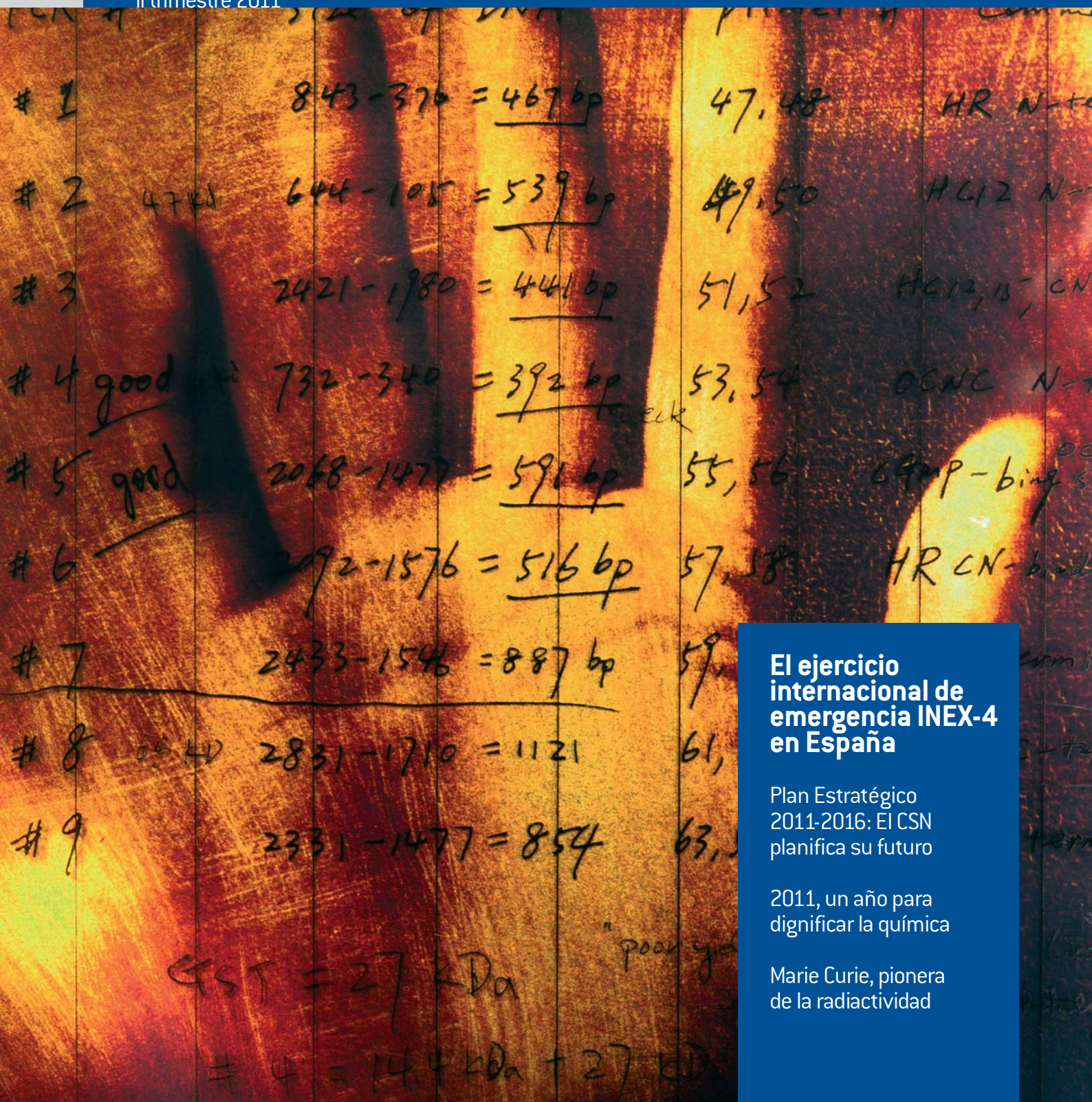




El ejercicio internacional de emergencia INEX-4 en España

Plan Estratégico
2011-2016: El CSN
planifica su futuro

2011, un año para
dignificar la química

Marie Curie, pionera
de la radiactividad

Las consecuencias del accidente de la central japonesa de Fukushima siguen centrando buena parte de la atención y el trabajo de las instituciones relacionadas con la seguridad nuclear y la protección radiológica. El Organismo Internacional de Energía Atómica ha llevado a cabo una misión en Japón en la que han participado expertos de organismos reguladores de varios países (entre ellos España, en la persona del director técnico de Protección Radiológica del CSN), con el fin de recopilar toda la información disponible, analizarla para extraer las debidas consecuencias, difundir las lecciones aprendidas y proponer nuevas medidas con el fin de evitar en el futuro accidentes similares y mejorar, en general, la seguridad de las instalaciones nucleares. Dentro de ese proceso, se ha celebrado en Viena una conferencia interministerial para dar a conocer los resultados preliminares de la misión, y el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG) también se ha reunido para coordinar las actuaciones propuestas y analizar en profundidad la preparación de las centrales europeas ante escenarios semejantes, mediante pruebas de resistencia de cada instalación. De todo ello damos amplia información en la sección Actualidad de este número de *Alfa*. En próximos números la revista incorporará artículos técnicos más amplios para informar adecuadamente de todos estos procesos.

Este 2011 se celebra en todo el mundo el Año Internacional de la Química, en recuerdo de la concesión del Premio Nobel de esta especialidad a Marie Curie, pionera indiscutible en las primeras investigaciones relacionadas con la radiactividad y descubridora de dos nuevos elementos químicos. Este número

de *Alfa* se abre con un reportaje dedicado a las actividades que se están desarrollando en España con motivo de la celebración y para difundir los beneficios que la ciencia química ha aportado al bienestar humano. Además, José Manuel Sánchez Ron, académico e historiador de la ciencia, traza una semblanza amplia de Marie Curie y sus investigaciones.

La Agencia de Energía Nuclear de la OCDE lleva dos décadas promoviendo la realización de ejercicios internacionales INEX, cuyo objetivo es desarrollar la capacidad de respuesta ante emergencias nucleares y radiológicas. Desde 2009 se desarrolla el ejercicio INEX-4, que en España dio lugar a un amplio simulacro en el que participaron 14 instituciones y centenares de personas. Incluimos en este número una doble descripción del desarrollo del ejercicio y sus conclusiones, desde la perspectiva de la Unidad Militar de Emergencias y de algunos técnicos del CSN que participaron en la operación.

Presentamos también un resumen del Plan Estratégico que guiará la actividad del Consejo de Seguridad Nuclear durante los próximos cinco años, elaborado por el vicepresidente del organismo, Luis Gámir. Otro de los artículos incluidos en este número recoge la charla pronunciada, en la sede del CSN, por Emilie van Deventer, responsable del Programa de Protección Radiológica de la OMS, sobre las radiaciones no ionizantes y los datos disponibles sobre sus posibles efectos.

Por último, entrevistamos a Pilar Gallego, hasta hace unas semanas directora general de Protección Civil; una institución con la que el CSN mantiene una amplia relación de colaboración en materia de emergencias.



“El nuevo Plan Estratégico guiará la actividad del Consejo de Seguridad Nuclear durante los próximos cinco años”

REPORTAJES

- 4 Un año para dignificar la química
La Asamblea General de la ONU proclamó 2011 como el Año Internacional de la Química, para difundir en todo el mundo las contribuciones que esta disciplina ha realizado, y realiza, al bienestar de la humanidad, y para atajar la extendida percepción negativa de la misma por sus riesgos y efectos nocivos. En España, se han programado centenares de actividades, coordinadas por el Foro Química y Sociedad.

A year in which to dignify chemistry. The General Assembly of the UNO has proclaimed 2011 International Chemistry Year, with a view to disseminating across the world the contributions that this discipline has made, and continues to make, to the welfare of mankind and to overcoming the widespread negative perceptions that people sometimes have of it because of its risks and harmful effects. In Spain hundreds of activities have been scheduled, organised by the Forum Chemistry and Society.

- 10 Marie Sklodowska-Curie, pionera de la radiactividad
El Año Internacional de la Química rememora la figura de Marie Curie, en el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química por el descubrimiento de dos elementos químicos, tras haber recibido el de Física en 1903 por sus pioneros trabajos sobre la radiactividad. El historiador de la ciencia José Manuel Sánchez Ron traza un retrato de la eminente científica, cuyo trabajo abrió nuevos dominios de la naturaleza, afectando a pilares básicos de la ciencia.

Marie Sklodowska-Curie, pioneer of radioactivity. The International Chemistry Year celebrates the figure of Marie Curie, on the centenary of her being awarded the Nobel Prize for Chemistry for discovering two chemical elements, having already received the award for Physics in 1903 for her pioneering work on radioactivity. The scientific historian José Manuel Sánchez Ron paints us a portrait of the eminent scientist, whose work opened up new vistas of nature and shook the very pillars of science.

RADIOGRAFÍA

- 20 Generadores de vapor

Steam generators

ENTREVISTA

- 22 Pilar Gallego, ex directora general de Protección Civil:
“Es un éxito que un simulacro no salga del todo bien”
La persona que ha estado durante tres años al frente de la institución que vela por la seguridad de los españoles y sus bienes ante las catástrofes, tanto naturales como de origen humano, habla del funcionamiento del servicio de Protección Civil, de sus éxitos, como su actuación durante el terremoto reciente de Lorca, y de sus retos para el futuro.

Pilar Gallego, ex-director general of Civil Defence: “If a drill does not quite work out it’s a good sign”. The person who for the last three years has been at the helm of the institution that oversees the safety of the Spanish people and their property in the face of natural and man-made catastrophes talks about the operations and successes of the Civil Defence Service and about its interventions during the recent earthquake in Lorca and the challenges for the future.

ARTÍCULOS TÉCNICOS

35 El ejercicio internacional de emergencia INEX-4 en España

Dentro del programa internacional de ejercicios INEX, promovidos por la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE, España llevó a cabo hace unos meses el ejercicio INEX-4, con el objetivo de comprobar la capacidad de respuesta de los servicios y organizaciones nacionales ante una emergencia radiológica. En el simulacro participaron 14 instituciones de diferentes administraciones y otras entidades, implicando a varios centenares de personas, bajo la dirección de la Unidad Militar de Emergencias del Ministerio de Defensa y del CSN.

The international emergency drill INEX-4 in Spain. A few months ago, Spain undertook the INEX-4 drill as part of the international programme of exercises INES, promoted by the OECD's Nuclear Energy Agency, the aim being to check the response capacity of the national services and organisations in the event of a radiological emergency. Fourteen institutions from different administrations and other bodies participated in the drill, involving several hundred people, under the leadership of the Military Emergency Response Unit and the CSN.

47 El CSN planifica su futuro

El Consejo de Seguridad Nuclear acaba de presentar su nuevo Plan Estratégico, que abarca el periodo 2011-2016. Su objetivo primordial es fortalecer la actividad del CSN en los cometidos que tiene encomendados: la protección de los trabajadores, la población y el medio ambiente frente a los efectos de las radiaciones ionizantes; el control de la seguridad de las instalaciones nucleares y radiactivas y la adecuada actuación ante las emergencias producidas en su ámbito de actividad.

The CSN plans its future. The Nuclear Safety Council has just presented its new Strategic Plan, which covers the period 2011-2016. Its fundamental objective is to strengthen the activity of the CSN in those areas for which it is responsible: the protection of the workers, the population and the environment against the effects of ionising radiations, control of the safety of nuclear and radioactive facilities and adequate response to emergencies occurring within its realm of competence.

51 El Programa de Protección Radiológica de la OMS

Texto de la conferencia que Emilie van Deventer, responsable del Programa de Protección Radiológica de la Organización Mundial de la Salud, pronunció hace unos meses en el CSN, en la que explicó las actividades e investigaciones que se desarrollan en su departamento para determinar los efectos nocivos de las radiaciones. Se centró especialmente en las radiaciones no ionizantes; algunas de las cuales, como las generadas por los teléfonos móviles, son objeto de intensos debates.

The WHO's radiological protection programme. Text of the conference given at the CSN a few months ago by Emilie van Deventer, manager of the World Health Organisation's Radiological Protection Programme, during which she explained the activities and the research carried out in her department to determine the harmful effects of radiation. She focussed especially on non-ionising radiations, such as those generated by mobile telephones, which are the subject of intense debate.

58 EL CSN INFORMA

70 SISC

72 PUBLICACIONES

alFa

Revista de seguridad nuclear
y protección radiológica

Editada por el CSN

Número 14 / II 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.

Un año para dignificar la química

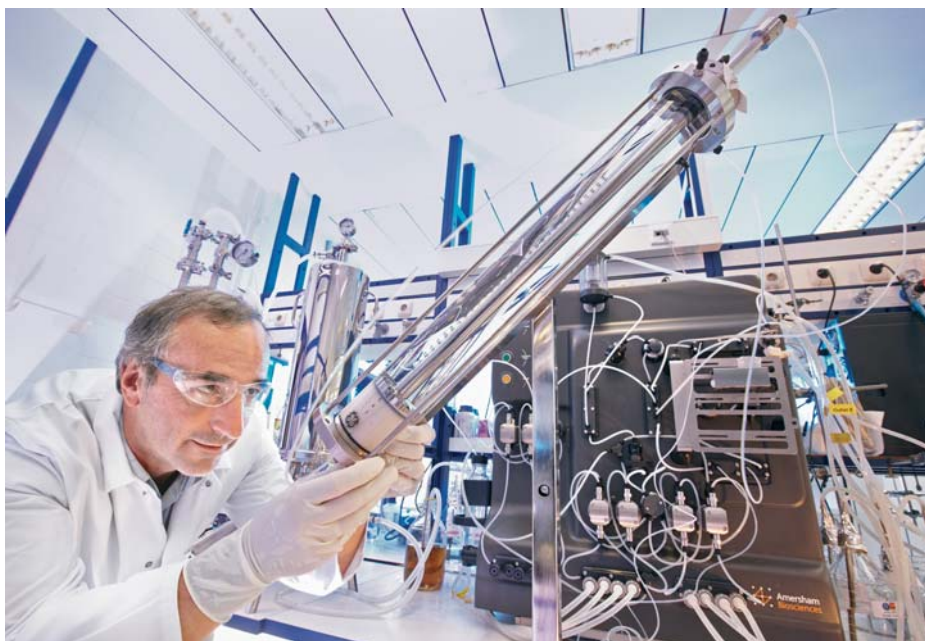
› Elena Zafra,
Periodista científica

Educación, innovación, seguridad, apoyo financiero, comunicación. Estos son los reactivos y catalizadores involucrados en la química del siglo XXI. Coincidiendo con el centenario del Premio Nobel otorgado a Marie Curie por sus aportaciones a esta disciplina, la Asamblea General de la ONU ha proclamado 2011 como el Año Internacional de la Química. Un punto de inflexión para equilibrar la percepción de riesgo y nocividad asociada a esta materia que algunos episodios traumáticos han instalado en el imaginario colectivo. Una ocasión de oro para celebrar una ciencia omnipresente cuyas contribuciones al bienestar de la humanidad son muchas veces invisibles pero siempre determinantes.

“El reto de la química es transmitir a la sociedad que es el vigía que nos permite prevenir, para no tener que curar, y a la vez, gozar”, resume María Isabel Mijares, miembro de la Academia Española de Gastronomía y secretaria de la Unión Internacional de Enólogos. Habla con la convicción que le da su experiencia. Es química, además de empresaria y por supuesto, mujer. Atesora incontables anécdotas —como aquella vez que le dijeron que “no era fea para ser científica”— que ilustran que ha vivido en primera persona la incorpo-

ración de toda una generación de emprendedoras a todos los ámbitos de la sociedad, entre ellos, al de la investigación en química y al de los negocios.

Para ella y para el mundo, este 2011 declarado Año Internacional de la Química (AIQ) en el centenario del segundo Premio Nobel recibido por Marie Curie, es doblemente importante porque además de reconocer y comunicar las aportaciones de la química pretende también destacar el papel, tantas veces infravalorado, de la mujer en la ciencia. Mijares ha empezado ya a celebrarlo, y muy bien



La celebración pretende reivindicar el papel de la química en la sociedad actual.



Acto de inauguración del Año Internacional de la Química en España.

acompañada. Son las 9:30 en la Residencia de Estudiantes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid y a esta misma hora, en diferentes lugares del mundo, investigadoras de varios países se reúnen de forma simultánea. Durante varias horas comparten su percepción del mundo científico y simbolizan el comienzo de estos 365 días de homenaje a una disciplina que se ha ganado un lugar preeminente en el ranking de las que más han aportado a mejorar la calidad de vida de la sociedad desde sus comienzos, hace 350 años, con la publicación de *The Sceptical Chymist*, el libro de Robert Boyle que situó la química en el panorama de la ciencia moderna.

En España, el Foro Química y Sociedad, entidad que agrupa a las principales organizaciones que trabajan en este sector, coordina la infinidad de actividades que se han programado para conmemorar el Año Internacional, entre ellas, el momento químico del que sus colegas femeninas disfrutaron en la Residencia de Estudiantes. Son los encargados también de dar el pistoletazo de salida oficial. El 8 de febrero, en un acto inaugural con importante presencia institucional, el pre-

sidente del Foro que también lo es de la Asociación Nacional de Químicos de España, Carlos Negro, puso de relieve las aportaciones y compromisos de quienes llevan años de dedicación plena a todos los ámbitos de la química en nuestro país. “El sector químico está creciendo a un ritmo del 5%, genera el 10% del producto industrial bruto y más de medio millón de empleos directos e indirectos. Es, además, el segundo mayor sector exportador de nuestra economía y primer inversor en investigación, desarrollo e innovación y protección del medio ambiente”, recordó Negro ante el vicepresidente del Gobierno (y químico), Alfredo Pérez Rubalcaba y los ministros de Educación, y Ciencia e Innovación además de otras personalidades del mundo de la química que se reunieron en la sede del CSIC para la ocasión.

La contribución de la química al bienestar de la humanidad, no siempre evidente a ojos del ciudadano de a pie, es innegable para las nueve instituciones que integran el Foro Química y Sociedad y que se proponen mantenerla y potenciarla. En consecuencia, los objetivos para este 2011 están claros y pa-

san por incrementar la apreciación pública de la química, promover el interés entre los jóvenes y fomentar el entusiasmo por un futuro creativo dentro de esta disciplina. “La ciencia química interviene en la búsqueda de soluciones a los grandes retos actuales y futuros, contribuye a crear nuevas sustancias, a explorar nuevas fuentes de energía a ofrecer respuestas a la demanda de nuevos fármacos, materiales y mejores alimentos”, certifica Rafael Rodrigo, presidente del CSIC.

Aunque son datos alentadores, en un país donde la ciencia la generan mayoritariamente entes públicos, la amenaza de la crisis planea sobre los logros de una disciplina que se distingue por su apuesta por la innovación y su alto grado de compenetración con otros sectores. “La producción de conocimiento de los químicos españoles supera claramente la media nacional en calidad y en cantidad y al mismo tiempo es una de las disciplinas que genera mayor número de patentes y de colaboraciones con la industria”, explica la ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia.

Un sector organizado y unido, estructurado para seguir haciendo química en la frontera. Un entorno donde el talento arraigue y quiera quedarse, donde la demanda de becas y oportunidades que garanticen y potencien esta pujanza en el futuro sea atendida. Es la reacción ajustada que formulan casi todos pero que pocos reconocen en el panorama actual. “En la universidad se está publicando mucho y bien, pero podríamos publicar más si tuviéramos más financiación, no sólo externa, sino también interna”, afirma Carmen Acebal, vicerrectora de Investigación y Política Científica de la Universidad Complutense de Madrid. “Estamos peleando mucho porque quienes comienzan una tesis doctoral tengan una carrera, por no perder posibles jóvenes investigado-

res a los que si no se les da alguna posibilidad se van”, concluye Acebal.

Un ejemplo de la buena química, que hacen los que se han quedado, y de la voluntad de coordinar esfuerzos para avanzar en el conocimiento la personifica Avelino Corma, fundador y director del Instituto de Tecnología Química, centro de investigación mixto creado en 1990 por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y el CSIC. “Sin el trabajo de mis colaboradores yo no estaría aquí. En España lo que necesitamos es trabajo de grupo. Necesitamos tener más y mejores grupos, bien estructurados, con suficiente masa crítica, interdisciplinares, capaces de atacar problemas de investigación en la frontera”, reivindica Corma al recoger la Medalla de la Década a la Investigación y la Innovación en esta disciplina, que le reconoce como el químico español más influyente de los últimos años. Con más de 700 publicaciones, Corma es el español más citado en la literatura científica internacional y uno de los químicos españoles más reputados del mundo. Además, sus 150 patentes son las que más ingresos generan.

En la misma línea, una de las personas que más tienen que decir en el ámbito de la innovación es precisamente una mujer. Margarita Salas, profesora *ad honorem* del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, eminente investigadora y ejemplo de vida dedicada la química, se felicita por que “ahora los investigadores están más mentalizados a patentar” y recuerda que los primeros pasos en este campo fueron vacilantes. “Cuando patentamos la DNA polimerasa de FagoPhi 29 en el año 89 fui al Consejo a preguntar porque entonces nadie tenía ni idea de cómo se hacía y me volví totalmente descorazonada porque el Consejo tenía tan poca idea como yo de hacer una patente.” Fue una suerte que finalmente encon-

trara la forma de vincular sus descubrimientos a la empresa porque “el 50% de todas las royalties que tiene el Consejo” han sido debidas a la patente de su bacteriófago, recuerda Salas.

Tanto el afianzamiento de la cultura de la innovación como la consolidación de una carrera investigadora que determine las mejores perspectivas para el futuro académico y profesional de los jóvenes aparecen en el horizonte inmediato de la química como dos grandes retos que deben priorizarse y cuyos cimientos deben reforzarse en este Año Internacional. “La vocación no nace, se hace. Y se hace trabajando e investigando”, insiste Margarita Salas.

Carmen Acebal, vicerrectora de Investigación y Política Científica de la Universidad Complutense de Madrid, se reafirma en la misma idea y llama a la responsabilidad de todas las instituciones, en especial de la universidad, en la implementación eficaz de la nueva Ley de la Ciencia. “Los jóvenes quieren ver un futuro más cierto y estamos perdiendo cantidad de cerebros porque no tenemos puestos que darles”, explica. “La nueva Ley de la Ciencia pretende mejorar el diseño de la carrera, pero en la universidad tenemos que llegar al convencimiento de que tiene que haber docentes y también investigadores que sean solamente investigadores”.

El énfasis que demuestran los científicos al hablar de su vida dedicada a la química y la investigación contrasta en ocasiones con el silencio e incluso el temor que despierta esta disciplina en la sociedad. La sombra de desastres como Seveso (1976) o Bophal (1984) es alargada y, además, hay que educar la mirada para aprender a ver la aportación de la química en cada detalle cotidiano. Romper la burbuja de desconocimiento que recluye a los químicos en su torre de marfil es quizá el compromiso más importante de este Año de la Quí-

mica. “No debemos perder la ocasión para contactar con los ciudadanos y hacerles llegar los mensajes necesarios para que perciban la química como un bien común que mejora su calidad de vida”, añade Nazario Martín, presidente de la Real Sociedad Española de Química. Por su parte, Carmen Vela, presidenta de la Sociedad Española de Biotecnología, abunda en la idea de memoria selectiva que rige con tanta frecuencia en nuestra sociedad. “Si hablas de insulina, la gente no sabe que eso es biotecnología. Pero si hablas de EPO, como se la ponen los ciclistas, entonces sí, pero ya tiene el carácter negativo”, ilustra.

