergencia

El 22 de septiembre tuvo lugar en el Ayuntamiento de Trillo una sesión informativa sobre el Pengua, destinada a los responsables de las corporaciones municipales de las zonas I y II, municipios con Estación de Clasificación y Descontaminación y Áreas Base



de Recepción Social, organizado por la Subdelegación del Gobierno en Guadalajara en la que el CSN participó a través del jefe del Grupo Radiológico y del coordinador técnico de la Subdirección de Emergencias y Protección Física.

Por otro lado, se ha constituido el grupo de trabajo para la elaboración de la guía técnica que desarrollará los criterios establecidos en la Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo Radiológico, cuyo objeto es facilitar a las comunidades autónomas la planificación, preparación y respuesta en caso de emergencia radiológica.

Preparación ante emergencias

Durante este periodo, el CSN ha participado en los simulacros anuales preceptivos de los Planes de Emergencia Interior (PEI) de las centrales nucleares de Cofrentes y José Cabrera y de la fábrica de elementos combustibles de Juzbado.

Los simulacros se realizaron con un escenario secuencial de supuestos previamente desconocido, tanto para los actuantes de las instalaciones como del propio CSN, existiendo en ambas partes controladores para verificar que los simulacros se desarrollaban según lo previsto.

Los simulacros fueron presenciados *in situ* por inspectores del CSN, y la Organización de Respuesta ante Emergencias del CSN fue activada con el personal necesario para afrontar dichas situaciones simuladas. Asimismo, en el caso de la central nuclear de Cofrentes se activó el Centro de Apoyo Técnico,

así como el Centro de Coordinación Operativa (Cecop) del Plan de Emergencia Nuclear Exterior Penva.

Asimismo, el 22 de septiembre tuvo lugar un ejercicio de activación de la ECD de Requena perteneciente al Penva, durante el cual se coordinaron las actuaciones del CSN con las de los grupos operativos del plan exterior que participaron en el ejercicio.

Por otro lado, el CSN ha evaluado los aspectos relati-

vos a la gestión de emergencias contemplados en los informes preliminares de los titulares de las centrales nucleares españolas relativos a las “pruebas de resistencia” definidas en el seno de la Unión Europea a raíz del accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima.

Relaciones institucionales

Durante este periodo se han realizado las siguientes actividades de colaboración con otras instituciones:

El 15 de julio se celebró la segunda reunión de la comisión técnica paritaria del convenio de colaboración entre la Unidad Militar de Emergencias y el CSN sobre la gestión y el mantenimiento de un centro de emergencias de respaldo que podrá utilizar el CSN en caso de contingencias (Salem-2).

El Pleno del CSN aprobó el convenio de colaboración entre el CSN y la comunidad autónoma de Castilla y León para la preparación, planificación y respuesta ante emergencias radiológicas.

El 7 de julio y el 26 de septiembre se celebraron las reuniones de la comisión mixta de seguimiento y de la comisión técnica, respectivamente, del convenio de colaboración entre el CSN y la Generalitat de Cataluña.

En el tercer trimestre del 2011 la Salem ha recibido las visitas del responsable norteamericano de la iniciativa Megaport, acompañado de responsables de la AEAT, y del consejero de Empresa y Empleo de la Generalidad de Cataluña.

Relaciones internacionales

Durante el tercer trimestre de 2011 el CSN participó en los trabajos liderados por el OIEA relativos al establecimiento de instrumentos internacionales de armonización para proteger al público, bienes y medio ambiente de la presencia de materiales radiactivos en los movimientos transfronterizos de materiales metálicos.

Acuerdos del Pleno

■ Medidas para garantizar la manipulación de combustible gastado y contenedores del ATI de la central José Cabrera una vez desmantelada

En su reunión de 13 de octubre de 2011, el Pleno decidió, por mayoría, aprobar la propuesta conjunta del vicepresidente, Luis Gámir, y de los consejeros Antonio Colino y Antoni Gurguí, relativa a la aprobación de medidas para garantizar la capacidad de manipulación de combustible gastado y de contenedores en el ATI (Almacén Temporal Individual) una vez desmanteladas las instalaciones originales de la central nuclear José Cabrera. La presidenta, Carmen Martínez Ten, y la consejera Rosario Velasco formularon un voto particular al acuerdo adoptado.