¿Cómo luchar contra esta invisibilidad y contra la percepción en ocasiones negativa si cada vez menos jóvenes quieren dedicarse a la investigación? La educación aparece en boca de muchos como el gran desafío de la ciencia, y por extensión de la química, en nuestro país. Lo que hoy se considera un talón de Aquiles puede convertirse en un filón si mejoramos nuestra capacidad de explotarlo y atenderlo.

“No se van hasta que se acaba la última flor”, asegura Tomás Torroba, catedrático de Química Orgánica de la Universidad de Burgos. “Llevamos nitrógeno líquido y flores, y al meterlas, éstas se vuelven frágiles, das una palmada y desaparecen. Esto nos demuestra cómo es la materia, cómo cambia con la temperatura, y que muchas veces no es lo que parece. A los chavales les encanta.” Torroba es el responsable del espectáculo “La magia de la química”, programado en el IES Ramiro de Maeztu de Madrid con motivo del Año Internacional que tiene por objetivo acercar esta disciplina a los que están empezando a estudiar sus rudimentos. “Usamos experimentos para atraer a la gente joven, trabajamos con los componentes del aire, con el tiempo y con la luz”, explica Torroba, que lleva años realizando actividades de este tipo, conven-

cido de que es la mejor manera de impulsar la vocación desde la escuela.

Torroba, cuyo espectáculo está siendo retransmitido simultáneamente a institutos de toda España, no es el único que explota sin complejos el atractivo del experimento, ese elemento esencial del método científico. En este Año Internacional de la Química, la herramienta que propulsó esta disciplina y la hizo mayor sigue siendo su principal activo, el que en opinión de muchos falta en las escuelas pero es clave para sortear la crisis que aleja a los jóvenes de su aprendizaje.

“La medida del pH del agua la hemos hecho con 3º de la ESO y es una actividad que les resulta muy divertida. Es una de las propiedades que más oyen en los medios: un jabón de pH neutro, y aquí en Mallorca por el tipo de aguas que tenemos nos da valores más altos porque tiene muchas sales disueltas.”, explica Francina Plexas, jefa del Departamento de Química del IES Josep María Llompart de Palma.

Habla sobre el Experimento Global del Agua, una iniciativa en la que parti-

cipan centros educativos de todo el mundo impulsada por la Unesco y la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, entidades que dirigen y coordinan por mandato de Naciones Unidas las actividades relacionadas con la conmemoración del Año Internacional de la Química. Se trata de cuatro experimentos dirigidos a alumnos de primaria y secundaria, apoyados con abundante material didáctico, que servirán para generar el mayor mapa de la situación del agua a nivel global y sensibilizar a los chavales con conceptos químicos que ayudan a proteger este recurso esencial.

“Todo lo que sea laboratorio les encanta y lo hacen muy entusiasmados, trabajamos con grupos muy pequeños y procuramos que hagan todo ellos porque lo que les cuenten se les queda grabado en la memoria durante unos días, pero lo que hacen con sus propias manos, no se les borra”, comenta Elena Poncela, profesora del departamento de Química y Biología del Colegio Manuel Peleteiro de Santiago de Compostela, que también participa en el Experimento Global.



Entre los actos organizados destaca una mesa redonda integrada por 10 eminentes químicas españolas.

Los datos se comparten en la web del AIQ y gracias a una aplicación informática se genera un mapa mundial interactivo que demuestra el valor de la cooperación internacional en la ciencia. “Mediante su participación conocen importantes principios químicos como la salinidad, la solubilidad y el pH pero además aprenden las distintas soluciones que la química nos proporciona para que tengamos acceso a agua potable de forma segura”, explica Javier García Martínez, coordinador del Experimento Global del Agua y profesor Titular de Química Inorgánica de la Universidad de Alicante. “Los estudiantes descubren cómo la química puede utilizarse para que mil millones de personas que hoy en día no tienen acceso al agua potable puedan beber sin poner en peligro su salud”, afirma este investigador, ejemplificando el atractivo y el valor didáctico de la iniciativa.

A los alumnos les entusiasma y los profesores afirman que son actividades que apoyan claramente la transmisión de conceptos químicos, que sobre la pizarra resultan mucho más áridos. Sin embargo, la inclusión de los experimentos en los apretados horarios lectivos sigue siendo una excepción que depende muchas veces de la motivación individual de algunos profesores. Sobre este colectivo recae frecuentemente la crítica de no estar suficientemente preparados para inculcar la inclinación por el quehacer científico.

“Antes de los 12 años es cuando se despierta el espíritu científico de creatividad, de innovación y de búsqueda. Si sumamos que no existe experimentación, que las competencias científicas de la mayoría de los profesores de primaria son escasas, que el miedo a las matemáticas llega hasta bachiller, te encuentras con que a los 18 años el material elaborable para crear vocaciones ya no sirve y ya hemos perdido el tren”, afirma Pilar Martí, directora de Tecno-

logía Química de Repsol y presidenta de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible, SusChem España.

Desde las entidades que organizan en España el Año Internacional de la Química se pretende que el impulso a este tipo de metodologías no se limite a este año sino que se mantenga en el tiempo para poder hacer frente a los retos futuros con equipos investigadores que existirán porque su semilla la plantamos hoy.

Luis Oro, presidente de la Asociación Europea de Ciencias Químicas y Moleculares, insiste en esta idea: “Los contenidos docentes de química en enseñanza secundaria son insuficientes. Nuestros estudiantes dedican a ella la mitad del tiempo que dedican los estudiantes centroeuropeos y apenas realizan las actividades de laboratorio que requeriría su enseñanza”, explica preocupado. “La ciencia de calidad es cara pero contribuirá a una generación de jóvenes españoles más críticos y mejor formados. Hay que seguir invirtiendo en la investigación y la educación si no queremos que nuestros hijos vivan peor que nosotros”, concluye.

Pero, ¿podemos imaginar cuánto peor? Para hacerlo solo tenemos que retroceder tres siglos en la historia universal y observar el retrato descarnado de la vida al margen del conocimiento químico. Basta con volver a la época en que Robert Boyle y sus discípulos comenzaron a indagar en la relación entre el volumen y la presión de un gas y en los procesos implicados en la respiración de los animales, teorías aún sin base científica que Lavoisier convertiría 100 años después en una ciencia en el sentido estricto de la palabra. El laboratorio, el experimento, la sistematización le sirvieron al científico francés para demostrar el papel del oxígeno en las reacciones de combustión, para comprobar la conservación de la masa en una reacción química y para establecer el concepto de elemento.

Era el comienzo de un camino que se ha ensanchado y bifurcado indefinidamente. La química existía, por todas partes, pero éramos aún incapaces de servirnos de ella y de contrarrestar los efectos más perniciosos que tenía para la vida humana. Las personas morían a edades tempranas infectadas por patógenos a los que hoy somos inmunes gracias a fármacos y vacunas. Las cosechas eran exiguas y su productividad estaba a merced del ataque de plagas y enfermedades. No existían materiales que pudieran alargar la vida útil de los alimentos o imbricarse en nuestro cuerpo para devolvernos la movilidad de una articulación dañada.

Hoy, los polímeros tradicionales cargados con capas de arcilla dan lugar a nanocompuestos que permiten conservar la comida durante semanas y sabemos usar el titanio para fabricar el talle femoral de un implante de cadera. “Hace 50 años no se ponía una prótesis, y hoy, en este mundo en el que el 50% de la población que supera los 60 años es osteoporótico, fijaos lo que nos han brindando los biomateriales y lo que nos seguirán brindando”, ilustra María Vallet, catedrática de Química Inorgánica de la Universidad Complutense de Madrid.

La lista de avances y aplicaciones sigue, se pierde en el infinito, justifica ampliamente los fastos de este Año Internacional y permite mirar con esperanza al futuro. Acero sometido a una reacción química de galvanizado para el chasis de nuestro automóvil y un vidrio especial para fabricar el parabrisas. El *stent* de nitinol que, subido con un catéter por la femoral, se expande recuperando una forma prefijada al superar su temperatura de transición vítrea y refuerza la arteria coronaria. Desde los chalecos antibalas que protegen a los soldados en Libia o en Afganistán, hasta los vasos autocalentables que nos entibian la noche en una inhóspita gasolinera, todo

es química en el mundo globalizado del siglo XXI.

“Nuestro tiempo podría llamarse la *Edad del plástico*”, afirma Gabriel Pinto, catedrático de Química Orgánica de la Universidad Politécnica de Madrid y vicepresidente del área de Didáctica e Historia de la Real Sociedad Química Española. Este académico ha dejado por un día la facultad de ingeniería para cercarse al Cosmocaixa de Madrid, un centro que visitan anualmente cientos de grupos de escolares, para hablar de nuevos materiales y química. Hay pocos niños entre la audiencia, pero sí media docena de profesores de bachillerato cogiendo ideas para hacer la química espectacular, como promete el título de la conferencia, y como exige cada vez más la realidad a la que se enfrentan a diario en las aulas.

Y no parece que haya que rebuscar mucho porque día a día los investigadores avanzan en el descubrimiento de propiedades asombrosas que permanecían invisibles en elementos de lo más corriente. No hablamos solo del silicio —base hoy de la industria electrónica— y del carbono —a partir del que ya se conocen los grafenos, fulerenos y nanotubos que podrían revolucionar el mundo de la medicina, la energía y las telecomunicaciones en las próximas décadas— sino de otros menos conocidos pero que han entrado ya, silenciosos, de lleno en nuestras vidas. Ahí está el poliacrilato de sodio, un polímero superabsorbente que se utiliza, como podría pensarse, para el diseño de dispositivos de riego que almacenan agua, pero que permite también que nieve dentro de un plató de rodaje y que nuestro bebé se mantenga seco durante horas gracias los pañales modernos que lo incorporan desde hace años. Basta observar con cuidado para que los éxitos de la química se visibilicen a cada paso.

Pero no todo son loas para esta disciplina bicentenaria. “Hay cierta *químio-*



La química ha sido crucial para el desarrollo de nuevos fármacos.

fobia en la sociedad. Nuestra disciplina no se ha conseguido vender”, afirma Pilar Goya, directora del Instituto de Química Médica del CSIC.

En la raíz de este temor algunos apuntan la responsabilidad de la industria química que no siempre ha controlado sus efectos negativos sobre el entorno ni se ha esforzado todo lo posible por optimizar el consumo de recursos naturales. Como consecuencia, las emisiones contaminantes, la amenaza a la seguridad, a la salud y al medio ambiente, que se han hecho visibles con absoluta nitidez en algunos episodios críticos, han sembrado una sensación de inquietud que se sigue manifestando en numerosos eslóganes publicitarios “verdes” que abogan por consumir alimentos sin química, cosmética sin química y por adoptar estilos de vida alejados, supuestamente “por seguridad”, de todo lo que se derive de esta disciplina. La percepción negativa se centra en la asociación de química con “veneno” y “contaminación” y se infiltra en el tejido social al margen de la racionalidad.

“Los químicos no hemos sabido comunicar. Nos ha faltado un concepto fundamental que es la comunicación y en el mundo de hoy lo que no se comunica, no existe”, se lamenta María Isabel Mijares, miembro de la Academia Española de Gastronomía y secretaria de la Unión Internacional de Enólogos. “Al no comunicar, todo el mundo quiere hacer huevos sin química, patatas sin química... todavía hoy hay personas incluso con cierta cultura, que dicen ‘venga usted que le voy a dar un vino sin química’ y a mí cuando me lo dicen me echo a temblar, porque digo ‘Dios mío, ¿qué me van a hacer probar?’”, concluye Mijares.

Hace cinco años, ante la creciente preocupación por garantizar la protección de la salud humana y del medio ambiente, así como la libre circulación de sustancias químicas dentro del mercado de la UE, la Comisión Europea y las autoridades de los Estados miembros se plantearon la necesidad de modificar la política comunitaria sobre productos químicos. Hasta esa fecha esta consistía

en una colección de diferentes directivas y regulaciones que se iban modificando a medida que se introducían “nuevas” sustancias en el mercado. Como resultado de este proceso, en diciembre de 2006, la Unión Europea aprobó el Reglamento Reach que aspira a conocer los efectos reales de las 30.000 sustancias químicas más utilizadas, concretamente de aquellas de las que se produce más de una tonelada al año en el conjunto de los países de la Unión. La llamada química sostenible se convierte así en una prioridad del más alto nivel.

“El sector químico es el que más invierte para remediar los efectos en el medio ambiente, en saber cuáles son las necesidades de futuro para conseguir un mundo mejor”, afirma Pilar Martí, directora de Tecnología Química de Repsol y presidenta de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible, SusChem España. “La química es *per se* sostenible, porque la propia naturaleza es *per se* sostenible. Otra cosa son los malos usos, las malas prácticas, las decisiones políticas inadecuadas en su momento”, coincide Elena Domínguez Cañas, presidenta de la Sociedad Española de Química Analítica.

Aunque España no presenta los peores números en Europa en lo que respecta a percepción social de la ciencia, los actores implicados en la investigación y desarrollo de este sector tienen claro que queda mucho por avanzar para que esta disciplina ocupe el lugar que se merece, de acuerdo a la categoría de sus aportaciones que son muchas también en el campo ambiental. “La percepción social de la química hoy va asociada con que es algo peligroso, amenazador del medio ambiente”, insiste Elena Cañas, presidenta de la Sociedad Española de Química Analítica, pero lanza con convicción un mensaje esperanzador: “Si los problemas empiezan por la química, las soluciones pasarán también por la química.” ©

Marie Sklodowska-Curie, pionera de la radiactividad

› **José Manuel Sánchez Ron**,
Académico de la Real Academia
Española y catedrático
de Historia de la Ciencia
en la UAM

No son demasiados los científicos cuyos nombres son familiares para el conjunto de la sociedad, formado por personas con nula o muy escasa formación científica. Pero entre esos pocos, uno es, sin duda, el de Marie Sklodowska, Marie Curie (1867-1934) tras su matrimonio, en 1895, con Pierre Curie (1859-1906), polaca ella, francés él. El presente año, 2011, reavivará aún más su recuerdo, puesto que ha sido declarado por la Unesco Año Internacional de la Química, aprovechando que se celebra el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química a Marie Curie. Fue su segundo Premio Nobel —la primera persona en disfrutar de semejante reconocimiento—, ya que antes, en 1903, obtuvo el de Física, compartido con Henri Becquerel (1852-1908), descubridor en 1896 de la radiactividad, y con su esposo. A la vista de estas circunstancias, es un buen momento para recordar quién fue aquella mujer y cuáles sus principales contribuciones a la ciencia.

Marie Sklodowska

Marie Sklodowska nació en Varsovia el 7 de noviembre de 1867. Su padre, Wladyslaw Sklodowski, era profesor de matemáticas y de física en un liceo mientras que su madre, Bronislawa, dirigía una escuela de muchachas. Fue la última de los cinco hijos del matrimonio. La

Polonia en la que creció Marie estaba sometida a Rusia. Pero los polacos no aceptaban semejante situación con indiferencia; de hecho, cuando nació Marie todavía debía estar fresca la memoria del último intento de insurrección, llevado a cabo en 1863, intento que terminaría 18 meses más tarde con el ahorca-



Marie Curie fue condecorada con el Premio Nobel de Química en 1911, tras recibir el de Física en 1903.

miento de los jefes insurgentes. La futura científica no fue ajena a aquella atmósfera nacionalista; de hecho, ella misma participó en actividades clandestinas progresistas y anticlericales de movimientos nacionalistas universitarios, un comportamiento que tenía precedentes en su familia: su abuelo Jozef tomó, en 1830, las armas contra Nicolás I, zar de todas las Rusias y rey de Polonia. Marie Skłodowska fue a lo largo de toda su vida una patriota polaca, no importa dónde estuviese o qué hiciese. Cuando en 1898 descubrió un nuevo elemento químico, no dudó con qué nombre bautizarlo: polonio.

Marie finalizó sus estudios de bachillerato, a la edad de 15 años, habiendo sido siempre la primera de su clase. Tuvo entonces, sin embargo, que pasar un año en el campo, en casa de un tío suyo, notario en Skalbierz, cerca de la frontera de Galitzia, para recuperarse de lo que los médicos denominaron “depresión nerviosa”. Cuando regresó a Varsovia esperaba poder enseñar en alguna escuela “libre” (es decir, en la que sobreviviese el espíritu polaco), pero, como escribió en su autobiografía, “circunstancias familiares me obligaron a cambiar mi decisión. Mi padre, ya viejo y cansado, necesitaba descansar; su fortuna era muy modesta. De manera que decidí aceptar un puesto como institutriz de varios niños. Así, con apenas diecisiete años, dejé la casa de mi padre y comencé una vida independiente”. Las “circunstancias familiares” a las que se refería tenían que ver con que la situación profesional y económica de su padre: un día de 1873, al regresar de sus vacaciones, se encontró con una nota de la directora, rusa, de su colegio en la que le notificaba que dejaba de ser subinspector, lo que le significó perder el alojamiento gratuito que conllevaba el cargo, así como la mitad de su salario. Y la vida “independiente” fue, en realidad,

una serie de trabajos primero dando clases particulares y luego como institutriz en la Polonia “profunda”, abandonando, al menos por el momento, la esperanza de cursar estudios superiores.

No es posible entrar aquí en detalles de esa etapa de su vida, pero como muestra de los sentimientos que llegó a albergar entonces, reproduciré una carta que



La familia Skłodowskiej.



Sus hijas Ève e Irène.

escribió a su prima Henrietta Michalska en diciembre de 1886, que su hija Ève reprodujo en una biografía de su madre en la que escribió:

He adquirido la costumbre de levantarme a las seis de la mañana, para poder trabajar más, pero no puedo hacerlo siempre. Un anciano, muy simpático, padrino de Andzia, pasa una temporada aquí en este momento, y, a pedido de la señora Z. he tenido que rogarle, para distraerle, que me enseñe a jugar al ajedrez. También es necesario que haga la cuarta en los juegos de naipes, y esto me quita tiempo para mis estudios.

Leo en este momento:

1. La física de Daniell, de la que he leído ya el primer tomo.

2. La sociología de Spencer, en francés.

3. Las lecciones de anatomía y de fisiología de Paul Bers, en ruso.

Leo muchas cosas a la vez; el estudio seguido de una sola materia podría fatigar mi cerebro, ya bastante cansado [...]. ¿Mis planes para el porvenir? No tengo, o mejor dicho, son tan corrientes y simples que no vale la pena hablar de ellos. Despabilarme tanto como pueda y cuando no pueda más, decir adiós a este bajo mundo. El perjuicio será pequeño y los pesares que dejaré muy relativos.

Aunque obligada por la necesidad, había también otro propósito detrás de su trabajo como institutriz: ayudar a que su hermana Bronislawa (Bronia) pudiese estudiar medicina en París, y que ésta le ayudase luego a ella. Y el plan se cumplió: uno de los primeros días de noviembre de 1891 Marie Skłodowska llegaba a la Gare du Nord de París, la ciudad a la que tantos polacos de aquella época consideraban la “ciudad de la libertad y la ciencia”. Su destino era la Sorbona.

Marie Curie

Los cursos en la Facultad de Ciencias de la Sorbona comenzaron en 1891, el 3 de noviembre. Y a ellos se incorporó

Marie, una de las pocas mujeres, entre miles de hombres. En 1887, en efecto, el año en que su hermana Bronia se matriculó en la Facultad de Medicina, el número de mujeres que asistían a los cursos de la Sorbona era de 215, la mayoría extranjeras y estudiantes de medicina. Cinco años después, cuando Marie iniciaba su carrera, el número había disminuido algo, a 210, una minoría entre la población total estudiantil, que entonces superaba los 9.000 alumnos. Pero una cosa era matricularse, y otra llegar a obtener el correspondiente título: en 1893, el año en que Marie obtuvo su *licence ès sciences*, sólo otra mujer se licenció en toda la universidad de París. En 1894, cuando logró su *licence ès mathématiques*, fue una de las cinco que se graduaron. En cuanto a la cantidad de mujeres matriculadas en la Faculté des Sciences, en su primer año eran 23, de un total de 1.825 alumnos.

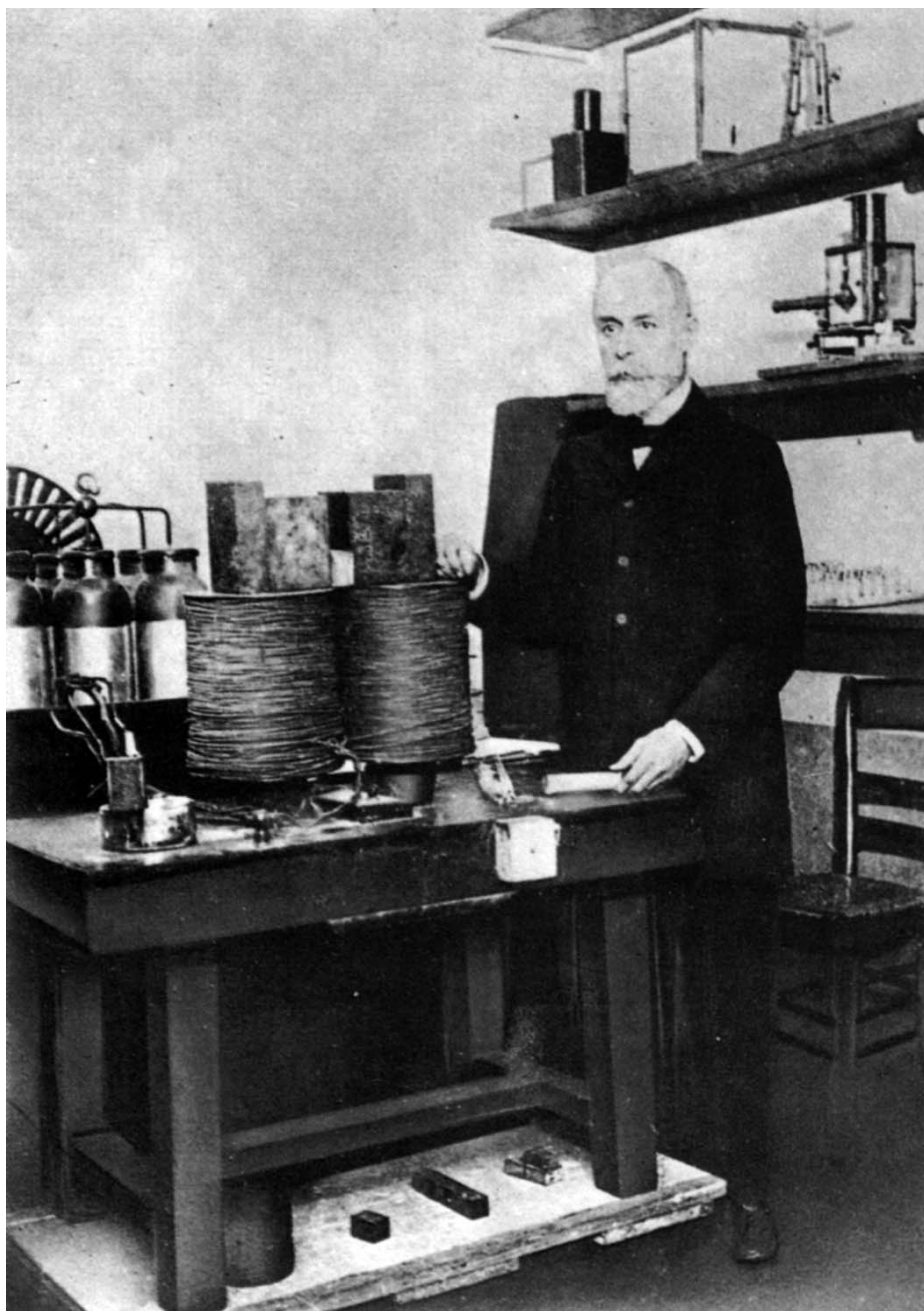
El nivel académico con el que se encontró era demasiado elevado para sus conocimientos, como reconoció en su autobiografía: “estaba insuficientemente preparada para seguir el curso de física de la Sorbona, ya que, a pesar de todos mis esfuerzos, en Polonia no había conseguido adquirir una preparación tan completa como la de los estudiantes franceses que seguían el mismo curso. Me vi obligada, por tanto, a compensar esta deficiencia, especialmente en matemáticas. Dividí mi tiempo entre cursos, trabajo experimental y estudio en la biblioteca. Por las tardes, trabajaba en mi habitación, a veces hasta muy tarde por la noche. Todo lo que vi y aprendí que era nuevo me encantaba. Era como si se me abriese un nuevo mundo, el mundo de la ciencia, que por fin me era permitido conocer con toda libertad”. Y así superó sus limitaciones, obteniendo las dos licenciaturas mencionadas, la segunda en 1894, el año en que conoció a Pierre Curie.

Pierre Curie nació el 15 de mayo de 1859, en París, hijo de Sophie-Claire y de Eugène, un médico republicano, socialista radical y anticlerical (no bautizó a sus hijos). De hecho, ni Pierre ni su hermano Jacques (1855-1941), al que siempre estuvo muy unido, asistieron al liceo, siendo educados en casa, en base a una filosofía pedagógica fundada en la observación, el razonamiento y la lucha frente a los prejuicios. Ello implicó, sin embargo, algunas deficiencias en su educación; en, por ejemplo, literatura o idiomas. De todas maneras, pudo obtener el título de bachiller en ciencias en noviembre de 1875. Dos años más tarde, en 1877, se licenció en Ciencias Físicas por la Facultad de Ciencias de la Sorbona. Una vez licenciado fue nombrado, el 1 de enero de 1878, *préparateur* adjunto en el laboratorio de física de la Sorbona del profesor Quentin Paul Desains, con quien firmó su primer artículo científico. En noviembre de 1882 entró, como *préparateur* de física, en la École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la ciudad de París, que acababa de ser fundada con la intención de formar, a lo largo de tres cursos, profesionales con conocimientos científicos para la industria. Se trataba de un centro educativo de nivel no demasiado elevado, lejos del prestigio de las grandes Écoles. Durante 12 años, Pierre Curie mantuvo el puesto de *préparateur*; en 1895, cuando ya hacía bastante tiempo que era conocido por sus aportaciones a la física, se creó en la École una cátedra para él. Mantendría ese cargo hasta 1905; fue, por consiguiente, mientras Pierre Curie era profesor de la École Municipale de Physique et Chimie Industrielles que él y Marie llevarían a cabo las investigaciones en el dominio de la radiactividad que les hicieron famosos.

De entre las aportaciones científicas de Pierre destacan sobre todo las que, en colaboración con su hermano Jacques, que trabajaba en el laboratorio de mine-

ralogía de la Facultad de Ciencias, dedicó a las propiedades eléctricas de los cristales, investigaciones que les conducirían al descubrimiento de la piezoelectricidad, un fenómeno que consiste en una polarización eléctrica producida por la compresión o expansión de cristales en la dirección del eje de simetría. Pero también se da el fenómeno recíproco: la compresión o dilatación de cristales piezoeléctricos cuando se ven expuestos a la acción de un campo eléctrico. Este fenómeno había sido previsto por Gabriel Lippmann, e implicaba una gran dificultad experimental para su detección, toda vez que las deformaciones resultantes son muy pequeñas. Pero en 1881, Jacques y Pierre Curie lograron ponerlo de manifiesto. De sus investigaciones, que implicaban el desarrollo de nuevos instrumentos de medida, los hermanos Curie dedujeron algunas aplicaciones prácticas; una resultó particularmente importante: un nuevo aparato, el electrómetro piezoeléctrico de cuarzo, que medía en términos absolutos pequeñas cantidades de electricidad, al igual que corrientes eléctricas de baja intensidad. En su momento, este instrumento rendiría importantes servicios al estudio de los fenómenos radiactivos, puesto que una forma de poner a éstos de manifiesto es mediante la conductividad eléctrica que provocan en tubos con gases enrarecidos.

El primer encuentro entre Marie Skłodowska y Pierre Curie tuvo lugar en la primavera de 1894, cuando ella ya se había licenciado en Física pero todavía no en Matemáticas. En su autobiografía, Marie rememoró aquel encuentro en los términos siguientes: “Uno de mis compatriotas, un profesor [Józef Kowalski] de la Universidad de Friburgo, que me había visitado, me invitó a su casa, junto a un joven físico de París, a quien conocía y estimaba mucho. Cuando entré en la habitación vi, enmarcado por la ventana francesa que se abría al balcón, un



Henri Becquerel en su laboratorio.

hombre joven y alto con pelo castaño rojizo y grandes, limpios, ojos. Advertí la expresión grave y amable de su cara, al igual que un cierto abandono en su actitud, sugiriendo el soñador absorto en sus reflexiones. Me mostró una sencilla cordialidad y me pareció muy agradable. Después de aquel primer encuentro expresé el deseo de verme de nuevo y continuar nuestra conversación de aquella tarde sobre asuntos científicos y sociales

en los que ambos estábamos interesados, y sobre los que parecíamos tener opiniones similares”. Habida cuenta de semejante impresión, no es sorprendente que un año más tarde, el 26 de julio de 1895, Marie y Pierre contrajeran matrimonio (civil). Fruto de su unión fueron dos hijas: Irène (1897-1956), en París, futura Premio Nobel de Física, junto a su marido Frédéric Joliot (1900-1958), y Ève (1904-2007), que aunque no eligió

la carrera científica no tuvo una vida menos interesante que sus padres y hermana: concertista, más tarde periodista (fue corresponsal de guerra para *Paris-Presse* y otros periódicos durante la Segunda Guerra Mundial), emigró a Estados Unidos después de la guerra, contrayendo matrimonio el 19 de noviembre de 1954, en Nueva York, con Henri Labouisse, que fue director de Unicef, organización para la que sirvió en alguna ocasión de embajadora.

El descubrimiento de la radiactividad

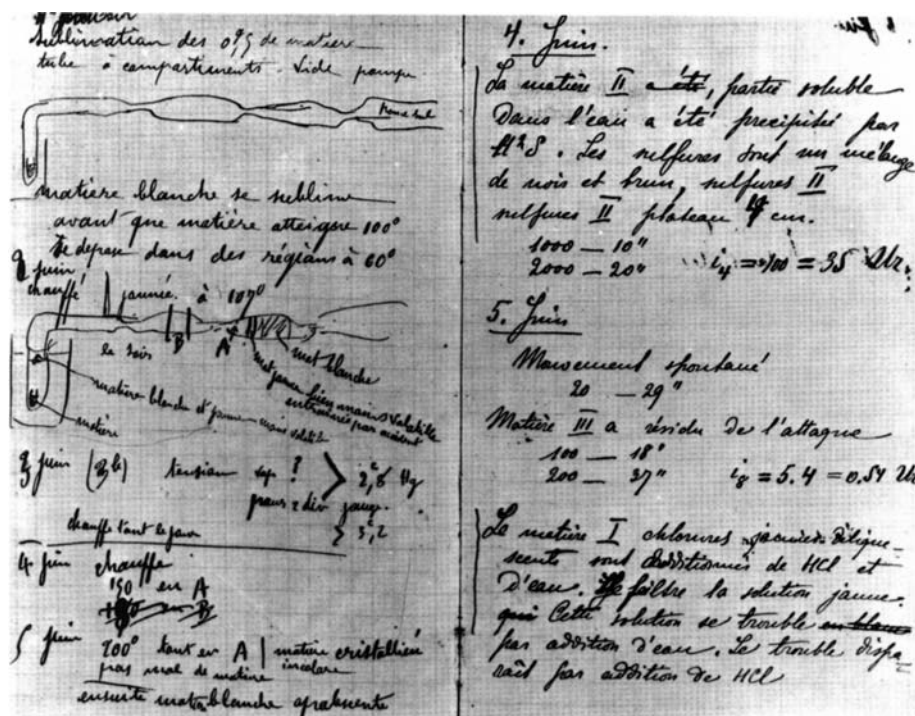
Casada y con sus dos licenciaturas, Marie decidió doctorarse. Y no encontró mejor tema que el de estudiar el fenómeno descubierto no hacía mucho por Henri Becquerel: “Mi atención”, recordó en su autobiografía, “había sido atraída por los interesantes experimentos de Henri Becquerel con las sales del raro metal uranio [...] Mi marido y yo estábamos muy excitados por este nuevo fenómeno, y decidí emprender un estudio especial de él. Me parecía que lo primero que había que hacer era medir el fenómeno con precisión. Para ello decidí utilizar la propiedad de los rayos que les permitían descargar un electroscope. Sin embargo, en lugar del electroscope habitual, utilicé un aparato más perfecto [...] No tardé mucho en obtener resultados interesantes. Mis determinaciones demostraron que la emisión de rayos es una propiedad atómica del uranio, cualquiera que sean las condiciones físicas o químicas de la sal. Cualquier sustancia que contiene uranio es tanto más activa emitiendo rayos, cuanto más contenga de este elemento”.

A pesar de lo que, más de un siglo después, estemos inclinados a pensar, en su momento el descubrimiento de Becquerel no atrajo excesiva atención. Marie Curie fue una de las pocas pioneras que se adentraron en él. El primer fruto de su interés fue un breve artículo publi-

cado en abril de 1898 en la revista de la Académie des Sciences, *Comptes rendus* y titulado “Rayons émis par les composés de l’uranium et du thorium”. Para sus experimentos, Marie utilizó un húmedo y frío cobertizo de ladrillo y cristales destinado a servir de lugar de almacenaje de la École Municipale de Physique et de Chimie industrielles, el centro en el que Pierre Curie era profesor.

Lo que hizo Marie en aquellas sus primeras investigaciones en el campo de la radiactividad fue, por un lado, estudiar —como señalaba en la cita que utilicé hace un momento— la conductibilidad del aire bajo la influencia de la radiación emitida por el uranio, y, por otra parte, buscar si existían otras sustancias, aparte de los compuestos del uranio, que convirtiesen al aire en conductor de la electricidad. El procedimiento experimental era, en principio, sencillo: colocaba el material a estudiar sobre una placa metálica frente a la que se encontraba otra placa, también de metal, que hacía las veces de condensador; utilizaba entonces el electrómetro de cuarzo piezoeléctrico de los hermanos Curie para comprobar si pasaba alguna corriente eléctrica por el aire contenido entre las placas. Cuanta mayor fuese la intensidad de esa corriente, mayor la “actividad” radiactiva de la sustancia. De esta manera, Marie examinó un gran número de metales, sales, óxidos y minerales. Los resultados que obtuvo indicaban que todos los compuestos de uranio eran activos y que lo eran, en general, tanto más cuanto más uranio contenían.

En sus experimentos, Marie Curie se había encontrado con una sustancia especialmente llamativa: “de los minerales que se han mostrado activos”, escribió, “todos contienen elementos activos. Dos minerales de uranio: la pechblenda (óxido de uranio) y la calcolita (fosfato de cobre y de uranio) son mucho más activos que el propio uranio. Este hecho es muy sorprendente e induce a creer que estos



Manuscrito de Marie sobre el descubrimiento del radio.

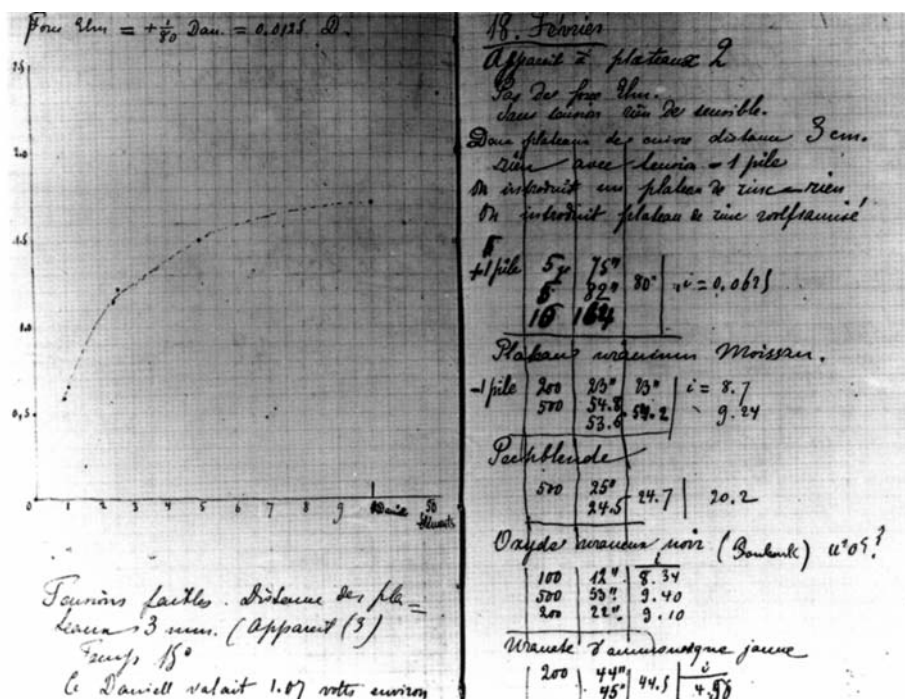
minerales pueden contener un elemento mucho más activo que el uranio”. Para comprobar si tal suposición era correcta tenía que intentar aislar el o los elementos que creía haber detectado indirectamente en esos minerales. Pero la tarea que se vislumbraba parecía demasiado exigente para ella sola, así que solicitó la ayuda de su marido. Pierre aceptó interrumpir, en principio temporalmente, las investigaciones que estaba realizando con cristales. Sería una interrupción menos temporal de lo que pensaba.

Parece que la colaboración entre Marie y Pierre Curie comenzó, de forma sistemática, hacia mediados de marzo de 1898. Tardarían unos tres meses en obtener su primer gran resultado: el que les animó a anunciar la existencia de un nuevo elemento químico: el polonio (bautizado así en honor de la patria de Marie). En efecto, fue el 18 de julio (1898) cuando presentaban en la Académie des Sciences su artículo: “Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende”. Fue en él, por cierto, la primera vez que se utilizó la expresión *radiactiva*; esto es,

activa en radiación, que emite radiaciones. Al mismo tiempo, Marie y Pierre introducían un término, *radiactividad*, que se imponería, frente a otros, ya olvidados.

Durante las investigaciones que les condujeron al descubrimiento del polonio, Marie y Pierre hallaron indicios de que, acompañando al bario separado de la pechblenda, podía existir otro elemento. Pero para continuar avanzando, los Curie pensaron que necesitaban más conocimientos y habilidades químicas que las que ellos poseían, y en consecuencia solicitaron la ayuda de Gustave Bémont (1857-1932), un químico que entonces era jefe de los trabajos de química mineralógica en la École de Physique et Chimie Industrielles. Tras varios meses más de duro trabajo, fueron capaces de separar ese segundo nuevo elemento, al que denominaron radio, un elemento que después demostró ser mucho más importante que el polonio.

El anuncio del descubrimiento lo efectuaron en la sesión de la Académie celebrada el 26 de diciembre. “Sur une nouvelle substance fortement radioactive,



Cuaderno de notas de Marie y Pierre Curie.

contenue dans la pechblende” fue el título que dieron a su artículo, firmado por los tres. En él señalaban que a lo largo de sus investigaciones habían “encontrado una segunda sustancia altamente radiactiva y totalmente diferente de la primera [el polonio] por sus propiedades químicas”, una sustancia que tenía “todas las apariencias químicas del bario casi puro”. Pero sabían que ni el bario ni sus compuestos son normalmente radiactivos, y por ello aplicaron procedimientos químicos dirigidos a intentar aislar el elemento radiactivo. En primer lugar obtuvieron una sustancia, en estado de cloruro hidratado, con una radiactividad 60 veces más fuerte que el uranio metálico. Insistiendo con más fraccionamientos, llegaron a una sustancia que poseía una actividad 900 veces mayor que el uranio, concluyendo que creían que “la nueva sustancia radiactiva contiene un elemento nuevo, al que proponemos dar el nombre de *radio*”. Es de suponer que lo bautizaron de esta manera porque, debido a la intensidad de su actividad, parecía ser el prototipo de elemento radiactivo.

El radio mostró ser un elemento extremadamente difícil de obtener. Tras cuatro años de duro trabajo, los Curie sólo pudieron separar 100 miligramos de elemento bastante puro, a partir de varias toneladas de mena de uranio. No es extraño, por consiguiente, que su precio fuese muy elevado: en 1921, por ejemplo, un gramo de radio costaba 100.000 dólares. Sin embargo, sus características justificaban semejante valor. Su vida media (el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de átomos de una muestra, básicamente también el tiempo que tarda en disminuir a la mitad la actividad de esa muestra) es de 1.600 años, frente a los sólo 138 días del polonio y 4.500 millones de años del uranio. El radio es, por tanto, una fuente de radiación estable durante cientos de años, y tiene, además, una intensidad 3.000 veces superior a la de una cantidad igual de uranio.

Premio Nobel de Física en 1903

El descubrimiento de dos nuevos elementos químicos, unos elementos, además, con propiedades notables, atrajo la

atención sobre la radiactividad, hasta el punto de que pronto fue celebrado con la concesión del Premio Nobel de Física, que recibieron en 1903, conjuntamente, Henri Becquerel, una mitad (el equivalente a 70.000 francos), y la otra, Marie y Pierre Curie. Era el tercer año de vida de estos premios.

Por mucho que pueda sorprendernos hoy, sabemos que Marie Curie pudo no haber sido incluida. Aunque no sean vinculantes, las propuestas que recibió la Academia sueca en 1903 son reveladoras en este sentido: Becquerel fue propuesto por seis colegas, Pierre Curie por cinco, y Marie Curie sólo por uno. Cuatro de los apoyos que recibieron Becquerel y Pierre Curie llegaron en forma de una carta firmada conjuntamente por Henri Poincaré, Eleuthère Mascart y Gaston Darboux (los tres miembros de la Académie des Sciences de París y también miembros extranjeros de la Academia de Ciencias sueca) y Gabriel Lippmann. La carta (sin datar) en cuestión es larga, pero merece la pena extraer de ella algunos pasajes:

Uno de los descubrimientos más importantes que se haya hecho en Física en los últimos años es el de la radiactividad de la materia. Se trata, en efecto, de un hecho absolutamente nuevo y que toca a la vez a las propiedades más íntimas de la materia y del éter. El que conserve todavía tal misterio no constituye sino una razón más para esperar que producirá aún descubrimientos interesantes e inesperados.

Este descubrimiento es debido a MM. Becquerel y Curie.

Después del descubrimiento de los rayos X, M. Becquerel tuvo la idea de buscar si los cuerpos fosforescentes emitían radiaciones análogas [...] En 1898, M. [Monsieur] Curie se ocupó a su vez de esta cuestión [probar con uranio] y estudió diferentes minerales de uranio y de torio, algu-

nos de los cuales aparecieron dotados de una radiactividad particularmente intensa.

Y continuaban de manera parecida, siempre sin nombrar a Marie Curie.

Sin embargo, el influyente matemático sueco Gösta Mittag-Leffler no veía ningún motivo para que Marie no fuera incluida entre los premiados. En consecuencia, informó, sin precisar los detalles —eran secretos— a Pierre de las iniciativas en curso. El 6 de agosto de 1903, éste le respondió:

Ha sido usted muy amable al informarme que he sido mencionado para el Premio Nobel. No sé si este ruido tiene mucha consistencia, pero en el caso de que fuese cierto que estoy siendo considerado seriamente, desearía mucho que se me considerase conjuntamente con Mme. Curie en nuestras investigaciones sobre los cuerpos radiactivos. Es, en efecto, su primer trabajo el que ha determinado el descubrimiento de nuevos cuerpos y su parte es muy grande en este descubrimiento (también ha determinado el peso atómico del radio). Creo que el que estuviésemos separados en esta circunstancia sorprendería a mucha gente [...] He enviado a Suecia la tesis de Mme. Curie y pienso que ellos mismos verán que su parte es tan grande como la mía en este trabajo.

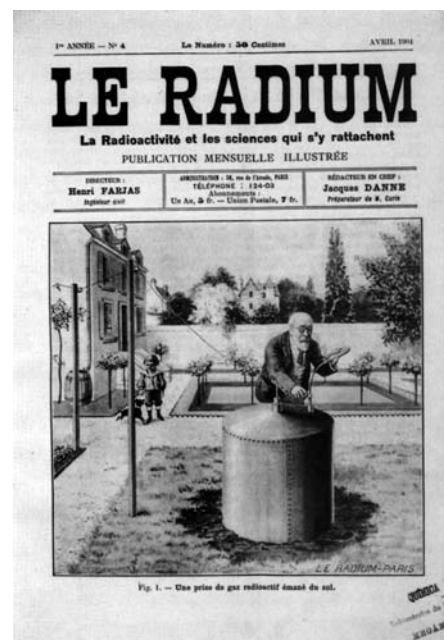
Y así, Marie fue finalmente incluida en el Premio.

Reconocimientos diferentes para Marie y Pierre

Incluso aunque la fama social del Premio Nobel no era todavía la que es en la actualidad, en 1903 ya comenzaban a tener el suficiente prestigio como para que los premiados traspasasen las estrechas

fronteras del mundo académico, penetrando en el social. Entre los temas recurrentes a la hora de las informaciones publicadas en la prensa sobre el Premio de Física de 1903, destacan dos: el primero, la figura de Marie Curie, una mujer en un mundo de hombres; el segundo, el descubrimiento del radio, que, curiosamente, no había sido mencionado en la notificación oficial. Las supuestas maravillosas propiedades (físicas, médicas, químicas) del nuevo elemento también fueron aireadas constantemente por la prensa. Y el reconocimiento internacional repercutió en Francia: “No conocemos a nuestros científicos”, se leía en *La Liberté* del 15 de noviembre, “son los extranjeros los que nos los descubren”. El 31 de enero de 1904, el presidente de la República, Émile Loubet, y el ministro de Instrucción Pública, Joseph Chaumié, visitaban el laboratorio de los Curie y prometían nuevos locales. El director de la Académie des Sciences Morales et Politiques, Louis Liard, pedía al Parlamento que crease una cátedra en la Sorbona para Pierre, quien en 1900 había rechazado, tras grandes vacilaciones, una cátedra en la Universidad de Ginebra. El 1 de octubre del mismo año, Pierre Curie era nombrado catedrático de Física General y Radiactividad en la Facultad de Ciencias de la Sorbona. Y en octubre de 1905 fue elegido para ocupar un sillón en la Académie des Sciences, la misma institución que en 1902 había preferido elegir a Emile Amagat, y no a Pierre, que también era candidato. Fue entonces, en plena fiebre “radiactiva”, cuando Henri Farjas creó la revista *Le Radium*.

En cuanto a Marie, los honores académicos que recibió fueron mucho más modestos: simplemente fue nombrada, el 1 de noviembre de 1904, *chef des travaux* en el laboratorio de su marido en la Facultad de Ciencias (hasta entonces, y desde el 26 de octubre de 1900, ocupaba el puesto de *chargée des conférences* de Fisi-



Portada de la revista *Le Radium*.

ca de primer y segundo curso en la École Normale Supérieure de enseñanza secundaria para mujeres de Sèvres). No sería, sin embargo, hasta finales de 1905 cuando el laboratorio de los Curie fue transferido de la École de Physique et Chimie Industrielles a un anexo de la Facultad de Ciencias situado en la rue Cuvier. Allí trabajaría Marie Curie hasta 1916.