Este asunto fue tratado en el Pleno de 28 de septiembre de 2011 y la decisión fue aplazada hasta celebrar una reunión de trabajo previa que había sido acordada en el Pleno en el mes de julio. Dicha reunión se celebró el 4 de octubre, participando en la misma los miembros del Pleno y las direcciones técnicas para recabar la opinión de estas últimas sobre la propuesta y para pedir información adicional con carácter previo a la toma de decisión por el Pleno.

La decisión propone el inicio de los trabajos pertinentes para determinar las infraestructuras que deberían permanecer y las medidas que deberían adoptarse en el emplazamiento de la central nuclear José Cabrera, para garantizar la capacidad de manipulación de combustible gastado y de contenedores en el ATI una vez desmanteladas las instalaciones originales de la central. Además, se emitirá una Instrucción Técnica Complementaria (ITC) que indique qué componentes o instalaciones deberían construirse de formar aneja al ATI para garantizar la fiabilidad de las barreras existentes para el confinamiento del combustible gastado y otros residuos de alta actividad.

■ Instrucción del Consejo IS-32, sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de centrales nucleares

En su reunión de 16 de noviembre de 2011, el Pleno del Consejo aprobó por unanimidad, una vez cumplido el trámite de comunicación previa al Congreso, la Instrucción de Seguridad IS-32, por la que se establecen los criterios generales que deben cumplir las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de las centrales nucleares españolas a lo largo de su explotación y para toda condición operativa.

■ Apertura de expediente sancionador a la empresa Applus Norcontrol

El Pleno del Consejo, en su reunión de 30 de noviembre de 2011 acordó por unanimidad la apertura de un expediente sancionador al titular de la instalación radiactiva de Applus Norcontrol S.L.U, por incumplimiento del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), por una infracción grave. Además, el Pleno decidió amonestar al supervisor de la instalación y hacer llegar a la dirección de la empresa la necesidad de respetar las buenas prácticas de la instalación. La propuesta fue analizada en la reunión del Comité de Revisión de Expedientes sancionadores de 3 de noviembre de 2011.

El titular incumplió el artículo 44 del RINR, relativo a las obligaciones del titular, al interrumpir la inspección del CSN el día 10 de noviembre de 2011 durante las labores de radiografiado en las instalaciones de la empresa REPSOL en Cartagena (Murcia). Dicho incumplimiento podría constituir una infracción grave, de acuerdo con la Ley 25/1964. ©



Trabajos de desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera.

Datos del segundo trimestre de 2011*

Durante el segundo trimestre de 2011, el Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC) registró 39 hallazgos de inspección, que el CSN categorizó con el color *verde* (baja importancia para la seguridad) y uno, de color *blanco* (importancia moderada) en la unidad I de Ascó, por el vertido de 25 m³ de refrigerante del reactor que mojó el calzado de 14 trabajadores. El suceso se produjo el 27 de abril durante la parada de recarga y fue clasificado como nivel 1 en la Escala INES. En cuanto a los 16 indicadores de funcionamiento por cada central, fueron todos de color *verde* en todas las centrales salvo dos de color *blanco* (de importancia entre baja y moderada), uno en la central Ascó I y otro en la de Cofrentes, ambos procedentes de trimestres anteriores.

El conjunto de hallazgos de inspección e indicadores de funcionamiento se integran en la matriz de acción, que tiene en cuenta los resultados de los

anteriores trimestres y establece las acciones a realizar por parte del titular y del CSN. La matriz de acción de seis de los ocho reactores nucleares que se encuentran operativos (Almaraz I y II, Ascó II, Santa María de Garoña, Vandellós II y Trillo) se situaron en la columna de “respuesta del titular”, por lo que el CSN se limita a mantener el programa base de inspección y supervisión, sin necesidad de realizar actuaciones especiales añadidas.

Ascó I y Cofrentes se encuentran en situación de “respuesta reguladora” por los indicadores *blancos* señalados, lo que conlleva la realización por parte del titular de un análisis para determinar la causa de los fallos identificados y establecer las acciones correctivas correspondientes. En estos casos, el CSN realiza una inspección suplementaria de grado I en la que se analizan tanto las deficiencias detectadas como las acciones emprendidas, que ya se ha llevado a cabo en Ascó.



SISC

Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares

CSN

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

www.csn.es

Inicio | Histórico de Datos | Hallazgos

Inicio

Acerca del SISC

Indicadores

Hallazgos

Matriz de Acción

Histórico de Datos

Documentación

Mapa del Sitio

Contacto

HALLAZGOS

Hallazgos (Trimestre 2 año 2011)

UNIDADES	Sucesos iniciadores	Sistemas de mitigación	Integridad de barreras	Preparación para emergencias	Protección radiológica ocupacional	Protección radiológica del público	Elementos Transversales
Almaraz I	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Almaraz II	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Ascó I	Blanco (1)	Verde (6)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Verde (4)	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Ascó II	Verde (3)	Verde (4)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Cofrentes	Verde (2)	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
S.M. Garoña	Verde (1)	Verde (4)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Trillo	Verde (1)	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Vandellós II	Verde (2)	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos

(*) Últimos datos disponibles al cierre de la revista. Pueden consultarse datos más recientes en www.csn.es

Inicio	INDICADORES
Acerca del SISC	Indicadores (Trimestre 2 año 2011)
Indicadores	
Hallazgos	
Matriz de Acción	
Histórico de Datos	
Documentación	
Mapa del Sitio	
Contacto	

	Sucesos iniciadores			Sistemas de mitigación						Integridad de barreras		Preparación para emergencias			Protección radiológica	
	I1	I3	I4	M2	M1A	M1B	M1C	M1D	M1E	B1	B2	E1	E2	E3	O	P
Almaraz I	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Almaraz II	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Ascó I	V	V	V	V	B*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Ascó II	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Cofrentes	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	B	V	V	V	V
S.M.Garóña	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Trillo	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
Vandellós II	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V

(*) El color resultante corresponde al valor calculado en el trimestre anterior, ya que los datos de este indicador se entregan retrasados un trimestre

Inicio	MATRIZ DE ACCIÓN
Acerca del SISC	Matriz de acción (Trimestre 2 año 2011)
Indicadores	
Hallazgos	
Matriz de Acción	
Histórico de Datos	
Documentación	
Mapa del Sitio	
Contacto	

Respuesta Titular	Respuesta Reguladora	Pilar Degradado	Degradaciones Múltiples	Funcionamiento Inaceptable
Almaraz I	Ascó I ¹			
Almaraz II	Cofrentes ²			
Ascó II				
S.M. Garóña				
Trillo				
Vandellós II				

¹ Ascó I se encuentra en la columna de respuesta reguladora porque desde el cuarto trimestre de 2009 mantiene en Blanco el indicador de funcionamiento "Índice de Funcionamiento de Sistemas de Mitigación" (IFSM) correspondiente a los generadores diesel de emergencia, perteneciente al Pilar de Seguridad de Sistemas de Mitigación. En el segundo trimestre de 2011 el CSN ha identificado un Hallazgo de inspección, categorizado como Blanco en el Pilar de Seguridad de Sucesos Iniciadores, debido a las deficiencias de los procedimientos de operación que ocasionaron el suceso ocurrido el día 27 de abril, durante la pasada parada de recarga, consistente en el vertido de unos 25 m3 de refrigerante del reactor desde el circuito primario al sumidero de la contención, que mojó el calzado de 14 trabajadores que estaban por la zona y que fue clasificado Nivel I en la Escala INES. Este Hallazgo no altera la Matriz de Acción porque pertenece a un Pilar de Seguridad diferente, pero permanecerá en la Matriz al menos cuatro trimestres, de acuerdo con lo establecido por metodología SISC para los hallazgos relevantes.

² Cofrentes se encuentra en la columna de respuesta reguladora porque desde el segundo trimestre de 2010 está en Blanco el indicador de funcionamiento de "Respuesta ante situaciones de emergencia y simulacros (E1)", perteneciente al Pilar de seguridad de Preparación para emergencia, como resultado de haber aplicado los nuevos criterios más precisos establecidos por el CSN para los indicadores de este Pilar de seguridad.