Pero Pierre no disfrutó demasiado de la celebridad y oportunidades que le brindaba el ser un laureado Nobel. Falleció pronto. La muerte le llegó en un accidente, el jueves 19 de abril de 1906, cuando se dirigía andando hacia la redacción de los *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, en la casa Gauthier-Villars. Llovía y el suelo estaba resbaladizo. Cuando atravesaba la rue Dauphine, un camión cargado con más de cuatro mil kilos de material militar, tirado por caballos, no pudo frenar y arrolló a Pierre. Su muerte fue instantánea.

En una iniciativa excepcional, la Facultad de Ciencias decidió proponer a Marie Curie para que sucediese a su marido en la cátedra de la Sorbona. Aceptó después de algunas dudas. Al principio tuvo el título de *professeur-adjoint*, pero



Edificio del Instituto del Radio.

en 1910 recibió finalmente el nombramiento de catedrática (*professeur titulaire*). Hasta 1940 sólo otra mujer, la química orgánica Pauline Ramart-Lucas (1880-1953), disfrutó de semejante oportunidad (Ramart-Lucas obtuvo la cátedra de Química Orgánica de la Sorbona en 1935, pero fue apartada del puesto en septiembre de 1941, debido a las medidas contra el trabajo femenino tomadas por el Gobierno de Vichy; en octubre de 1944 le fue restituida su cátedra).

Uno de los reconocimientos que Marie Curie recibió merece ser especialmente recordado: la creación del Instituto del Radio.

El establecimiento de este centro tuvo sus orígenes en el Instituto Pasteur. En 1907, éste recibió un importante legado, 30 millones de francos-oro del industrial Daniel Iffla Osiris. Inmediatamente, en 1908, el doctor Emile Roux, director del Instituto Pasteur, planteó a la Junta Directiva del Instituto el que se ofreciese a Marie Curie el laboratorio bien equipado que ella y su marido siempre habían deseado; al fin y al cabo, el radio parecía ser muy útil para combatir el cáncer. Esta oferta determinó al pre-

sidente de la Junta de Gobierno de la Universidad de París, Louis Liard, proponer en diciembre de 1909 a Roux que el proyecto fuese común para las dos instituciones, y que se plasmase en la construcción de un laboratorio destinado a la investigación de fenómenos radiactivos y al estudio de las aplicaciones de estos fenómenos a la medicina. El Instituto Pasteur recibió bien la propuesta, pero modificó un tanto la idea, en el sentido de que fuese más de uno el laboratorio creado. Finalmente se llegó a la decisión de crear un Instituto del Radio con dos laboratorios, uno dedicado a la investigación física, que dirigiría Marie Curie, estaría asociado a su cátedra en la Sorbona y, consecuentemente, dependería de la Facultad de Ciencias, y otro que se ocuparía de la investigación biológica y médica, que controlaría el Instituto Pasteur, y que también estaría asociado a una cátedra universitaria (ésta sería creada más tarde bajo el nombre de Radiofisiología). Según el acuerdo, cada institución aportaría una cantidad económica determinada: 200.000 francos la Universidad, que también suministraría el terreno (el lugar que se fijó fue

en una esquina de la rue Ulm y la rue Pierre Curie, sobre unos terrenos que la Universidad acababa de adquirir), y 400.000 francos el Instituto Pasteur. Los dos departamentos se edificarían uno al lado del otro.

La construcción del laboratorio destinado a la investigación biológica y médica del Instituto del Radio, o Pabellón Pasteur, comenzó en 1911, terminando justo antes del inicio de la Primera Guerra Mundial. En cuanto al Pabellón Curie, o Departamento de Física general y Radiactividad, la construcción comenzó en 1912, y no estaba totalmente terminado cuando se inició la guerra. Sin embargo, no tuvo Marie que esperar al término de la contienda para instalarse en su nuevo laboratorio: el traslado tuvo lugar en 1915. Continúan existiendo.

El Premio Nobel de Química de 1911

Volviendo a aspectos de índole científica, tenemos que, aunque Marie y Pierre Curie anunciaron en 1898 que habían descubierto el radio, la cantidad de éste obtenida en la pechblenda era minúscula, por lo que no podían decir realmente que lo hubieran aislado. Y querían hacerlo, sobre todo Marie. Para lograrlo era evidente que se necesitaban tratamientos semindustriales. Una vez que lograron, gracias al Gobierno austriaco, varias toneladas de pechblenda de las minas de San Joachimsthal, obtuvieron la colaboración de la Société Centrale de Produits Chimiques, que estaba encargada de la venta de instrumentos desarrollados por Pierre. Y en este punto entra André Debierne (1874-1949), un antiguo estudiante de Pierre en la École de Physique et Chimie Industrielles, en donde fue *chef de travaux pratiques* de termodinámica y química-física entre 1904 y 1905. Además de estudiar en la École Municipale, Debierne se licenció en Ciencias Físicas en la Facultad de Ciencias de París, obtenien-

do el doctorado en 1914 con una tesis titulada *Recherches sur les phénomènes de radioactivité*. Tras la muerte, en 1906, de Pierre Curie, se convirtió en el principal ayudante de Marie Curie en su laboratorio en la Facultad de Ciencias. Entre 1925 y 1927 fue *maître de conférences* en esa misma Facultad, pasando a continuación a profesor (sin cátedra) de Química y Física y de Radiactividad, cargo que mantuvo hasta diciembre de 1934 cuando sucedió a Marie Curie en su cátedra. También se convirtió en director del Instituto del Radio tras la muerte de Marie Curie.

Con la ayuda de Debierne, Pierre y Marie organizaron el tratamiento de la pechblenda. Las operaciones correspondientes comenzaron en julio de 1899 y duraron, con interrupciones, hasta el final de 1903. La Société Centrale suministraba productos químicos y pagaba al personal que se necesitaba. A cambio, obtenía, para vender, una parte de las sales de radio extraídas. Fue precisamente gracias a la oportunidad que le brindaba su situación en el laboratorio de los Curie, que Debierne pudo obtener una sustancia activa en un precipitado de hierro que separó de la pechblenda, y a la que denominó *actinio*.

Pero regresemos al radio. Fue en 1910 cuando Marie Curie y André Debierne lograron obtener radio metálico mediante un proceso electrolítico. El año siguiente a la obtención de radio metálico, esto es, en 1911, Marie Curie obtenía un nuevo Premio Nobel, el de Química. La cuestión es: ¿por qué?, ¿cuáles fueron los méritos que adujo la Real Academia Sueca de Ciencias para premiar por segunda vez a Marie Curie? Si nos atenemos al anuncio oficial, esos méritos fueron: “en reconocimiento a sus servicios al avance de la química con el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y

compuestos de este extraordinario elemento”. Ahora bien, el descubrimiento del polonio y el radio ya había sido premiado en 1903, con lo que queda el aislamiento del radio, el trabajo que había culminado con Debierne el año anterior, y el estudio de sus propiedades. A la vista de esto, es razonable cuestionar el juicio de los suecos.

Podríamos pensar que éstos habían cedido ante una avalancha de propuestas que les habían llegado a favor de Marie Curie, pero esto no sucedió: únicamente la apoyaron Svante Arrhenius y Gaston Darboux. Una razón posible detrás de la concesión del Premio de 1911 se adivina en las palabras que Erik Dahlgren, director de la Biblioteca Nacional de Suecia y presidente de la Academia de Ciencias, pronunció el 10 de diciembre de 1911 durante el acto de entrega del premio. Allí, tras repetir básicamente el contenido de la comunicación oficial y recordar el descubrimiento de la radiactividad y el Premio Nobel de Física que le había sido otorgado, Dahlgren hizo hincapié en un hecho particularmente querido por los químicos: que el descubrimiento de la radiactividad había conducido, en manos de Marie y Pierre Curie, al hallazgo de dos nuevos elementos químicos, el polonio y el radio. Tras lo cual continuaba:

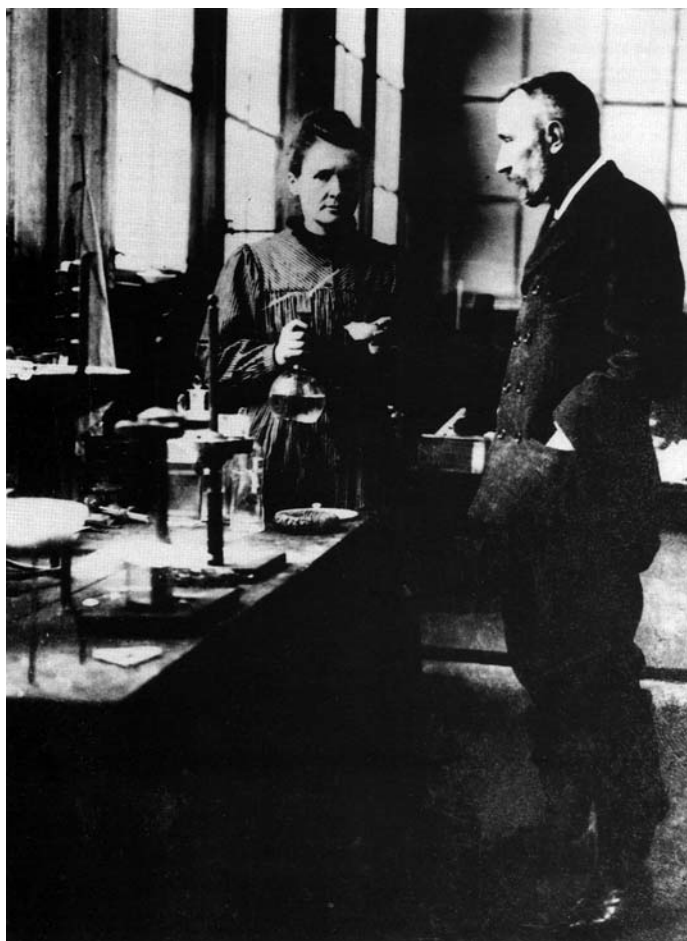
El radio, el único de estos dos elementos que ha sido posible hasta el momento aislar en estado puro, se parece al metal bario en sus propiedades químicas y se distingue por un espectro muy característico. Su peso atómico fue establecido por Marie Curie en 226,45. Fue sólo el último año (1910) que Mme. Curie, con la ayuda de un colaborador, logró producir radio en estado puro; esto es, como un metal, estableciendo de esta manera su estatus como un elemen-

to, a pesar de varias hipótesis que sostenían lo contrario [...]

Desde el punto de vista del químico, la propiedad más notable del radio y de sus derivados es que, sin verse afectado por las condiciones ambientales, producen continuamente una emanación, una sustancia gaseosa, radiactiva, que se condensa en forma de líquido a bajas temperaturas. Esta emanación, para la que se ha propuesto el nombre de nitrón, parece tener las características de un elemento, y químicamente es muy parecida a los denominados gases nobles, cuyo descubrimiento fue recompensado en su momento con un Premio Nobel de Química. Esto no es todo. A su vez, la emanación experimenta una ruptura espontánea y entre los productos de esta descomposición Sir William Ramsey, el galardonado con el Premio Nobel, y después de él otros destacados científicos, han establecido la presencia del elemento gaseoso helio, que ya había sido observado en el espectro solar e incluso en pequeñas cantidades en la Tierra.

Este hecho ha establecido por primera vez en la historia de la química que un elemento puede realmente transmutarse en otro; y es esto sobre todo lo que da al descubrimiento del radio una importancia de la que se puede decir que revoluciona la química y que marca una nueva época.

Y más adelante finalizaba su intervención manifestando que “en vista del enorme significado que el descubrimiento del radio ha tenido en primer lugar para la química, y después para muchas otras ramas del conocimiento humano y para sus actividades, la Real Academia de Ciencias se considera bien justificada concediendo el Premio Nobel de Química al único superviviente de los dos científicos



Escenas del laboratorio donde Pierre y Marie Curie realizaron sus investigaciones pioneras.

a los que debemos este descubrimiento, a Mme. Marie Skłodowska Curie”.

En otras palabras, reconocida la transcendencia que para la química tenía el descubrimiento de la radiactividad, que afectaba a pilares tan básicos de esa ciencia como los elementos químicos y la posibilidad de que al menos algunos de éstos pudiesen transmutarse en otros, y ante la evidencia de que este nuevo cuerpo de conocimientos se había consolidado tanto en el plano de la ciencia básica como en el de la aplicada (en la industria y en la medicina), los químicos suecos deseaban hacer patente que la ciencia de la radiactividad también *era de ellos*, que formaba parte de la química, que no era un patrimonio exclusivo de los físicos. Y para ello honraban al único superviviente de los descubrimientos de 1896 y 1898: Marie

Curie. De esta manera, en buena medida lo que la Academia de Ciencias Sueca hizo fue homenajear a la ciencia de la radiactividad.

Epílogo

Pocos son los que, en el siempre exigente universo de la investigación científica, logran mostrar fenómenos que abren realmente nuevos dominios de la naturaleza. Marie Skłodowska-Curie y Pierre Curie figuran entre esos pocos. Justo es, por tanto, que los recordemos, en especial, a Marie, magnífica y pionera científica, además de persona comprometida con numerosas nobles causas sociales. Recordémoslos a los dos al igual que los recordó y honró su patria (adoptiva para Marie), Francia, cuando el 20 de abril de 1995, los restos de ambos fueron depositados en el Panthéon, el gigantesco

mausoleo que Francia construyó en París para albergar los cadáveres de los grandes “hombres” (así se lee en su fachada) de la patria. Marie Curie fue la primera mujer enterrada ahí.

Bibliografía

- José Manuel Sánchez Ron, *Marie Curie y su tiempo* (Crítica, Barcelona 2000, 2009).
 Marie Curie, *Autobiographical Notes*, en Marie Curie, *Pierre Curie* (Dover, Nueva York 1963).
 Eva Curie, *La vida heroica de María Curie, descubridora del radio* (Espasa-Calpe, Madrid 1960).
 Irène Curie, ed., *Oeuvres de Marie Skłodowska Curie* (Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Varsovia 1954).
 José Manuel Sánchez Ron, “Marie Curie, la Radiactividad y los Premios Nobel”, *Anales de Química* 107, 84-93 (2011). ©

› Eduardo González
Mesones
Director de Proyectos
de ENSA

Generadores de vapor

El sistema de funcionamiento de una central nuclear con un reactor de agua a presión (PWR por sus siglas en inglés *pressurized water reactor*) está formado por dos circuitos integrados, cuyo objetivo principal es independizar la circulación del agua radiactiva del circuito primario, de la que no tiene contacto con la radiación, y circula por el circuito secundario. El circuito primario, situado dentro del edificio de contención, y que conduce el agua al núcleo del reactor, engloba todos los elementos necesarios para calentar el agua, que permitirá mover la turbina, principal componente del circuito secundario. Entre esos elementos se encuentra el reactor, que contiene el combustible utilizado para la producción de calor. El agua circula por las tuberías gracias a las bombas, que la impulsan hacia el núcleo del reactor, y al presionador, que se encarga de mantener la presión adecuada dentro del circuito. Una vez caliente, el agua del circuito primario pasa por el interior del generador del vapor.

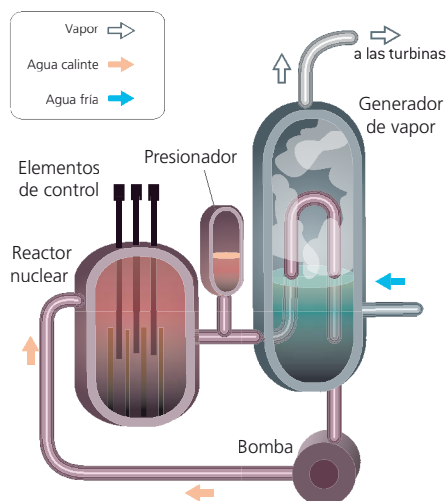
El generador de vapor es el elemento más complejo del circuito primario, y el responsable de generar, tal como su nombre indica, el vapor que luego se inyecta a la turbina. Se compone de tres partes, una inferior llamada cámara de agua, una parte intermedia, compuesta por un conjunto de tubos que permiten la circulación del agua, y una parte superior donde se encuentran los separadores de humedad y ciclones de secado del vapor.

Su configuración es variable, pero su tamaño se mantiene siempre dentro de unas dimensiones muy significativas. La longitud de un generador de vapor oscila entre los 19 y los 23 metros, y el diámetro puede variar entre 4 y 7 metros,

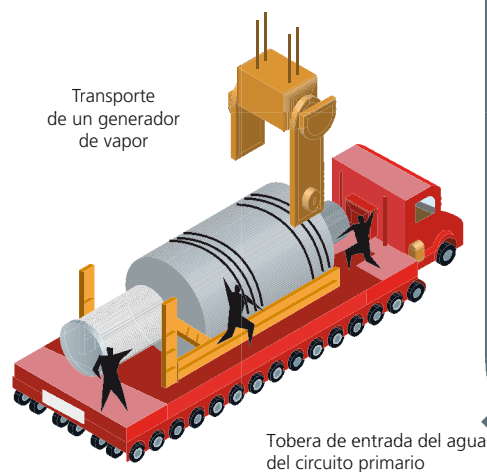
entre su parte inferior y superior. El peso oscila entre las 450 y las 750 toneladas.

Un equipo que necesita soportar elevadas presiones está obligado, obviamente, al empleo de materiales de fabricación con características especiales. Los generadores de vapor se fabrican con aceros altamente aleados, resistentes a la corrosión y con muy buenas características mecánicas. En especial los aceros de “barrera de presión” (materiales tipo SA533 o SA508) con espesores que oscilan entre los 90 y los 200 mm. Actualmente, se utilizan piezas forjadas que se sueldan entre sí para formar las partes de barrera de presión, minimizando el número de soldaduras. Todos los materiales que se encuentran en contacto directo con el agua del circuito primario son de tipo inoxidable. Concretamente, la caja de agua y la placa tubular están recubiertas por acero inoxidable con espesores que oscilan entre los 6 y los 9 mm. Una aleación especial, con gran resistencia a la corrosión bajo tensión (inconel 690 o incoloy), es el material utilizado en los tubos por los que circula el agua procedente del primario.

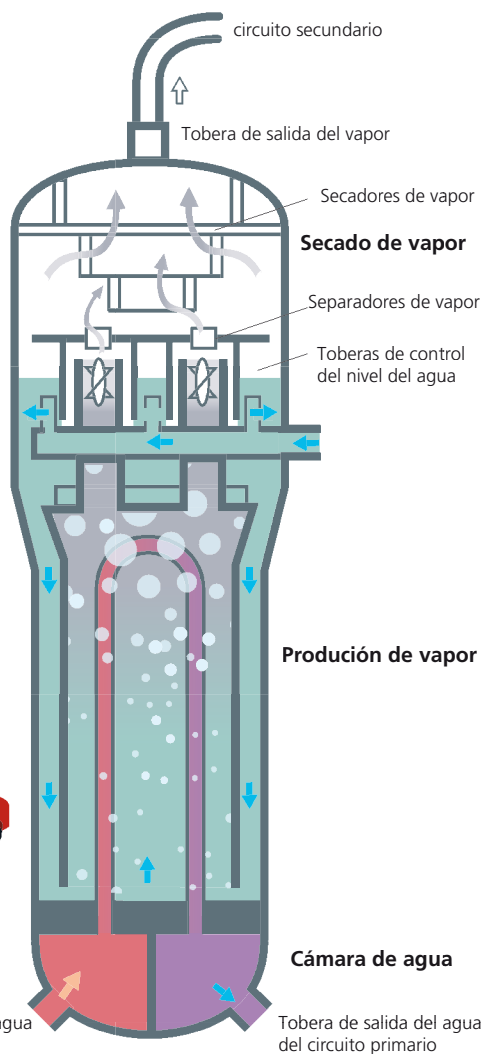
En esencia, el funcionamiento de un generador de vapor es sencillo. El agua procedente del reactor, donde ha alcanzado una temperatura por encima de 300° C, entra en el generador por su base, a través de una de las toberas de la cámara de agua. A partir de ahí, asciende por la zona central intermedia, a través de un conjunto de tubos en forma de “U”. En función del diseño y potencia de cada generador, pueden existir entre 3.500 y 11.000 tubos de este tipo, cada uno de ellos de entre 12 y 14 metros. Durante el ascenso, el calor disipado calienta el agua del circuito secundario del generador, que se encuentra en el entorno exterior,



El circuito recorrido por el agua que atraviesa el núcleo del reactor se llama circuito primario. Situado dentro del edificio de contención, engloba los elementos necesarios para el calentamiento del agua y posterior generación de vapor. Las bombas hacen circular el agua, impulsándola hacia el núcleo del reactor, donde se encuentra el combustible. Por su parte, el presionador mantiene la presión adecuada, permitiendo que el agua pase al generador de vapor. Esta pieza clave del circuito llega a pesar entre 450 y 750 toneladas. Tanto la fabricación como el transporte e instalación de estas unidades son trabajos que requieren gran especialización y medios técnicos complejos.



El sistema de producción de vapor engloba tres etapas. El agua, que después de pasar por el reactor circula a una temperatura de más de 300° C, entra en el generador de vapor a través de las toberas de la cámara de agua. Ascende a la zona intermedia, donde, por el exterior de los tubos y sin mezclarse, circula el agua del circuito secundario. La transferencia de calor entre los dos circuitos provoca el calentamiento del agua del secundario que, convertida en vapor, hace mover la turbina y permite la producción de electricidad.



Construcción de los generadores de vapor en la fábrica de ENSA en Cantabria.

empresas, capacitadas para garantizar la idoneidad y calidad de los productos. Se trabaja en dos sectores: el del reemplazo de generadores, sustituyendo a los que ya están en funcionamiento en las centrales, y en la fabricación de nuevos generadores, para las centrales nucleares de nueva construcción.

ENSA (Equipos Nucleares Sociedad Anónima) es una de estas empresas cualificadas para la fabricación de componentes para plantas nucleares y se encuentra ubicada en Cantabria (España). Desde su fundación, en 1973, suministra componentes primarios de diferentes tecnologías tanto en España como a nivel internacional. En la actualidad, su fábrica cuenta con importantes mejoras tecnológicas en sus procesos y sistemas de gestión, que la convierten en una referencia mundial en el suministro de generadores de vapor. Una realidad avalada por el gran número de componentes exportado anualmente (un 85% de la producción), entre otros, al mercado de Estados Unidos, país donde se encuentran ya 40 generadores de vapor fabricados en España. ©

alrededor de los tubos. Al calentarse, este agua se convierte en vapor, que se expande en la turbina, provocando el movimiento de los álabes y moviendo el alternador, donde se produce electricidad que se envía al parque de transformación y a la red eléctrica.

A su vez, el agua del primario, después de haber perdido gran parte del calor al cederlo al circuito secundario, vuelve a

descender por los tubos hasta la cámara de agua. De este modo, retorna al reactor y completa el ciclo del circuito primario. Se inicia así un nuevo proceso de calentamiento del agua en el reactor, empezando un nuevo ciclo.

Dada la especialización, los recursos y las instalaciones necesarias, el mercado mundial de generadores es un nicho ocupado por un reducido número de

› Ignacio F. Bayo
Periodista científico,
director de Divulga

Pilar Gallego Berruezo (León, 1959) se licenció en Derecho por la Universidad de León y ha desarrollado la mayor parte de su trayectoria profesional como miembro del Cuerpo Técnico Superior de la Administración de la Seguridad Social. Su primer destino fue el Instituto Nacional de la Seguridad Social (INSS) de Vizcaya, en una época en que se estaba cambiando la cultura organizativa de ese organismo. Posteriormente fue asesora jurídica en la Vicesecretaría General Técnica del Ministerio de Trabajo y jefa del Área de Recursos Humanos en los Servicios Centrales del INSS. En 2004 fue nombrada subdelegada del Gobierno en Madrid, donde trabajó en las políticas de seguridad ciudadana, impulsando la Unidad de Protección Civil de la Delegación. Concurrió como número dos de la candidatura del PSOE en las elecciones municipales de 2007 al Ayuntamiento de Madrid, donde ejerció el cargo de concejala y portavoz del Área de Hacienda. El 30 de abril de 2008, fue nombrada directora general de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior. Tras la reciente remodelación ministerial, el 20 de julio pasado fue nombrada subsecretaria del Ministerio del Interior.