Columna de respuesta del Titular

Una central está en esta columna cuando todos los resultados de la evaluación están en verde. El CSN mantendrá el programa base de inspección y las deficiencias que se identifiquen se tratarán por el Titular dentro de su programa de acciones correctoras.

Columna de respuesta reguladora

Una central está en esta columna cuando tiene uno o dos resultados blancos, sea indicador de funcionamiento o hallazgo de inspección, en diferentes pilares de la seguridad y no más de dos blancos en un área estratégica.

Columna correspondiente a un pilar degradado

Se considera que un pilar está degradado cuando existen en el mismo dos o más resultados blancos o uno amarillo. Una central está en esta columna cuando tiene un pilar degradado o tres resultados blancos en un área estratégica.

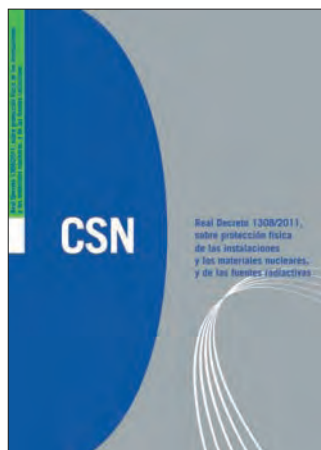
Columna correspondiente a múltiples/repetitivas degradaciones

Una central se encuentra en esta columna cuando tiene varios pilares degradados, varios resultados amarillos o un resultado rojo, o cuando un pilar ha estado degradado durante cinco o más trimestres consecutivos.

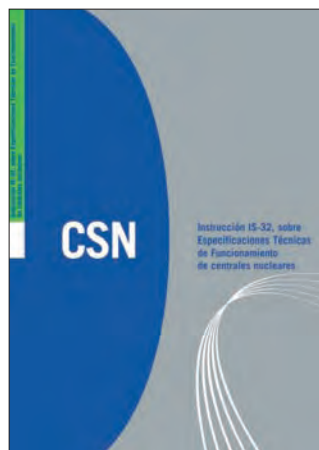
Columna de funcionamiento inaceptable

El Consejo coloca en esta situación a una central cuando no tiene garantía suficiente de que el Titular es capaz de operar la central sin que suponga un riesgo inaceptable.

PUBLICACIONES



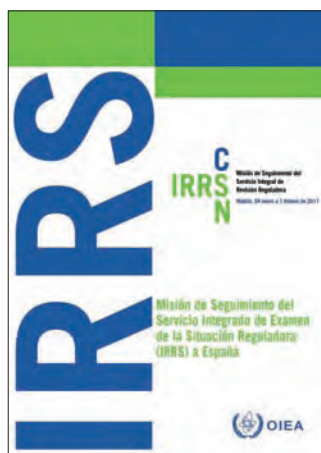
Real Decreto 1308/2011,
sobre protección física
de las instalaciones
y los materiales nucleares,
y de las fuentes radiactivas



Instrucción IS-32,
sobre Especificaciones
Técnicas de Funcionamiento
de centrales nucleares



Guía de Seguridad 1.19
Requisitos del programa de
protección contra incendios
en centrales nucleares



**Misión de Seguimiento del
Servicio Integrado de Examen
de la Situación Reguladora
(IRRS) a España**
Madrid, 24 enero a 1 febrero 2011

**Integrated Regulatory
Review Service (IRRS)
Follow up Mission to Spain**
24 January - 1 February, 2011 Madrid



alFa Revista de seguridad nuclear y protección radiológica

Boletín de suscripción

Institución/Empresa		
Nombre		
Dirección		
CP	Localidad	Provincia
Tel.	Fax	Correo electrónico
Fecha	Firma	

Enviar a **Consejo de Seguridad Nuclear — Servicio de Publicaciones**. Pedro Justo Dorado Delmans, 11. 28040 Madrid / Fax: 91 346 05 58 / peticiones@csn.es

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.

Pedro Justo Dorado Dellmans 11
28040 Madrid (España)
www.csn.es