Pilar Gallego, ex directora general de Protección Civil

“Los simulacros nos enseñan a trabajar en equipo y a detectar fallos”

Su despacho se encuentra decorado con las habituales banderas oficiales, a las que se añade una de color naranja y un escudo, que es la que identifica a Protección Civil de forma internacional, aunque cada país hace alguna adaptación, como en el caso español la corona que identifica nuestro país como Reino. Se siente orgullosa de ocupar un puesto desde el que poder contribuir al bienestar de la sociedad, una constante en su trayectoria profesional, ligada a la Seguridad Social, y asegura que la población conoce bien la labor que desarrolla el organismo y la valora positivamente, como muestran las encuestas del CIS. Destaca de su paso por la dirección general el impulso dado a la Escuela Nacional de Protección Civil y la implantación de sistemas basados en las nuevas tecnologías, y apunta aún proyectos de futuro que ya no podrá llevar a cabo, ya que apenas unos días después de la entrevista fue nombrada subsecretaria del Ministerio del Interior

PREGUNTA: *Por la complejidad de sus funciones la colaboración ciudadana debe ser importante. ¿Cómo se regula?*

RESPUESTA: Necesitamos dos tipos de colaboración; una por parte de las administraciones, y otra de los ciudadanos, que deben aprender a autoprotgerse. Sin la colaboración ciudadana, el sistema de seguridad en general, no solo el de protección civil, no tendría éxito. El ciudadano necesita conocer los riesgos y saber cómo enfrentarse a ellos. Esto lo articulamos a través de la formación, de distintas campañas y de las nuevas tecno-

logías, a través de nuestras dos páginas web: la de la dirección general, y otra que denominamos “inforriesgos”. Ahí, el ciudadano puede acceder a información sobre riesgos, sobre los planes de emergencia que hay, y sobre todo cómo actuar en una emergencia.

P: *Ha citado también la colaboración con otras administraciones, e imagino que se relacionan con muchas instituciones.*

R: La verdad es que Protección Civil tiene muchísimos compañeros de viaje, porque no solo tiene una relación y una obligación de coordinarse con las distintas administraciones, sino que es una materia interdisciplinar. Nos debemos relacionar con numerosos organismos: Medio Ambiente, Defensa, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, CSN, que es muy importante para alguno de nuestros campos de trabajo, AEMET, Instituto Geológico, Instituto Geográfico... con un abanico de organismo muy amplio, y que dan cohesión al sistema. Nosotros coordinamos, aglutinamos los conocimientos, pero necesitamos las fuentes de esos conocimientos.

P: *¿La coordinación es buena?*

Sin querer ser autocomplaciente se puede decir que es buena; pero, como suele suceder, es mejorable. Si evaluamos la sensación que los ciudadanos y las distintas administraciones han tenido con la emergencia que hemos afrontado en Lorca, podemos estar satisfechos. Han coincidido todos los estamentos, tanto nacionales como internacionales, en que la coordinación que hemos tenido en esa emergencia grave, posiblemente de las más graves que hayan ocurrido en Espa-



ña en los últimos años, ha sido muy buena, con lo cual podemos estar satisfechos. Eso no quiere decir que no tengamos que mejorar. Cuando hablamos de coordinación hablamos de suma de esfuerzos, hablamos de que no somos los únicos que estamos actuando.

P: *No debe ser fácil, por ser tantas administraciones, y a veces de signo político distinto ¿no?*

R: No siempre es fácil, y es un trabajo previo muy costoso, pero afortunadamente, cuando hemos tenido que salir al terreno lo hemos hecho bien. Incluso hay países que nos han pedido que les formemos en la gestión de crisis como la que hemos tenido con el terremoto de Lorca. Es cierto que no es fácil, pero también es cierto que todas las administraciones dentro de sus competencias, tienen muy claro que por encima del debate político está la seguridad de los ciudadanos y ciudadanas. Afortunadamente, en este contexto, eso se ha conseguido. Y en el caso de Lorca el contexto político era muy negativo, ya que ocurrió ocho días antes de unas elecciones autonómicas y municipales. No hubo en ningún mo-

mento debate político, ni ninguna de las administraciones, que además eran de distinto signo político, rentabilizó la gestión del terremoto a favor de su partido político, o del partido al que representaba. Y eso yo creo que es un gran avance.

P: *¿Hay lecciones que extraer del tema de Lorca?*

R: Siempre hay lecciones que extraer. Precisamente, en la Escuela Nacional de Protección Civil tenemos un encuentro en septiembre para evaluar las fortalezas de esa gestión, pero también las debilidades. Porque nuestra obligación es mejorar en la próxima emergencia en la que tengamos que actuar. Si creemos que hemos llegado a la meta, empezaremos a empeorar.

P: *No siempre es así, porque en casos como las nevadas de Madrid, ha habido descoordinación.*

R: En el año 2009 hubo en Madrid una gran nevada, muy por encima de las previsiones, y sí que es verdad que no estuvimos todas las administraciones tan diligentes ni tan coordinadas como debíamos. Pero extrajimos lecciones, y redactamos un nuevo protocolo de actuación, a través del diagnóstico de

“Con motivo de Fukushima me ha sorprendido el gran desconocimiento que hay en la prensa sobre lo que son los planes de emergencia”

PREGUNTA: *El CSN hace simulacros todos los meses. ¿Ustedes se activan en ellos?*

RESPUESTA: Nosotros colaboramos desde las delegaciones de gobierno, y nos conectamos por videoconferencia. Nuestra responsabilidad, y esto sí que es una competencia exclusiva del Estado gestionada por esta Dirección General, son los planes de emergencia exteriores de las centrales nucleares, que son muy recientes. Esta es una de las pocas competencias que tiene el Estado en exclusividad. Somos responsables absolutos de la elaboración, conservación y de la gestión de los planes de emergencia exterior; es decir, de todas las vías preventivas.

P: *¿Cómo es la coordinación con el CSN?*

R: El Consejo tiene un papel fundamental. Es nuestro asesor técnico; el que nos da el visto bueno a los planes, y nos asesora técnicamente. Nosotros tenemos que tomar una serie de decisiones, en el contexto real de una emergencia, y no podríamos gestionar una emergencia nuclear sin el CSN. Es un compañero de viaje irrenunciable. Trabajamos muy estrechamente, y no solo por las emergencias nucleares, sino también radiológicas. Ha sido una colaboración histórica, necesaria, irrenunciable y muy fructífera.

P: *Tampoco dan mucho trabajo las emergencias nucleares y radiactivas ¿no?*

R: Es un riesgo que está ahí, y hay que estar preparados.

P: *¿Cuando se pierde alguna fuente radiactiva ¿intervienen?*

R: Depende del contexto en que se pierda. El CSN nos pasa la notificación, y hace las recomendaciones oportunas para que la pérdida o robo de esa fuente radiactiva no tenga efectos graves. Nosotros ayudamos a divulgar esa información. No es lo mismo que se pierda o que sea un robo, porque creen que dentro tienen el tesoro, y no saben que es una fuente radiactiva. Lo que hay que procurar es que el maletín no se abra. Y sobre todo que lo sepan.

P: *¿En el caso de Fukushima, han realizado alguna actuación?*

R: Se constituyó un gabinete de crisis en Moncloa que actuó durante más de 15 días, y esta Dirección General formaba parte de ese gabinete. Las actuaciones internas fueron las habituales, de asesoramiento, de planes, de medios que teníamos para colaborar con Japón. Externamente tuvimos un papel a través de los medios de comunicación para dar a conocer la situación de esta materia en España; sobre todo lo que son los planes externos e internos. Y a mí me preocupó el gran desconocimiento existente sobre qué es un plan de emergencia exterior y qué es un plan interior; cuestiones que podíamos pensar que la población, o al menos la prensa, conocía. Tuvimos que hacer una labor pedagógica; eso sí, objetiva y sin valoraciones. Tuvimos muchísimas visitas de periodistas y dimos a conocer nuestra red de medición. ©

los fallos. Ahora hay un plan específico, en coordinación con la Comunidad de Madrid, que indica dónde se tiene que actuar antes: accesos, Aeropuerto de Barajas, hospitales... Gracias a eso al año siguiente Madrid sufrió cinco nevadas seguidas sin esos problemas de coordinación. Problemas con las nevadas va a haber siempre, pero se trata de minimizarlos, y para eso invertimos en máquinas quitanieves y ponemos en marcha medidas preventivas. En cualquier caso necesitamos la colaboración ciudadana.

P: *De hecho este año Madrid ha amanecido salado muchos días...*

R: Blanco por la sal ¿no? Bueno, la predicción meteorológica es cada vez mejor, y tenemos una agencia de meteorología magnífica, pero tampoco es una ciencia exacta. Hay unas previsiones que te indican una probabilidad de que nieve o no y nosotros ponderamos esa alerta y

adoptamos las medidas que tenemos que adoptar previamente. Puede ser que a veces no nieve, pero también así evitamos el problema del hielo, que es más peligroso que la nieve. Todo ello en coordinación con el Ayuntamiento de Madrid, una magnífica colaboración también.

P: *¿Está mejorando esa colaboración ciudadana de la que hablábamos?*

R: ¡Sí! Creo que cada vez el ciudadano es más consciente de que en las emergencias no solo es un actor pasivo, sino que también es activo. Creo que a veces es más exigente también, pero está cada vez más concienciado de que su forma de actuar ante una emergencia puede ser determinante para evitar unas consecuencias mayores o peores. Cada vez se siguen más las alertas, gracias a los medios de comunicación que las transmiten, cada vez se interesan más por acceder a las páginas web cuando van a viajar...

P: ¿Y llaman mucho por teléfono?

R: Yo creo que con las nuevas tecnologías se ha sustituido el teléfono por los accesos a las páginas web. Tenemos además en la Administración del Estado un abanico de páginas que te dan una información muy completa. Está la página de la AEMET (Agencia Española de Meteorología), la de la DGT (Dirección General de Tráfico), la nuestra y también las de las comunidades autónomas. Yo creo que hay menos llamadas por teléfono, y más accesos a las páginas web. Y a veces incluso nos dan información nueva; nos dicen, por ejemplo, que “he pasado por esta carretera, y ojo, que tiene problemas”. Para nosotros esta es una ayuda muy útil.

P: ¿A quien se dirigen principalmente los ciudadanos cuando necesitan ayuda, a Protección Civil, a la Policía, a la Guardia Civil...?

R: Llama a la administración que más conoce y que más cercana esté; depende de la zona donde se mueva. Es cierto que muchos llaman a la Guardia Civil, o al ayuntamiento de su localidad. Depende. En las grandes emergencias sí que nos suelen llamar a nosotros, pero el Sistema Nacional de Protección Civil está muy descentralizado, con lo cual —y eso es bueno— el ciudadano tiene la interlocución más directa con la administración que tiene más cerca. A veces ni siquiera sabe dónde llama porque usa el 112, que es un número único de acceso para el ciudadano pero está gestionado por cada comunidad.

P: También es común a toda Europa ¿no?

R: Sí. Es en toda Europa, pero no está implementado en la misma medida. España es uno de los países que antes lo hizo y con mejores resultados. Pero hay otros países que todavía están intentando que ese sea el número único. Es un número que da comodidad al ciudadano, porque es una puerta telefónica de acceso a todos los servicios de emergencia, ya sea médico, de bomberos, policial...

P: ¿Ese es el primer nivel de emergencias en general?

R: El primer nivel de emergencias es el local. Es el más inmediato y el que se usa en caso de un accidente de coche, la casa que se quema, caídas en la calle. Luego están las comunidades autónomas, que lo que hacen es coordinar a sus ayuntamientos. Y luego está la Administración General del Estado, que se encarga de coordinar todo el sistema. Nosotros actuamos con instrumentos del Estado cuando la emergencia se califica de nivel 3, es decir, que afecta

a varias comunidades. O que aunque afecte solo a una, es de tal entidad que la consideramos de interés nacional, como, por ejemplo, un volcán que entre en erupción en Canarias, o porque afecta al espacio aéreo o al marítimo... Y los instrumentos de que dispone el Estado son los Cuerpos de Seguridad, especialmente desde su creación, hace cinco años, la Unidad Militar de Emergencias.

P: ¿Ha sido un factor clave para cubrir las emergencias?

R: El ejército siempre colaboró en emergencias, históricamente, lo que pasa es que faltaba tener una unidad específica y especializada en emergencias. Esta unidad tiene una formación adecuada en los diversos riesgos más frecuentes que hay en España. Y también para actuar fuera, colaborando con emergencias en otros países. Desde esta Dirección General, somos los responsables de activar esa unidad militar, y se trata de un modelo novedoso, porque es una unidad que obedece a sus propias ordenanzas militares, bajo el mando directo de la ministra de Defensa, pero quien pide que esa unidad actúe es el ministro del Interior, a través de Protección Civil. Por ejemplo, tuvimos un incendio en Ibiza hace unas semanas. Inicialmente, se gestionó con medios autonómicos hasta que la Comunidad nos pidió activar la UME y mandamos 300 efectivos en menos de cuatro horas.

P: ¿La UME les ha dado manos? O sea, hasta ahora Protección Civil era sobre todo el cerebro...

R: Sí. Tienes razón. Nos ha dado manos, presencia y legitimidad. Éramos un poco el cerebro, que actuaba operativamente a través de otros instrumentos, como la Cruz Roja. Protección Civil diseñaba, pero su parte operativa estaba más reducida. Sería injusto decir que no estaba del todo, pero ahora hay muchísimo más equilibrio.

P: ¿Disponen de sus propios medios técnicos, equipos, aparatos, aviones...?

R: No. Tenemos la capacidad de movilizar, pero no tenemos los medios. Por ejemplo, los aviones apaga fuegos, que también actúan en prácticamente todos los incendios de las comunidades autónomas se gestionan a través del Ministerio de Medio Am-



“La UME tiene una formación adecuada en los diversos riesgos más frecuentes que hay en España”



biente y Medio Rural y Marino. No tenemos esa adscripción de medios, pero sí la capacidad de evaluar las necesidades y pedir la colaboración.

P: *En las emergencias interviene mucha gente...*

R: Muchísima, y toda necesaria.

P: *¿Se forman en la Escuela de Protección Civil?*

R: La escuela nació en los años 90, como un centro de gestión de riesgos a nivel nacional. Lo que ha pretendido desde su inicio es dar pautas de actuación, para que sepan actuar conjuntamente todos los efectivos: bomberos, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, Unidad Militar de Emergencias y también los voluntarios de protección civil, que hacen una labor complementaria pero fundamental. Se trata de formar a los efectivos de forma individual, pero también prepararles para trabajar en conjunto, para que aprendan a hablar el mismo idioma.

P: *¿Y lo consigue?*

R: Sí. Sí lo consigue. Aunque yo siempre pienso que hay que mejorar. Es necesaria cierta dosis de autocrítica porque morirnos de éxito es un error. La escuela ha cumplido con ese objetivo, pero tenemos que seguir mejorando. Por ejemplo, era un reto que la Unidad Militar de Emergencias aprendiera a trabajar en conjunto con efectivos de las comunidades autónomas y eso se ha hecho en esta escuela.

P: *¿Cuanta gente ha pasado por ella?*

R: En sus inicios la escuela pasó por dificultades, presupuestarias y de todo tipo. Hace 10 años, pasaban cada año unos 1.600 alumnos. Pero en los últimos años hemos tenido un impulso grande y ahora pasan anualmente entre 7.000 y 7.500. Esto supone un gran esfuerzo económico, sobre todo en un contexto como el actual de contención de gasto.

P: *¿Qué otras funciones tiene la Escuela además de formar?*

R: Sí, es también un centro de encuentro, de intercambio de conocimientos. Hacemos reuniones de todo tipo, tanto nacionales como internacionales. Tenemos previsto ahora un encuentro sobre el terremoto de Lorca en el que participarán todos los efectivos y otro en septiembre sobre Fukushima. Además, hace dos años nos lanzamos a formar parte de la red de escuelas europeas y ahora formamos

también a efectivos de Alemania, Francia, Italia... Y también a efectivos de África, como Senegal, Mali y Marruecos, y de países Iberoamericanos.

P: *¿Como es la colaboración con los países europeos?*

R: Como española, creo que es muy fácil entenderla porque el sistema es muy similar al nuestro, con las comunidades autónomas. Cada país miembro gestiona sus propias emergencias, pero en ocasiones puede que necesite ayuda de otros países.

P: *Grecia la necesitó por los incendios.*

R: Sí. Grecia. Francia ha pedido también ayuda en alguna ocasión, Portugal el año pasado, Italia con el terremoto de L'Aquila... Nosotros afortunadamente no hemos tenido que pedirla. La colaboración en materia de protección civil en Europa es muy activa, porque hoy los riesgos son globales, no tienen fronteras. Por ejemplo, la emergencia más grave, por el número de víctimas, que han sufrido Suecia y Alemania, no fueron en su territorio, sino en Indonesia con el tsunami.

P: *¿Se hacen simulacros?*

R: Sí. Hacemos simulacros a todos los niveles. En escenarios reales y ficticios, como es la escuela. Algunos de ellos con el CSN. Por ejemplo, hace unos meses hicimos un gran simulacro en Barajas. Era un avión con sustancias radiactivas que tenía un aterrizaje de emergencia y colisionaba con otra nave. Ese además lo hicimos en un contexto de colaboración con otros ocho países de la UE, participación de varias comunidades autónomas y de todos los implicados. Hacemos simulacros también en las zonas nucleares, y de hecho quiero hacer uno en otoño, un gran simulacro de emergencia nuclear. Y los hacemos también de incendios, sísmicos, inundaciones, simulacros en túneles... hacemos muchísimos. Uno de los mayores lo hicimos el año pasado en Extremadura, en colaboración con la Junta y de otras instituciones. Era una auténtica hecatombe; un terremoto que reventaba una presa e inundaba Portugal, parte de Extremadura, y una central nuclear.

P: *¿Son eficaces estos ejercicios?*

R: Los simulacros nos enseñan a trabajar en conjunto y a detectar fallos. La gente se pone a veces muy nerviosa con los simulacros, porque piensa que tienen que salir bien. Pues no. Puede salir mal, o incluso tiene que salir mal. El simulacro lo que permite es ver dónde están los fallos. No me preocupa que salga mal, porque nos permite ajustar todas las

“La Escuela Nacional de Protección Civil trata de formar a los efectivos de forma individual pero también para trabajar en conjunto”



cuestiones que en el terreno no están ajustados. Es un éxito que un simulacro no salga del todo bien.

P: *Ustedes dan mucha importancia a las nuevas tecnologías. ¿Qué papel juegan en su trabajo?*

R: Es una herramienta muy importante. Por ejemplo, en materia de incendios, desde hace dos años disponemos de un detector por satélite de puntos calientes, que hace saltar una alerta de incendio con las coordenadas y la probabilidad. Además nos dice, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas, la trayectoria que puede tener. Esto nos permite alertar inmediatamente a todos los implicados en cuestión de minutos.

P: *¿Son los incendios forestales el problema más importante al que se enfrentan?*

R: Sí. España es un país mediterráneo, que tiene una serie de riesgos y los incendios forestales son uno de ellos. Te tocan cuando te tocan, pero no es lo mismo cómo tocan ahora que cómo tocaban hace años. España ha hecho un gran esfuerzo. En los incendios forestales lo importante es prevenir, y hay que hacer labores a lo largo del invierno para prevenirlos.

P: *Pese a ello hemos tenido varios muy graves en los últimos años, con pérdida de vidas humanas...*

R: Sí, en Tarragona, Guadalajara, Canarias... pero hay que decir, y quiero explicarme bien porque estos casos están en manos judiciales y son polémicos, que las víctimas, por lo general, son de los propios operativos de emergencia, y aunque siempre es lamentable, afortunadamente, cada vez hay menos víctimas ajenas a los efectivos.

P: *¿Qué otros riesgos tenemos en España?*

R: España tiene todos los riesgos, pero todos en pequeño, ninguno con carácter muy grave. El fundamental son los incendios forestales, pero tenemos también un riesgo importante de inundaciones, ya que, por ser un país mediterráneo estamos

sometidos a las famosas gotas frías. Además, el cambio climático está incidiendo bastante en España y nos hemos encontrado con riesgos por fenómenos poco frecuentes como la ciclogénesis explosiva.

P: *¿No habría que enseñar en las escuelas cómo afrontar una emergencia?*

R: Claro. En España queda mucho que hacer. Hay que empezar por sensibilizar a los niños y a los jóvenes sobre los riesgos y enseñarles a autoprotegerse. Se están haciendo esfuerzos, enviamos numerosas publicaciones a los colegios e incluso llevamos a los niños a la Escuela Nacional de Protección Civil para que hagan simulacros. Además hemos estrenado una página web infantil, divertida, que intenta enseñar jugando.

P: *¿Disponen ustedes de suficientes recursos para afrontar sus responsabilidades o necesitarían más?*

R: Yo siempre he creído que la crisis es una oportunidad. Gestionar un presupuesto en un contexto de crisis te da la oportunidad de ser mucho más imaginativo, de utilizar mucho mejor los recursos... con lo cual, estando en el mismo contexto económico que están todas las administraciones, no me quejo, porque a mi equipo y a mí nos están dando la oportunidad de gestionar de otra manera los dineros públicos. @

Consejo de Seguridad Nuclear

El CSN participa en la misión del OIEA a la central japonesa de Fukushima

El director técnico de Protección Radiológica del Consejo de Seguridad Nuclear, Juan Carlos Lentijo, participó el pasado mayo en la misión que realizó el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en Japón, para evaluar los daños sufridos por los reactores de la central nuclear de Fukushima, afectados por el terremoto y posterior tsunami del 11 de marzo, y conocer de primera mano y valorar las medidas adoptadas por el país nipón.

El objetivo principal de la misión, que tuvo lugar entre el 24 de mayo y el 1 de junio, era la recogida de datos que permitieran tener una visión detallada de lo ocurrido en la central nuclear japonesa para realizar una evaluación preliminar, delineando recomendaciones, conclusiones y lecciones que pudieran ser útiles a la comunidad internacional.

Participaron expertos de 12 países, especializados en tres áreas temáticas. La primera, tenía a su cargo la evaluación de riesgos externos, como

consecuencias de terremotos y tsunamis. Otra área se dedicó a la evaluación de riesgos en reactores y en piscinas de combustible. Juan Carlos Lentijo, era el responsable del tercer grupo, dedicado a estudiar las respuestas de emergencia y consecuencias radiológicas del accidente.

Al término de la misión, se realizó un informe detallado, que se presentó en la conferencia ministerial sobre seguridad nuclear, en Viena, el pasado mes de junio. Junto con el informe realizado por las autoridades japonesas, este documento es clave para el análisis de la situación y para promover la discusión a nivel internacional, definir lecciones importantes, y aprender a mejorar la seguridad en las centrales nucleares de todo el mundo.

A lo largo de su estancia en Japón, los expertos se reunieron con miembros del gobierno japonés, para establecer apoyos mutuos que permitieran un óptimo desarrollo del programa establecido y de los objetivos planteados.



Participaron también en reuniones técnicas, con los organismos reguladores japoneses, NISA (Nuclear and Industrial Safety Agency) y NSC (Nuclear Safety Commission), la compañía eléctrica TEPCO responsable de la gestión de las centrales nucleares afectadas, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria y el Ministerio de Educación, sobre el cual recaen las competencias de vigilancia ambiental. A destacar las visitas realizadas por el grupo a las centrales nucleares afectadas, Tokai-Daini, Fukushima-Daini y Fukushima-Daichi, dentro del área de exclusión.

En la central de Fukushima, la más afectada por el terremoto y posterior tsunami, “el grado de destrucción provocado por el desastre natural es impresionante” según explica Juan Carlos Lentijo. La misión pudo ver de primera mano las consecuencias del desastre natural, además de conocer cómo se desarrolló y se gestionó la crisis posterior, y qué medidas se han puesto en marcha desde entonces.

Los reactores de Fukushima perdieron el suministro eléctrico como consecuencia del tsunami, que provocó también el colapso de numerosas estructuras, llegando a afectar a las propias estructuras de contención. La imposibilidad de recuperar la refrigeración en algunos de

los núcleos, concretamente en las unidades 1 y 2, y más tarde en la 3, condujeron a una fusión parcial de los núcleos de los reactores. La “fusión generó hidrógeno, que a su vez dio origen a las explosiones, que complicaron extraordinariamente el accidente” explica Lentijo.

En las primeras horas, después del tsunami, la planta se vio tan afectada que no existía ningún tipo de suministro eléctrico y los trabajadores tuvieron que moverse a ciegas por el emplazamiento. Bajo amenaza de nuevos terremotos y tsunamis, el peligro que suponía moverse por la central nuclear era importante, lo que dificultó aún más las labores de los equipos de emergencia. En opinión del experto español, “aunque los esfuerzos realizados fueron extraordinarios, no fueron suficientes para evitar problemas a gran escala, cuyas implicaciones futuras todavía desconocemos”.

La evacuación de la zona de 20 km alrededor de Fukushima se hizo en una etapa temprana, previniendo la exposición de la población a cantidades importantes de radiación. Sin embargo, la zona noroeste del territorio que rodea a las centrales presenta una huella de contaminación importante, en un radio de entre 40 y 50 km, que se cree debida a la acción

El CSN participa en la XV reunión del Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear

El Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG) celebró su decimoquinta reunión los días 12 y 13 de mayo en Bruselas, para analizar las pruebas de resistencia (stress-tests) a las que se someterán las centrales nucleares europeas durante este año. Estas pruebas servirán para reevaluar la seguridad de las plantas tras el accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima (Japón), de acuerdo con el mandato del Consejo Europeo de los días 24 y 25 de marzo, que solicitó verificar los márgenes de seguridad y el comportamiento de las centrales ante situaciones que pudieran poner en riesgo su seguridad. A la reunión acudió una delegación del CSN, encabezada por la presidenta Carmen Martínez Ten, en la que también participó el subdirector general de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Javier Arana.



El CSN asiste a la Conferencia Internacional “25 años desde el desastre de Chernóbil”

El consejero del CSN Antonio Colino, asistió a la conferencia internacional “25 años desde el desastre de Chernóbil”, celebrada los días 20, 21 y 22 de abril, en Kiev (Ucrania). En la apertura del acto conmemorativo participaron, entre otras personalidades, el presidente de Ucrania, Victor Yanukovich, el secretario general de Naciones Unidas, Ban Ki-moon, y el director general del Organismo Internacional de Energía Atómica, Yukiya Amano. Las exposiciones abordaron las lecciones aprendidas tras el accidente de Chernóbil, la asistencia internacional y los principales retos en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. Se realizó también una visita a la zona de exclusión de la central.

del viento. En esta zona, en las fechas de la visita realizada por la misión del OEIA, de las cinco ciudades afectadas tres habían sido ya evacuadas, y las demás se encontraban en proceso de evacuación.

Las medidas de seguridad implantadas después del accidente son muy estrictas. A diario pasan por el centro de control de accesos a la zona de exclusión, Village-J, cerca de 2.000 trabajadores. Todos reciben formación, entrenamiento e instrucciones claras de trabajo, además del equipo de protección radiológica necesario. El centro de aislamiento sísmico, en la propia central, vigila que se cumplan todas las medidas de control que garantizan la seguridad de los trabajadores y mantiene la comunicación con el exterior.

Los turnos de trabajo son estrictamente controlados, y nadie permanece en áreas de riesgo por más de dos horas. La situación en la planta de Fukushima Dai-ichi aún no es estable y se producen emisiones de radiación constantemente. Según Lentijo “todos los miembros de la misión tuvimos que utilizar protección integral, y así tienen que trabajar todos lo que realizan labores en la central, lo que obviamente complica cualquier trabajo que se tenga que llevar a cabo”.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP en sus siglas

en inglés) considera que 500 mSv es un valor de referencia seguro para la exposición a la radiación, aunque en situación de crisis se puedan aceptar valores cercanos a los 1.000 mSv. En Japón, la legislación definía que la exposición máxima aceptada para los trabajadores de las centrales era de 100 mSv. En la actualidad, se ha cambiado este valor a 250 mSv.

Juan Carlos Lentijo cree que estos límites están dentro de lo aceptable, y que resultan de un equilibrio entre riesgos y beneficios. “Al final, en situaciones de crisis hay que arriesgar algo más, pero no podemos olvidar que son riesgos controlados”. El experto considera que el programa sanitario a que están sometidos todos los trabajadores contribuirá a minimizar cualquier daño que pueda resultar de exposiciones excesivas.

En la actualidad, las labores en la central nuclear se centran, en la puesta en marcha de un sistema solvente de tratamiento de los líquidos radiactivos, generados por la refrigeración de los núcleos con agua de mar. La prioridad es el desarrollo de un sistema cerrado, que permita eliminar la necesidad de verter agua radiactiva al mar. Se construirán también campanas alrededor de los edificios, que eviten la emisión de radiación al exterior.



“Definir el programa de seguimiento sanitario con rapidez y precisión es también una prioridad”, explica Lentijo, “y su aplicación se extenderá a muy largo plazo”. Entre el grupo de trabajo que desarrolla las medidas de seguimiento

sanitario, se encuentran expertos de las facultades de medicina de las universidades de Hiroshima y Nagasaki, que cuentan con una avalada experiencia en mitigar las consecuencias de exposiciones a elevados niveles de radiación.

Pruebas de resistencia a las centrales nucleares españolas

A raíz de los sucesos ocurridos en la central nuclear japonesa de Fukushima, desde el 1 de junio, las centrales nucleares españolas están siendo sometidas a una reevaluación de su seguridad, de acuerdo con el programa de pruebas de resistencia aprobado por el Consejo de Seguridad Nuclear el pasado 25 de mayo y las directrices adoptadas por los organismos internacionales. El proceso contempla tres fases: una revisión previa realizada por los titulares de las centrales, la elaboración de informes de evaluación nacional, realizados por los organismos reguladores, y la revisión de los informes nacionales y visitas a los emplazamientos por parte de equipos de expertos.

El 15 de agosto los titulares de las centrales deben remitir al CSN un informe preliminar de los análisis en curso, en el que se detalle el estado de avance de sus

análisis, incluyendo aquellas propuestas de medidas a implantar que se hayan identificado. La fecha límite para que cada una de las instalaciones haga llegar al CSN los resultados de las pruebas, acompañados de una propuesta que detalle las medidas a implantar y su correspondiente programación, es el 31 de octubre.

Las pruebas consisten en evaluar la seguridad de los sistemas de protección de las instalaciones nucleares, con el fin de evidenciar los márgenes de seguridad existentes e identificar e incorporar las mejoras adicionales para mitigar accidentes no contemplados en las bases de diseño y que tengan consecuencias graves, cualquiera que sea su origen.

Los aspectos que contemplan las pruebas de resistencia son los que se refieren a:

Visitas institucionales al Consejo de Seguridad Nuclear

Dentro del programa de visitas institucionales del Consejo de Seguridad Nuclear, a lo largo de los últimos meses, han visitado la sede del CSN las siguientes instituciones:

— El Consejo de Administración de Red Eléctrica de España, encabezado por su presidente, Luís Atienza, el 31 de marzo.

— La Junta Directiva de la Sociedad Española de Protección Radiológica, encabezada por su presidenta, María Luisa España, el 28 de abril.

Las visitas englobaron una recepción por parte del Pleno del Consejo, y una visita a la Sala de Emergencias [Salem] finalizando con el Centro de Información.



Presentación del Estudio Epidemiológico español a la Academia de Ciencias estadounidense

Bajo petición de la National Academy of Sciences de Estados Unidos (NAS) el CSN presentó, en una reunión del Comité de la Academia el pasado 23 y 24 de mayo en Atlanta (EE UU), el estudio epidemiológico realizado por el Instituto de Salud Carlos III y el Consejo de Seguridad Nuclear, sobre el posible efecto de las radiaciones ionizantes derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas sobre la salud de la población que reside en su proximidad, remitido al Parlamento en mayo de 2010. La presentación corrió a cargo de Lucila María Ramos, subdirectora de Protección Radiológica Ambiental del CSN, y Gonzalo López-Abente, del Instituto de Salud Carlos III. La NAS considera que los resultados obtenidos son una referencia para la realización de una investigación similar en Estados Unidos, que se realizará a petición de la Nuclear Regulatory Commission (NRC).

— Riesgos sísmicos: todas las plantas deberán justificar el margen sísmico de que disponen, por encima de su mismo base de diseño e identificar las acciones a adoptar en caso de que se superen esos valores.

— Riesgos de inundaciones relativos a rotura de presas, grandes precipitaciones o avenidas de agua procedentes de los ríos o embalses cercanos a la instalación.

— Escenarios de pérdida de alimentación eléctrica y de pérdida de sumidero final de calor. Este apartado contempla tanto la pérdida total de alimentación eléctrica como la combinación de los dos supuestos mencionados.

— Gestión de accidentes severos: se evaluarán los medios de que dispone la central para hacer frente a situaciones extremas en las que se haya producido daño al núcleo del reactor; medidas disponibles para mantener las condiciones de refrigeración de las piscinas de almacenamiento de combustible gastado, y capacidades de prevención o mitigación de la pérdida de la integridad de la contención.

Los análisis de seguridad actualmente en vigor para las centrales nucleares españolas cubren ya una gran variedad de situaciones. El alcance técnico de las pruebas de resistencia que ahora se realizan

tiene en cuenta los escenarios que se produjeron en Fukushima (Japón) y en varios sucesos iniciadores y fallos múltiples no contemplados en la base de diseño de las instalaciones.

Como único organismo competente en España en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, y teniendo en cuenta los resultados de las pruebas de resistencia, el CSN contemplará medidas que permitan aumentar de forma considerable la seguridad de las plantas nucleares españolas.

Para establecer el conjunto de análisis que engloban las pruebas de estrés, el CSN participa activamente en todos los foros internacionales de reguladores de seguridad nuclear (OIEA, WENRA, ENSREG, INRA), donde se debaten estas pruebas de resistencia, armonizadas en toda la Unión Europea.

La realización de pruebas de resistencia a las instalaciones nucleares parte de una decisión tomada por los 27 Estados miembros de la Unión Europea, el 23 y 24 de marzo de 2011, en el seno del Consejo Europeo. Su objetivo es armonizar los niveles de seguridad, con los estándares más elevados y bajo los mismos criterios de los 148 reactores existentes en toda la Unión.

Celebrada en Viena la conferencia ministerial organizada por el OIEA tras el accidente de Fukushima

Para analizar el marco de la seguridad nuclear tras el accidente ocurrido en la central nuclear Fukushima el pasado 11 de marzo, el Organismo Internacional de Energía Atómica convocó una conferencia ministerial, que se celebró entre el 20 y el 24 de junio, con representantes de cerca de 150 países.

La delegación española estaba encabezada por la presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, que estaba acompañada por los directores técnicos de Seguridad

Nuclear, Isabel Mellado, y de Protección Radiológica, Juan Carlos Lentijo. Por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio acudió Fabricio Hernández, secretario de estado de Energía. La conferencia se dividió en sesiones plenarias y grupos de trabajo, en los que se abordaron, además del análisis del accidente de Fukushima, el refuerzo de la seguridad nuclear, la preparación y respuesta ante emergencias, así como la protección del público y del medioambiente ante las ra-

diaciones y el marco jurídico internacional sobre seguridad nuclear.

En uno de los grupos de trabajo, el director técnico de Protección Radiológica del CSN, Juan Carlos Lentijo, realizó una exposición sobre las actuaciones llevadas a cabo por el regulador español durante el accidente en la instalación japonesa. Lentijo destacó la labor del CSN en cuanto a la evaluación de la información proveniente de los canales oficiales (ENATOM, ECURIE), así como el asesoramiento permanente al Gobierno de España en cuanto a la información pública y las acciones de protección para los ciudadanos españoles residentes en Japón o que en esos momentos se dirigían al país nipón. Asimismo, expuso el programa especial para la vigilancia radiológica ambiental establecido por el CSN, cuyos resultados fueron comunicados a las instituciones nacionales e internacionales, así como a los medios de comunicación y a la población general.

Por otro lado, se hizo público el informe de la misión que el OIEA envió a Japón a finales del mes de mayo y en el que el equipo de expertos desplazado, del cual formó parte el director técnico de Protección Radiológica del CSN, Juan Carlos Lentijo, identificó lecciones aprendidas del accidente entre las que se encuentran la actualización de las evaluaciones y metodologías de las mismas respecto a la protección contra los riesgos como tsunamis y terremotos así como la independencia del organismo regulador.

Del mismo modo, se presentó el informe que el Gobierno de Japón ha trasladado al OIEA y en el que se recoge desde la situación de la seguridad nuclear en ese país previa al accidente provocado por el tsunami del 11 de marzo, hasta los daños ocurridos en la instalación debido a este fenómeno natural, pasando por los esfuerzos de recuperación de cara al futuro y las lecciones aprendidas tras el accidente.

Simulacros de emergencia realizados por el CSN

Durante los últimos meses se han celebrado tres simulacros de emergencia, en los que ha participado el Consejo de Seguridad Nuclear con activación de la Sala de Emergencias, en el centro de almacenamiento de residuos de El Cabril, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) y la central nuclear Vandellós II.

El primero tuvo lugar el 31 de marzo y simuló la precipitación del puente grúa que transporta sacas de residuos radiactivos sobre una de las estanterías del edificio auxiliar de acondicionamiento, produciendo a su vez la caída de varias sacas. Se simuló también la contaminación interna de un trabajador y su traslado al centro de irradiados y contaminados del Hospital Gregorio Marañón. El titular de la instalación, Enresa, decla-

ró la categoría III (emergencia en el emplazamiento) de su Plan de Emergencias Interior y el CSN activó su Organización de Respuesta ante Emergencias llegando hasta el nivel 2. Un suceso de esta naturaleza habría sido clasificado como nivel 1 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES).

El Ciemat llevó a cabo un simulacro el 5 de mayo, con la supuesta explosión de un artefacto en el sótano 1 del edificio 12 de las instalaciones, que albergaría instalaciones radiactivas de segunda categoría y un almacén de material radiactivo sometido a control, por lo que se procedió a la evacuación tanto de la instalación como de los edificios colindantes. Los resultados indican que ninguna instalación ni material radiactivo se habrían visto afectados por la explosión.

Visita a emplazamientos nucleares en Finlandia y Suecia

Una delegación del CSN y una representación de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados, formada por su presidente, Antonio Cuevas, y varios miembros de la Ponencia de Seguridad Nuclear del Congreso, visitaron algunos de los emplazamientos nucleares de Finlandia y Suecia entre los días 4 y 6 de abril. Por parte del Consejo asistieron la presidenta y el consejero Antonio Colino. El viaje tuvo como objetivo incrementar el conocimiento, por parte de los parlamentarios españoles, de los sistemas de regulación propios de otros países y los sistemas de operación de centrales nucleares e instalaciones de almacenamiento de combustible gastado. Ambas delegaciones visitaron la instalación de Olkiluoto en Finlandia y CLAB y Aspö, en Suecia y mantuvieron una reunión con el organismo regulador sueco, para analizar los sistemas de seguridad y los sistemas de almacenamiento que se llevan a cabo en estos países del norte de Europa.



Publicación de los análisis del CSN en el Estudio Epidemiológico

En el marco del Estudio Epidemiológico llevado a cabo de manera conjunta entre el CSN y el Instituto de Salud

Carlos III para determinar el posible efecto de las radiaciones ionizantes derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear españolas sobre la salud de la población que reside en su proximidad, el CSN ha realizado unas estimaciones de las dosis efectivas sobre los habitantes de los municipios ubicados en las áreas de influencia de las distintas instalaciones de forma retrospectiva, siguiendo una metodología realista. El estudio y sus resultados han sido publicados por el CSN en su colección Informes Técnicos.

Los valores obtenidos se han comparado con los niveles de exposición de la población por fuentes naturales de radiación que, para las poblaciones afectadas, son en promedio unas 2.300 veces mayores que las atribuibles a las instalaciones consideradas [centrales nucleares e instalaciones del ciclo de combustible]. Si se atiende al impacto que sobre la población española, en su conjunto, tienen dichas instalaciones se obtienen valores anuales promedio de $3,5 \times 10^{-5}$ mSv/año, en comparación con los 1,6 mSv/año procedente de fuentes naturales o los 1,3 mSv/año de exposiciones médicas.

Los principales resultados y conclusiones del estudio se han publicado en la revista *Journal of Environmental Radioactivity*, en su número 120 de noviembre de 2011, páginas 995 a 1.007 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2011.07.003>).

Se declaró la categoría II (alerta de emergencia en el emplazamiento) del Plan de Emergencias Interior y el CSN activó su Organización de Respuesta ante Emergencias llegando hasta el modo 2

En la central nuclear Vandellós II, el simulacro se realizó el 26 de mayo y se inició con una prealerta de emergencia por la detección de altos niveles de contaminación radiactiva en el sistema de refrigeración del reactor. Se simuló la pérdida de suministro eléctrico exterior y

una pequeña emisión de radiación al exterior, circunstancia ante la que el CSN recomendó al Centro de Coordinación Operativa (Cecop) el control de accesos en un radio de 10 kilómetros. El CSN activó su Organización de Respuesta ante Emergencias hasta el modo 2, que implica la participación de todo su personal disponible. Un suceso de esta naturaleza habría sido clasificado con el nivel 2 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES).

España acoge el primer ejercicio Internacional de intercomparación de medidas de radiación natural



Entre los días 23 y 27 de mayo tuvo lugar en Saelices el Chico (Salamanca) el primer ejercicio internacional de intercomparación de medidas de radiación natural en condiciones de campo, organizado por el Laboratorio de Radiación Natural de la Universidad de Cantabria, dentro del acuerdo firmado entre esta Universidad y el Consejo de Seguridad Nuclear.

El ejercicio ha sido llevado a cabo en las instalaciones que Enusa Industrias Avanzadas tiene en la localidad salmantina, y en el han participado un total de

42 instituciones y empresas, extranjeras y nacionales.

Durante el ejercicio se realizaron medidas de radiación natural dentro de los siguientes parámetros:

- Tasa de exposición de radiación gamma externa.
- Exhalación de ^{222}Rn en suelos y materiales de construcción.
- ^{222}Rn en el interior del terreno a un metro de profundidad.
- ^{222}Rn en el interior de las cámaras y en el aire exterior.
- Concentración de ^{222}Rn en agua.

ARTÍCULO

El ejercicio internacional de emergencia INEX-4 en España

Dentro de los ejercicios que se llevan a cabo para probar la capacidad de respuesta de los servicios y organizaciones nacionales ante una emergencia radiológica, hace unos meses se realizó el denominado INEX-4, incluido en el programa de simulacros internacionales que organiza la Agencia de Energía Nuclear (NEA) de la OCDE. Se trata de uno de los ejercicios más importantes ejecutado en nuestro país, dentro de este ámbito, por sus dimensiones, ya que hubo 14 instituciones implicadas y el número de participantes ascendió a varios centenares, desplazándose por un área total de unos 200.000 metros cuadrados. Dirigió las operaciones la Unidad Militar de Emergencias y tuvo un papel destacado el Consejo de Seguridad Nuclear. Representantes de ambas instituciones analizan en este artículo, dividido en dos partes, el desarrollo y las conclusiones del simulacro.

› Juan Montenegro
Jefe de Estado Mayor, UME
› Javier Marcos Ingelmo
Oficina de Comunicación
Pública, UME
› Fotos: Fidel Santos
Oficina de Comunicación
Pública, UME

Perspectiva desde la UME

El presidente de Chile, Sebastián Piñera Echenique, declaraba recientemente a los medios de comunicación, todavía con la tensión de haber vivido cómo el suelo de su país temblaba azotado, nuevamente, por los terremotos que de forma consecutiva les habían sacudido en los dos últimos años,

“...esta vez las consecuencias del movimiento sísmico han sido menores. La experiencia extraída del ocurrido en 2010 nos ha pillado más preparados”.

Y de alcanzar más experiencia se trataba también con el ejercicio que reunió durante unos meses en Madrid, en torno a una misma mesa de trabajo, a repre-



La ministra de Defensa y la presidenta del CSN durante el desarrollo del ejercicio.

sentantes de distintos organismos de las administraciones Central del Estado y autonómicas españolas. Siete entidades con diferentes niveles de responsabilidad en el mundo de las emergencias se constituyeron en el llamado Grupo Nacional de Planeamiento, con representación de Presidencia del Gobierno (Departamento de Infraestructuras y Seguimiento de Situaciones de Crisis), Ministerio del Interior (Secretaría de Estado de Seguridad, Dirección General de Protección Civil y Emergencias), Ministerio de Asuntos Exteriores (Unidad de

en la que se ensayan diversas situaciones que se pueden dar en este tipo de emergencias. La NEA marca un ejercicio como alcance mínimo a desarrollar denominada “Ejercicio de Mesa”. El CSN, amplió este objetivo con otro que completase el anterior con una fase práctica denominada “Ejercicio de Campo”.

Para teatralizar todas las secuencias, el lugar elegido fue el campo de prácticas que la Escuela Nacional de Protección Civil tiene en la localidad de Rivas-Vaciamadrid. Sobre espacios dispuestos, se montaron todas las posibilidades que el

UME, con el fin de diagnosticar si desde el punto de vista radiológico, se podía pasar a la fase de “reconstrucción” o de “vuelta a la normalidad”.

Desde el momento en que el Grupo Nacional de Planeamiento inició sus cometidos se tomó entre todos los participantes, como decisión esencial, considerar el escenario como una emergencia de interés nacional —nivel III— por lo que la dirección operativa de la misma correspondía a la UME, representada en la persona de su general jefe. La trascendencia del incidente y sus posteriores consecuencias, aconsejaban esta iniciativa, además de la importancia de que la toma de decisiones recayera en un único organismo que tuviera posibilidades permanentes de respuesta con medios humanos y capacidad técnica de comunicaciones para coordinar las acciones del resto de participantes. Eso no restaba ningún protagonismo a los otros intervinientes. Es más, cada uno debía asumir independientemente la parte de compromiso en su cometido.

Todo el escenario, así como el planeamiento del ejercicio de campo, con las sucesivas incidencias que marcaban la actividad de los diferentes actores, fue diseñado en el trabajo de mesa. No obstante, el CSN marcaba el límite de las situaciones con el fin de que el número de imprevistos no sobrepasase las capacidades reales y evitar actividades que no guardasen relación con la caracterización radiológica.

Un total de 430 efectivos formaron el dispositivo desplegado, de los cuales 230 eran militares, entre los que se encontraban los pertenecientes al Regimiento NBQ “Valencia 1”, del Ejército de Tierra. Por parte de la UME, intervinieron personal del Cuartel General, Regimiento de Apoyo a las Emergencias, el Primer Batallón de Intervención de Emergencias y la Unidad del Cuartel General, que proporcionaron capacidad de



Desarrollo de la práctica de campo del Ejercicio.

Emergencias Consulares), Ministerio de Defensa (Unidad Militar de Emergencias, UME), Delegación del Gobierno en Madrid, Comunidad de Madrid, Ayuntamiento de Madrid, Consejo de Seguridad Nuclear y Enresa (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos) para tratar de un supuesto incidente acaecido por atentado terrorista en núcleo urbano con una bomba sucia.

El ejercicio, de nombre “INEX”, se encuadra dentro de una serie de trabajos sobre temas de emergencias nucleares programados a nivel internacional por la Agencia de la Energía Nuclear (NEA),

supuesto de emergencia podía ofrecer: zona de derrumbes para búsqueda con perros y extracción de personas sepultadas; zona de edificios abandonados, donde la vigilancia policial debía evitar su posible ocupación por individuos ajenos al inmueble; instalación de cinco líneas de descontaminación; tiendas de atención a heridos y de apoyo psicológico y el Puesto de Mando Avanzado dispuesto con varios vehículos de comunicaciones a su alrededor. Toda el área de actuación estaba perfectamente delimitada y controlada por Fuerzas y Cuerpos de la Seguridad del Estado y Policía Militar de la

mando y control, desescombro, búsqueda y rescate, reconocimiento radiológico, descontaminación radiológica de personal y material, asistencia sanitaria y logística.

Los servicios y equipos de emergencia que intervinieron en el ejercicio de campo pertenecen a entidades y organismos de ámbito local, autonómico y nacional: Ayuntamiento de Madrid con bomberos y SAMUR (Protección Civil y Social), la Comunidad de Madrid con bomberos, emergencias de la comunidad y SUMMA112, el CSN y Enresa con equipos radiológicos, el Ministerio del Interior con Policía Nacional, Guardia Civil, y las Fuerzas Armadas con la Unidad Militar de Emergencias canalizando el esfuerzo aplicado a la resolución de esta emergencia.

A su vez, el jefe de la UME, desde su Puesto de Mando desplegable y dotado de sistemas de información y telecomunicaciones, pudo asegurar el mando y control, la coordinación de los grupos operativos, imprescindible en este tipo de intervenciones; contando, por un lado, con el Sistema Integrado Militar de Gestión de Emergencias (SIMGE) y por otro, con la Red Nacional de Emergencias (RENEM) como herramienta clave de colaboración con todos los organismos implicados en una emergencia de ese tipo.

Situación inicial, estalla una bomba sucia

A primeras horas de la mañana del día 17 de agosto de 2010, el Paseo de la Castellana de Madrid es escenario de un fuerte estampido provocado por la detonación de una bomba en el aparcamiento de vehículos que se encuentra situado detrás de la estación del Metro y Cercanías de Nuevos Ministerios. Los primeros indicios señalan la explosión localizada en el interior de un vehículo.

Nada más conocerse el suceso, se han activado todos los servicios de emergen-

cias del Ministerio del Interior, Comunidad y Ayuntamiento de Madrid.

Un equipo TEDAX-NRBQ de la Policía Nacional se ha trasladado inmediatamente al lugar. En sus análisis han comprobado que hay material radiactivo entre los restos de la bomba, identificado como Cs-137.

Un primer balance de lo acontecido señala que se ha localizado a una persona muerta y numerosos heridos. Muchos de ellos se encuentran en el interior de la estación del metro, esperando la llegada del tren. Posteriormente, se veri-



De acuerdo con los datos iniciales hubo 150 personas heridas de diversa consideración.

fica que otras cinco personas más han aparecido sin vida, dos se hallaban en el parking y tres en la misma estación al derribarse parte de ella.

Los datos iniciales de la catástrofe dan un balance de alrededor de 150 personas heridas de diversa consideración. De ellas, 50 han tenido que ser hospitalizadas, entre los que se encuentran identificados 10 turistas extranjeros.

En una reunión urgente, el Gobierno de la Nación, después de informar que desconocía la autoría material de los hechos —aunque las averiguaciones preliminares apuntan a algún grupo terro-

rista sin concretar—, ha declarado emergencia de interés nacional (nivel III) y activado el Plan Nacional Especial ante Riesgos Radiológicos. Se ha nombrado un Comité de Dirección, presidido por el ministro del Interior y formado por diversos estamentos, entre ellos el Consejo de Seguridad Nuclear, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, y la Unidad Militar de Emergencias.

Sin preámbulos, se empieza a estudiar la situación real de lo acontecido: la trascendencia que tiene sobre el lugar lo sucedido, cómo afecta a la vida de los

ciudadanos, bienes mobiliarios y fundamentalmente, nivel de contaminación tanto en seres vivos como en material inerte.

La responsabilidad en la dirección de las operaciones recae en el general jefe de la UME que para ejercer mejor esta función establece un Puesto de Mando Avanzado Integrado, formado a su vez por un Grupo Sanitario, un Grupo Radiológico, un Grupo de Seguridad Ciudadana y Orden Público, un Grupo de Apoyo Logístico y Asistencia Social y un Grupo de Intervención Operativa. El Puesto de Mando avanzado está dirigi-

do por la UME y el Centro de Coordinación Operativa (Ceco) está coordinado por la DGPCyE.

A cada grupo operativo se le asigna un cometido y misión concreta; la composición y funciones de estos equipos es la siguiente:

—Grupo Radiológico: dirigido por el CSN, en él están integrados representantes de Enresa, equipos de intervención del CSN (tanto propios como contratados), unidades especializadas NRBQ del Cuerpo Nacional de Policía, Guardia Civil, Policía Local y UME. Cumple funciones de caracterización, vigilancia y control radiológico.

—Grupo Sanitario: dirigido por el Servicio Sanitario de la Comunidad Autónoma de Madrid y formado por sanitarios del Ayuntamiento de Madrid (SAMUR-Protección Civil), de la propia comunidad (SUMMA-112) y de la UME. Permanece en contacto directo con los hospitales a través del SUMMA. Sus funciones son de asistencia sanitaria convencional y radiológica, triaje y descontaminación de urgencia.

—Grupo de Seguridad Ciudadana y Orden Público: dirigido por el Cuerpo Nacional de Policía. Sus funciones son el control y la seguridad de la zona evacuada, el control del tráfico y el de las zonas adyacentes. Formado por Policía Nacional y Policía Local. En este grupo se incluye la Policía Judicial para todo lo relacionado con los aspectos forenses.

—Grupo de Asistencia Social: se encarga de la asistencia de carácter individual y colectivo y está dirigido por los Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid y formado por sus servicios asistenciales y los del Ayuntamiento de Madrid.

—Grupo de Intervención Operativa: está dirigido por la UME. Sus funciones son las de actuaciones de retirada de residuos y apoyo operativo en general, búsqueda y rescate, remoción de obstáculos y reconocimiento de estructuras.

Está formado por personal de la UME junto con Bomberos del Ayuntamiento de Madrid y de la Comunidad de Madrid.

Organización de respuesta en la fase urgente de la emergencia

La puesta en marcha de todo el operativo se inicia con la ubicación del Puesto de Mando Avanzado en el antiguo hospital de Maudes, en cuyas cercanías se distribuyen los distintos servicios y equipos de emergencias. (Se eligió esta ubicación por estar en contra de la dirección del viento: NNE y fuera de la principal área afectada). En el Puesto de Mando se han integrado los dispositivos de emergencias de las distintas organizaciones.

Las acciones del Comité se suceden con rapidez. Se precisa conocer la situación real del número de personas afectadas por la deflagración y separar a las mismas, según el nivel de radiación y consideración de sus heridas. Después de la atención a las 150 primeras víctimas y en previsión de que aumentasen sustancialmente, se activaron los centros hospitalarios Gregorio Marañón, La Paz y Ramón y Cajal, previstos para este tipo de emergencias en el Plan Especial de la Comunidad de Madrid. Los equipos de rescate siguen trabajando sin descanso. Nuevos accidentados, aproximadamente 130, fueron tratados en las unidades especializadas previstas al efecto. Otros rescatados, hasta un total de 70, fueron trasladados a las clínicas privadas San Rafael, Cruz Roja y Clínica Belén y al hospital Gregorio Marañón. Todos los demás han sido dados de alta encontrándose en sus domicilios o en los albergues (colegios mayores), después de haberseles sometido a los procesos de descontaminación.

Mientras tanto, la Guardia Civil y la Policía Nacional aseguran el control tomando medidas que se refieren a delimitar zonas de seguridad de vías públicas,

prohibición del tránsito de personas y vehículos. Por las características de la explosión y la onda expansiva y por indicación de los cuerpos especializados, se evacuó una zona de un radio mínimo de 300 metros.

Otro de los problemas graves que se plantea la Organización de la Emergencia, es la situación de los edificios de la zona, ya que se encuentran potencialmente contaminados debido al tiempo transcurrido entre la explosión y la parada de los sistemas de ventilación y aire acondicionado.

El atentado ha ocurrido en plena área de negocios de Madrid, con un parque empresarial muy importante dedicado a comercios, oficinas privadas, centros oficiales, colegios, hospitales y viviendas. Ello ha supuesto el desalojo de alrededor de 6.000 personas, entre residentes en la zona y trabajadores de empresas situadas en el área afectada. Toda la población es monitorizada y, en el caso de ser necesario, se les realiza una descontaminación externa o, por considerarlo conveniente, son enviados al hospital para su tratamiento.

Las infraestructuras de edificios y servicios del lugar también fueron objeto de un estudio detallado. Se comprueba que el suministro eléctrico está seriamente afectado y sus instalaciones se encuentran contaminadas. El abastecimiento de agua se cortó a las dos horas de la explosión y se dispuso el aprovisionamiento de agua embotellada, por si fuera necesaria, para el consumo.

La vida cotidiana de los ciudadanos que habitan en la zona se ha visto seriamente afectada. El transporte público —autobuses, metro— está limitado en su movimiento habitual e igualmente el acceso para peatones por las calles afectadas por la onda expansiva de la detonación, con unos niveles muy altos de contaminación, principalmente en lo que se refiere a las estaciones de metro



En el ejercicio participaron 14 organismos e instituciones.

de Nuevos Ministerios, Lima, Cuzco y Plaza de Castilla. Al mismo tiempo, la población que requirió albergue ha sido evacuada y está siendo realojada en varios colegios mayores del lugar. En cada uno de ellos se ha establecido un centro de recepción que está siendo gestionado por el grupo de apoyo logístico. Lo mismo se está haciendo con los clientes de varios hoteles situados en el perímetro afectado, enviándolos a otros en donde no exista peligro para su salud.

Medidas radiológicas adoptadas

Todos los ciudadanos que inicialmente fueron desalojados de sus casas o lugares de trabajo han sido sometidos a un control radiológico. El nivel de referencia para considerar a una persona como contaminada, de acuerdo con los procedimientos de los Planes Exteriores de Emergencia Nuclear, ha sido el de un nivel de contaminación superficial en cualquier parte externa de su cuerpo superior a 40 Bq/cm². Este criterio se ha basado en la guía de primeros actuantes del OIEA (EPR_First Responders 2006).

En dicho criterio se señala que: *El área inicial de evacuación será aquella zona situada dentro un radio de 300 m desde el lugar de la detonación o aquellas zonas que presenten una actividad depositada en el suelo superior a 1.000 Bq/cm².*

El personal técnico que realiza estas tareas va protegido con unos equipos que se corresponden con los recomendados, de acuerdo con los niveles de contaminación superficial, se compone de: buzos tyvek, mascarilla, guantes de latex, cubrecalzado y gafas. El nivel de referencia utilizado para el control dosimétrico es de 50 mSv, de acuerdo con el límite de dosis anual para trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes del vigente Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes. Este nivel podrá ser superado en situaciones excepcionales tales como el rescate de vidas.

Fin de la fase urgente de emergencia

Transcurrido un periodo de 15 días desde que ocurrió el hecho, el ministro del Interior ha declarado el fin de la fase urgente de emergencia. Se considera un

nivel II de emergencia. No obstante, las actuaciones mantienen la consideración de emergencia radiológica aunque no de carácter urgente.

La organización inicial se ha adaptado a esta circunstancia. La dirección en esta fase está a cargo del Comité de Dirección presidido por la directora general de Protección Civil y Emergencias, que ha sido designada por el ministro del Interior. El Comité lo forman, además, el consejero de la CAM en materia de Protección Civil, el concejal del Ayuntamiento de Madrid en materia de Protección Civil, el general jefe de la UME, el subdelegado de Gobierno de Madrid, un representante de la Secretaría de Estado de Seguridad del MIR y un representante del Departamento de Infraestructuras y Seguimiento de Situaciones de Crisis.

Parte de la estructura establecida en la fase urgente se ha reagrupado en un Comité de Gestión, coordinado por el subdelegado del Gobierno y formado por representantes de organizaciones de ámbito local, regional y estatal con competencias y responsabilidades en las actuaciones que se están desarrollando.

Por otro lado, el Gabinete de Información y Comunicación mantiene su ubicación, adaptando sus funciones a cada fase. Este Gabinete está integrado por representantes de cada uno de los organismos y depende directamente de la Dirección de la Emergencia. Desde el inicio de la situación de crisis, ha estado emitiendo diversos comunicados de prensa a los medios comunicación con el propósito de mantener informada puntualmente a la población, evitando, así, cualquier situación de alarma que se aleje de la realidad con datos exactos y pormenorizados de cómo se va resolviendo la situación y las medidas adoptadas en cada momento.

El Puesto de Mando avanzado se ha transformado en un Puesto de Coordinación de Efectivos y se ha trasladado a

la calle Orense. Sigue estando dirigido por la UME y se mantienen los mismos equipos aunque sus funciones han variado ligeramente para ajustarse a la situación.

Vigilancia y control en el área afectada

El área evacuada se mantiene vigilada y controlada por efectivos de la Policía Local y Nacional. Se mantiene la restricción de tráfico a la zona y se ha establecido un dispositivo para evitar actos vandálicos y robos en las viviendas y tiendas de la zona.

Se continúa con la recolección de pruebas forenses, por parte de la Policía Judicial, al mismo tiempo que prosiguen los trabajos de caracterización radiológica de la zona evacuada para evaluar el impacto radiológico y determinar posibles acciones a tomar.

No obstante, en estos momentos lo que se procura es analizar todas las posibilidades para devolver la normalidad al cinturón contaminado y que poco a poco los habitantes puedan regresar a sus casas. Para ello, se sigue con las labores de descontaminación de edificios, evaluación de infraestructuras dañadas, tanto por el efecto de la bomba como por la extensión de la contaminación radiológica.

Se mantiene el control y vigilancia de las personas que se vieron afectadas por la contaminación radiactiva. A todos se les realiza un control médico radiológico y convencional, y se les presta ayuda psicológica en los casos que la requieren. Otro punto importante son los animales domésticos. Todos siguen un procedimiento semejante, evaluando el impacto que la contaminación ha tenido sobre ellos y buscando medidas de protección. Al mismo tiempo, y con el fin de evitar la propagación, se ha solicitado la colaboración de la población en la búsqueda de animales extraviados que pudieran haberse trasladado a otras zonas de la ciudad.

Las tiendas de alimentación y las superficies comerciales han sido embargadas de productos de alimentación y de consumo contaminados. Y, por último, se valora la repercusión del impacto económico y las posibles soluciones para restaurar, de la forma más rápida posible, la actividad normal en los negocios y comercios de la zona.

Por su parte, desde el Ministerio de Asuntos Exteriores se mantiene una comunicación directa con los familiares de los ciudadanos extranjeros afectados y gestiona las ofertas de ayuda internacional que han ido llegando a España de forma desinteresada desde distintos países.

Unidad experimentada

Desde su creación en octubre de 2005, la UME ha colaborado en 97 situaciones de emergencias. Incendios forestales, inundaciones y grandes nevadas, han dotado a la Unidad de una veteranía y madurez profesional que habría sido imposible de alcanzar sino se hubiera contado con la enseñanza experimentada del trabajo profesional de todos los colectivos que existen en España dedicados al mundo de las emergencias.

Esta madurez se ve corroborada por ser la segunda vez que participa en un ejercicio de emergencia de interés nacional, nivel III. El primero tuvo lugar en mayo de 2008, con motivo de un supuesto incendio forestal producido en las comunidades autónomas de Castilla-La Mancha y Valencia. Participaron también en el desarrollo del ejercicio los ministerios de Defensa, Interior, Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, las delegaciones del Gobierno afectadas, así como el Consejo de Seguridad Nuclear.

Por otra parte, en lo que se refiere a las capacidades NRBO, la Unidad se encuentra en estos momentos en fase inicial pero trabajando para dotarse de un sistema de respuesta ante amenazas tec-

nológicas que se espera obtenga sus frutos para finales de 2012 y que le provean de unas capacidades operativas iniciales. Para ello, está en proceso de dotarse de vehículos especiales que incluyan los sistemas de reconocimiento, análisis, descontaminación e intervención.

De esta forma, la UME estará preparada para intervenir ante una posible emergencia nuclear, biológica o química en territorio nacional, con la misión de atajar el foco del posible problema.

14 organismos trabajando juntos

La principal conclusión de este ejercicio de campo INEX-4, es la participación de 14 organismos y entidades diferentes en la resolución de esta emergencia. Organismos y entidades pertenecientes a los tres niveles de las administraciones: local, autonómico y estatal. Todos ellos han colaborado en la resolución de la emergencia planteada bajo la dirección operativa del general jefe de la UME, y lo han hecho como lo hacen siempre todos los servicios integrados en el Sistema Nacional de Protección Civil sin diferencias, sin protagonismos, dado que sólo el trabajo de todos es garantía de éxito en beneficio de la sociedad a la que servimos; así se hizo en este ejercicio INEX-4 y así se haría en el caso de una emergencia real.

Como conclusión final, cabe citar las palabras expresadas por la ministra de Defensa, Carme Chacón: "Todos los organismos, cuando se trata de trabajar por la seguridad de los españoles, sin ningún problema trabajamos juntos para dotarnos de la máxima profesionalidad y calidad"; y por la presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, Carmen Martínez Ten: "Este simulacro, para el que se ha estado trabajando durante nueve meses, permitirá realizar un informe de 'buenas prácticas' que se remitirá a los organismos pertinentes a nivel internacional".

› Juan Pedro García Cadierno
› Ramón de la Vega Riber
Subdirección de Emergencias
y Protección Física. Consejo
de Seguridad Nuclear

Perspectiva desde el CSN

El grupo de trabajo sobre los aspectos relacionados con las emergencias nucleares (Working Party on Nuclear Emergency Matters- WPNEM) es uno de los grupos de trabajo creados dentro del Comité de Protección Radiológica y Salud Pública (Committee on Radiation Protection and Public Health- CRPPH) de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE.

La misión del WPNEM es mejorar los sistemas de gestión de emergencias nucleares en los Estados miembros, y compartir ampliamente sus conocimientos y experiencia. En este marco, las actividades de este grupo se centran en las necesidades identificadas en la planificación, preparación y respuesta para las fases inicial e intermedia de una emergencia nuclear o radiológica (incluidos los accidentes y la gestión de los actos malintencionados), con miras a la preparación de las acciones de recuperación. El programa de trabajo se desarrolla en coordinación con los Estados miembros y otras organizaciones internacionales.

Parte de su programa de trabajo se centra en explorar y desarrollar nuevos conceptos y procedimientos. Un aspecto clave de estos esfuerzos se ha centrado en la preparación, realización y evaluación de la serie de Ejercicios Internacionales de Emergencia Nuclear (INEX, por sus siglas en inglés), que han sido organizados por la WPNEM desde 1993, con el objetivo de mejorar la calidad y la coordinación de los sistemas de respuesta a emergencias y facilitar el consenso en la gestión de los enfoques en caso de emergencias nucleares entre los países.

Los ejercicios anteriores se centraron principalmente en los aspectos nacionales e internacionales de la gestión de las emergencias en las centrales nucleares durante la primera etapa (fase urgente), durante la cual se realizaron los ejer-

cicios INEX-1 (1993), INEX-2 (1996-1999), INEX-2000/JINEX-1 (2001). El ejercicio INEX-3 (2005-2006) se centró en la fase de la gestión de consecuencias durante un accidente nuclear.

A finales del año 2009, el CRPPH requirió al WPNEM que diseñara un nuevo ejercicio INEX que incluyera un escenario que arrancara después de la finalización de la fase inicial de crisis, centrándose en la denominada “fase intermedia” o de “gestión de consecuencias” de la emergencia. Así, se decidió que el INEX-4 se focalizara en estos temas y en la fase de transición a la recuperación, en el caso de actos malévolos que implicaran la emisión de materiales radiactivos en un entorno urbano (detonación de una bomba sucia en una ciudad). Los aspectos relativos a la fase urgente, incluyendo aquellos aspectos relacionados con los aspectos judiciales y criminales de la investigación del suceso, se suponía que ya estaban resueltos en la fase temporal en la que se iniciaba el escenario.

El grupo de planificación del INEX-4 en España

En la planificación y realización de los ejercicios INEX-4 participaron numerosas instituciones. Por parte del Consejo de Seguridad Nuclear intervino la Organización de Respuesta a Emergencias, de acuerdo con el Plan de Actuación en Emergencia, incluyendo, como apoyo para intervenciones en campo, a la empresa contratada para estas actividades, la Unidad Técnica de Protección Radiológica Proinsa.

Y es que aunque el WPNEM requirió a los países participantes, que el ejercicio INEX-4 fuera un ejercicio de mesa, que estuviera centrado en la toma de decisiones en esta fase de la emergencia, el CSN consideró que sería muy intere-

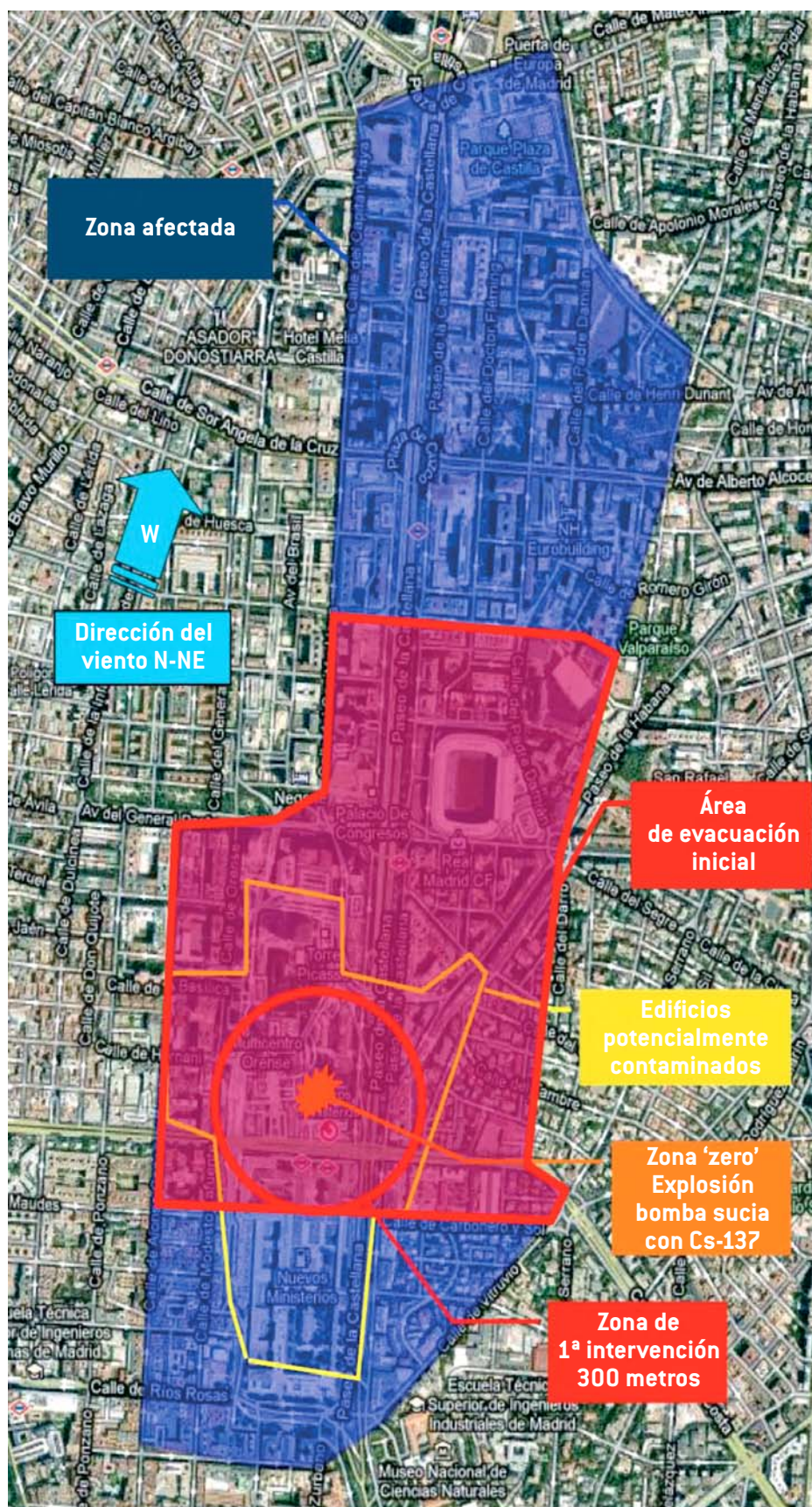


Figura 1. Zonas afectadas por la explosión de la bomba sucia, tras la caracterización radiológica inicial

sante complementarlo con un ejercicio de campo. Dicho ejercicio estaría centrado en la coordinación de los diferentes grupos operativos que actuarían en caso de emergencia. Así pues, desde el primer momento se planificaron dos ejercicios complementarios (mesa y campo) basados en un mismo escenario general que fue desarrollado por el Grupo de Planificación INEX-4 dentro del WPNEM.

Para la preparación y realización, tanto del ejercicio de campo como el de mesa, el CSN acordó crear un Comité Nacional de Planificación. Así, se enviaron cartas de invitación para formar parte de dicho comité a todos los organismos e instituciones que, en principio, tendrían que participar en este tipo de emergencias, teniendo en cuenta que el escenario suponía la detonación de una bomba sucia en la ciudad de Madrid.

El escenario general del ejercicio de mesa

Para poder realizar una comparación entre las distintas aproximaciones dadas por los diferentes países participantes, el grupo de planificación del ejercicio INEX-4 solicitó que hubiera un escenario radiológico común para todos los países, aunque éstos tendrían que adaptarlos a las peculiaridades nacionales.

El escenario del ejercicio se iniciaba partiendo de la situación, en la zona afectada, 15 días después de producirse la explosión. Por tanto, se debía conocer todo lo que había sucedido desde la detonación de la bomba hasta el instante en el que comienza el ejercicio. La secuencia resumida de los hechos incluidos en el escenario que se diseñó para el ejercicio fue la siguiente:

T= -15 días (fecha de la supuesta detonación; 15 días antes del momento en que se

inicia la secuencia del ejercicio). En el Paseo de la Castellana, a mediados de agosto de un día laborable, se ha oído un fuerte ruido alrededor de las 8:30 de la mañana. Se ha comprobado que el ruido ha sido debido a la detonación de una bomba en el aparcamiento de vehículos que se encuentra detrás de la estación del Metro y Cercanías de Nuevos Ministerios (figura 1).

Parece ser que un vehículo ha explotado. Había una persona dentro que ha muerto y hay numerosos heridos. Muchos de ellos estaban en la estación de Metro-Cercanías que se ha visto seriamente afectada. Posteriormente se verifica que otras cinco personas han fallecido (dos en el parking y tres en la estación al derrumbarse parte de ella).

Han llegado los servicios de urgencia, entre ellos equipos TEDAX-NRBQ de la Policía Nacional. Han comprobado que hay material radiactivo entre los restos de la bomba que se han identificado como Cs-137.

Alrededor de 150 personas han resultado heridas de diversa considera-

ción. De ellas 50 han tenido que ser hospitalizadas (de los cuales 10 son turistas extranjeros). El responsable de la dirección de la emergencia solicitó al CSN personal especializado en caracterización y control radiológico.

Se declara emergencia de interés nacional (nivel III) y se activa el Plan Nacional Especial ante Riesgos Radiológicos. Tal y como establece este Plan, el Puesto de Mando avanzado está dirigido por la UME, y el CECO está coordinado por la DGPCyE. El puesto de mando avanzado se establece en el antiguo hospital de Maudes, en cuyas cercanías se distribuyen los distintos servicios y equipos de emergencias.

La intervención se realiza distribuyendo los efectivos en cinco grupos: Radiológico, Sanitario, de Seguridad Ciudadana y Orden Público, Asistencia Social y Operativo de Intervención (tabla 1).

T = 0 días (*fecha de inicio del ejercicio INEX-4*). El ministro del Interior ha declarado el fin de la fase urgente de emergencia. Por tanto, se inician las labores de recuperación. No obstante, las

actuaciones tienen la consideración de emergencia radiológica no urgentes, que se adoptan en una situación que aún no es la de retorno a la normalidad, y por tanto no se gestiona con los criterios de situación normal, por lo que la organización inicial se ha adaptado a esta circunstancia.

La dirección, en esta fase, estuvo a cargo del Comité de Dirección presidido por la directora general de Protección Civil y Emergencias que fue designada por el ministro del Interior para dirigir esta fase en especial. Parte de la estructura establecida en la fase urgente se han reagrupado en un Comité de Gestión, coordinado por el subdelegado del Gobierno y formado por representantes de organizaciones de ámbito local, regional y estatal con competencias y responsabilidades en las actuaciones que se tenían que desarrollar. En la tabla 2 se relacionan los grupos que lo componen y sus correspondientes funciones, así como las organizaciones y servicios que lo integran.

Para que todos los países participantes tuvieran un escenario radioló-

Tabla 1. Grupos de intervención con sus integrantes y funciones.

Grupo	Integrantes/dirección	Funciones
Radiológico	Consejo de Seguridad Nuclear Enresa TEDAX-NRBQ (CNP) UT-NRBQ (GC) UME	• Caracterización radiológica • Vigilancia radiológica • Control radiológico de trabajadores
Sanitario	Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) SAMUR-PC (Ayuntamiento de Madrid) SUMMA-112 (Comunidad de Madrid)	• Asistencia sanitaria convencional y radiológica. • Triaje y descontaminación de urgencia.
Seguridad Ciudadana y Orden Público	Cuerpo Nacional de Policía Policía Municipal de Madrid	• Control y seguridad de la zona evacuada. • Control de tráfico y zonas adyacentes
Asistencia Social	Servicio Social de la CAM SAMUR-Social (Ayuntamiento Madrid)	• Rescate, salvamento, traslado, evacuación y atención de la población
Operativo de Intervención	Unidad Militar de Emergencias Bomberos del Ayuntamiento Madrid. Bomberos de la Comunidad de Madrid	• Actuaciones de retirada de residuos. • Apoyo operativo en general

En la segunda columna se muestra en negrita al organismo que dirige cada grupo operativo

Tabla 2. Grupos del Comité de Gestión con sus funciones e integrantes.

Grupo	Funciones	Integrantes
Seguridad pública	Acordonamiento de zonas Control de tráfico Custodia de bienes Pruebas forenses Mantenimiento del orden público	Subdelegación del Gobierno Policía Nacional Ayuntamiento de Madrid
Radiológico	Evaluación radiológica Caracterización de zonas Control y vigilancias radiológicas Descontaminación Gestión de residuos	Consejo de Seguridad Nuclear Enresa UME Guardia Civil
Salud pública	Control de alimentos Control de plagas Control y abastecimiento de agua	Comunidad de Madrid Ayuntamiento de Madrid Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad
Sanitario	Atención y seguimiento médico convencional Atención y tratamiento a irradiados y/o contaminados	Comunidad de Madrid Ayuntamiento de Madrid
Asistencia social	Atención de evacuados Atención a desplazados Información y comunicación con afectados Búsqueda de contactos	Ayuntamiento de Madrid Comunidad de Madrid Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad
Evaluación y control de edificios, infraestructuras y servicios afectados	Valoración de las estructuras dañadas Evaluación de servicios esenciales afectados	Ayuntamiento de Madrid Comunidad de Madrid
Evaluación económica	Peritación de edificios e instalaciones Evaluación del impacto en la economía (local, regional)	Comunidad de Madrid Ayuntamiento de Madrid
Coordinación internacional	Comunicación al exterior Coordinación de apoyos internacionales	Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad Dirección General de Protección Civil y Emergencias

gico común se establecieron unos parámetros meteorológicos comunes, así como un término fuente. Dichos parámetros fueron los siguientes:

Meteorología

(en el momento de la detonación)

Velocidad viento: 10 km/h

Temperatura: 24 °C

Estación: verano, con sus condiciones meteorológicas habituales. Aunque está parcialmente nublado, no llueve, ni ha llovido desde la explosión.

Término fuente del dispositivo de dispersión radiológica (DDR)

Actividad: 3,7 TBq

Isótopo: Cs-137

Explosivo: 11 kg de tipo C-4

Estos datos fueron introducidos en el código IXP (International Exchange Program) diseñado por el Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) de Estados Unidos, para la determinación de las zonas radiológicamente contaminadas por accidentes. El código IXP es utilizando por el Centro de Incidentes y

Emergencias (IEC) del Organismo Internacional de Energía Atómica para simular la dispersión radiactiva producida por los DDR.

Desarrollo del ejercicio

El ejercicio tuvo lugar el día 23 de noviembre de 2010. Debido al gran número de participantes de los distintos organismos involucrados, se desarrolló en tres lugares distintos que estuvieron en todo momento conectados a través de videoconferencia. Estos lugares, así como los organismos que estuvieron en cada sede se presentan en la tabla 3. Así mismo, asistieron al ejercicio como observadores tres personas pertenecientes al organismo regulador francés (Autorité de Sûreté Nucléaire, ASN).

Debido a que el comienzo del ejercicio fue 15 días después de la detonación de una “bomba sucia” hubo una sesión previa, en la cual se indicó a los participantes cuál era la situación al comienzo del ejercicio y las acciones realizadas. Esta sesión sirvió para centrar las posteriores actuaciones y que los participantes no se desviaran de los objetivos.

El ejercicio de mesa implicó la gestión de cinco supuestos relativos a las siguientes áreas temáticas.

1. Toma de decisiones sobre las distintas estrategias de protección, en las cuales se ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Optimización (factores técnicos, económicos y sociales);
 - Ejecución y terminación de las contramedidas;
 - Comunicación y coordinación entre los países y organizaciones internacionales, incluyendo: mecanismo de comunicación (capacidad, voluntad y capacidad práctica de intercambio de información); com-

Tabla 3. Lugares y organismos presentes o conectados por videoconferencia en cada una de las sedes del ejercicio.

Organización	Sedes		
	DGPCyE	Delegación Gobierno en Madrid	CSN
Unidad Militar de Emergencias	X		X
Bomberos del Ayuntamiento de Madrid		X	X
SAMUR Social del Ayuntamiento de Madrid		X	
SAMUR-PC del Ayuntamiento de Madrid		X	X
Policía Municipal Ayuntamiento de Madrid		X	
Comunidad Autónoma de Madrid	X	X	X
Departamento de Infraestructuras para Seguimiento de Situaciones de Crisis (DISSC)	X		
Guardia Civil		X	X
Cuerpo Nacional de Policía		X	X
Secretaría de Estado de Seguridad (Ministerio del Interior)	X	X	X
Delegación del Gobierno en Madrid		X	
Dirección General de Protección Civil y Emergencias (Ministerio del Interior)	X		
Consejo de Seguridad Nuclear	X	X	X
Empresa Nacional de Residuos Radiactivos			X
Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación			X

- prensión de la situación de emergencia; recomendaciones para las acciones de protección; y comunicación de las mismas para las acciones de protección.
- Salud pública, incluyendo aspectos relativos a la información y comunicación.
 - Evaluación y vigilancia radiológica, incluyendo capacidades de evaluación.
 - Seguridad y protección de las poblaciones y la infraestructura, incluyendo: control de la población (mando de la Policía y control) y gestión de la población.

- Planificación para la recuperación, incluyendo: participación de los interesados y limpieza y gestión de residuos.

Estos cinco temas, que serán evaluados desde una perspectiva nacional e internacional, constituyen la base de las áreas tratadas en el ejercicio y del cuestionario de evaluación post-ejercicio.

El ejercicio fue conducido por los tres moderadores uno por cada sede en la que se realizó el ejercicio cuyo desarrollo se describe a continuación.

Se presentaron cada uno de los supuestos que corresponden a las áreas temáticas relacionadas anteriormente. Para cada una de estas áreas, el moderador explicó brevemente la actua-

lización del escenario, así como la adaptación de cada área temática al escenario nacional. Después fue evaluada y gestionada por los participantes durante aproximadamente 40 minutos. A continuación se hizo un pequeño juicio crítico de cada caso, con una duración aproximada de 10 minutos, entre todos los participantes que se encontraban en las tres sedes, a través de videoconferencia.

Al final del ejercicio se realizó un juicio crítico general, con una duración aproximada de una hora, en el que participaron tanto los actuantes, como los moderadores y evaluadores para recoger los resultados, los problemas planteados, las impresiones generales, y una recapitulación final.

Los puntos importantes abordados dentro de cada área temática fueron los siguientes:

Toma de decisiones

- Cómo se pueden tomar las decisiones.
- Cómo se pueden tener en cuenta algunos factores importantes durante la optimización (consideraciones técnicas, económicas, sociales, e internacionales, cambios en las prioridades...).
- Cómo se comunica todo esto a las diferentes partes interesadas (aplicación y finalización de las estrategias de protección).
- Papel de las comunicaciones internacionales (capacidad y habilidad práctica para intercambiar información, la comprensión de la situación y la comunicación de las decisiones).

Salud pública

- Mecanismos y métodos para la búsqueda e identificación de las personas posiblemente afectadas (incluyendo al personal de intervención en la emergencia, poblaciones locales, personas que pasaban por el área en el momento del suceso, etc.).
- Cómo tratar a las personas hipocondríacas y preocupadas por la situación, fuera de las áreas identificadas como afectadas.
- Cómo realizar la información y las comunicaciones adecuadas a estas actuaciones.

Seguimiento y evaluación a largo plazo

- Cómo utilizar el seguimiento y la evaluación en la toma de decisiones.
- Cómo coordinar el intercambio de datos e información, importantes a nivel nacional e internacional.
- Efectos del cambio forzoso de las prioridades en el seguimiento y evaluación y cómo se pueden mantener éstas a lo largo del tiempo.

Seguridad (física) de la población e infraestructuras

- Tipos de motivos y criterios a tener en cuenta en la retirada de restricciones.
- Propuesta para mantener los servicios críticos que afectan a la seguridad de la población.
- Cómo gestionar la seguridad de las propiedades.
- Cómo gestionar la seguridad de las personas desplazadas afectadas por las contramedidas, así como sus propiedades.

Planificación para la recuperación

- Cuestiones prioritarias que deben ser gestionadas a largo plazo y las organizaciones implicadas.
- Previsiones de descontaminación y gestión de residuos.
- Efectos de estas actividades sobre la opinión pública y su reacción.
- Cómo manejar el papel creciente de las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones sobre estos aspectos.
- Identificación de los negocios/sectores/comercios, etc., afectados.
- Gestión del impacto económico.
- Procesos de recuperación a largo plazo.
- Criterios y consideraciones para finalizar la situación de emergencia.

Resumen y conclusiones

El ejercicio de mesa sirvió para involucrar y coordinar a una gran cantidad de organismos públicos y privados, y ver el papel de los mismos ante una situación de transición a la normalidad tras una detonación de un artefacto de dispersión radiactiva en un medio urbano. Así mismo sirvió como una primera aproximación para desarrollar el Plan Estatal ante emergencias radiológicas de la entonces recién aprobada Directriz Básica de Planificación ante el Riesgo Radiológico. Se consiguió un importante objetivo relativo a que las entidades participantes debatieran so-

bre diversos aspectos relativos a la gestión de las consecuencias, muy complejas, de una emergencia como la su- puesta en el escenario. También se consiguió que cada entidad identifica- ra y desarrollara en diversos aspectos el papel que debía realizar en situaciones como la propuesta.

Se identificaron diversos proble- mas, muchos de ellos derivados del propio formato y complejidad del ejer- cicio. El ejercicio en su conjunto fue ex- cesivamente denso ya que los aspectos a tratar fueron demasiado complejos para debatirlos en tan solo 45 minu- tos. En definitiva, el tiempo para dis- cutir cada uno de los cinco supuestos fue escaso, lo que provocó que algunos de ellos no se pudieran desarrollar en profundidad.

Las cuestiones planteadas en el es- cenario, en la realidad hubieran ocupa- do varios días e incluso semanas. Tam- bién, y como ya podía suponerse, la ausencia en la actualidad de planes de actuación definidos para las actuaciones en este tipo de situaciones, planteó di- versas dificultades adicionales. No obs- tante, la realización del ejercicio se es- tima que será de utilidad para el desarrollo de dichos planes, que habrá que acometer en el futuro, tras la re- ciente aprobación de la mencionada Di- rectriz Básica.

Posteriormente al ejercicio, las or- ganizaciones involucradas en el mis- mo, trabajaron, con la coordinación del CSN, en la cumplimentación de un cuestionario común que tienen que re- llenar todos los países participantes en el INEX-4. Los resultados de cada ejer- cicio nacional servirán como base del Taller Internacional de Evaluación INEX-4 que está siendo organizado por la NEA y que se prevé realizar en abril de 2012 después de completar to- dos los ejercicios nacionales de los paí- ses participantes.



ARTÍCULO

› Luis Gámir Casares,
Vicepresidente del CSN
y M^a Fernanda Sánchez
Ojanguren,
Asesora Técnica

Presentado el Plan Estratégico 2011-2016 del Consejo El CSN planifica su futuro

Introducción

El año 2011 debe marcar un nuevo principio para la seguridad nuclear y la protección radiológica y consecuentemente para los organismos reguladores de estas materias.

El grave accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima, en Japón, tendrá repercusiones muy importantes en los próximos años en las medidas de seguridad de las instalaciones nucleares en todo el mundo y en los programas reguladores de cada uno de los países, así como en el papel de las organizaciones internacionales que tienen que promover un alto nivel de seguridad en las centrales.

Precisamente, es en este momento cuando el Consejo de Seguridad Nuclear presenta su nuevo Plan Estratégico 2011-2016, que viene a sustituir al anteriormente diseñado para el periodo 2005-2010.

Cabe destacar que cuando ya estaba prácticamente aprobado por el Pleno del

Consejo se decidió, como no podía ser de otra manera, introducir en su versión final el cambio en el entorno producido por dicho accidente, que sin duda marcará las actividades del CSN en los próximos años.

Contenido del Plan

Ahora bien, mucho antes, desde el inicio de su diseño en el verano de 2010, ya se había decidido incluir una parte importante sobre el CSN como “Consejo”, es decir, como organismo regulador. Lo ocurrido con la aprobación de la Ley de Economía Sostenible —y la filosofía que contiene sobre determinados organismos reguladores— y la actual tramitación en el Parlamento de una proposición de ley sobre el refuerzo de la independencia de los organismos reguladores muestran la oportunidad de esta parte del Plan, aunque dicha normativa no nos afecte directamente a nosotros.



Luis Gámir, acompañado por los directores técnicos del CSN, durante la presentación del Plan Estratégico a los medios de comunicación.

También se han considerado los instrumentos y los sistemas de medición como básicos del Plan, para que la declaración de los objetivos no fueran “simples palabras bonitas”.

En todo caso y ante todo, en este Plan el protagonismo corresponde a la seguridad nuclear (la otra parte de nuestro nombre). De sus 100 párrafos, de forma aproximada, el 60% se refieren a la seguridad nuclear y el 40% restante, o son neutros, o tratan del sustantivo Consejo.

Como novedad a destacar, se presenta como objetivo único la seguridad nuclear y radiológica, lo que refuerza el carácter de “seguridad nuclear” de este Plan Estratégico.

Se suele argumentar que los organismos reguladores deben tener un objetivo único, entre otras razones, para disminuir su grado de discrecionalidad.

A menudo se pone como ejemplo de “objetivo único” al Banco Central Europeo. Nosotros hemos 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 objetivos (empleo, crecimiento sostenible y no inflacionista), sin perjuicio del primero. Además, en su historia ha modificado lo que entiende por “estabilidad de precios”, de hecho elevando la “tasa objetivo” de inflación.

En el caso del CSN, el enfoque es mucho más claro: existe un objetivo único y básico, y los demás son subjetivos u objetivos instrumentales.

Así, la credibilidad que es la palabra de moda: “credibilidad en las políticas económicas de los gobiernos de la zona Euro”, etcétera, es fundamental en este Plan Estratégico en el que aparece como “subobjetivo básico” y ello en un doble sentido:

—Uno, la confianza de la sociedad en la solidez y eficacia del CSN para el cumplimiento del objetivo único antes citado y ello, entre otras mediciones, a través de encuestas independientes sobre lo que opina la sociedad del CSN.

—Dos, la credibilidad de la coherencia temporal de las decisiones y de la adecuada estabilidad de su marco regulatorio. El instrumento será la moderna “teoría de los juegos”, básica tanto para el análisis de este objetivo, como para el conocimiento de la repercusión de la “creencia” por parte de la sociedad de que vamos a proceder así, en la actuación, en nuestro caso, de las empresas reguladas, del Gobierno, de otros grupos sociales, etc.

Siguiendo el orden de jerarquización, se plantean cuatro objetivos instrumentales, objetivos sin duda por sí mismos, pero a la vez instrumentos del objetivo único y del subobjetivo básico mencionado.

La independencia

En opinión de los autores de este artículo, si no existe independencia no se justifica la existencia de organismos reguladores. Así de claro.

La independencia debe ejecutarse respecto a los regulados, sin duda, pero también respecto al Gobierno y otros grupos sociales.

El CSN goza de un grado de independencia mayor que bastantes otros organismos reguladores.

Los nombramientos de la Presidencia y los consejeros ya se realizan por un sistema similar al propuesto por la proposición de ley sobre el refuerzo de la independencia de los organismos reguladores, presentada por el Grupo Parlamentario Popular del Congreso el 18 de abril de 2011,

aunque esta proposición de ley se refiera a los organismos reguladores previstos en la Ley 2/2011 de Economía Sostenible, propuesta por el Gobierno y publicada en el BOE de 5 de marzo de 2011, por lo que no nos incluye a nosotros.

En el caso del CSN ya se requiere la intervención del Congreso con mayorías reforzadas, para los nombramientos, con la misma “filosofía” —se insiste— de la mencionada proposición de ley de 18 de abril de 2011 para otros organismos reguladores.

Uno de los problemas que la doctrina considera básico superar en el control 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. Aunque se debe reforzar sin duda este punto, el CSN cae menos en la problemática de la “doble agencia”.

La neutralidad

El CSN debe ser neutral respecto a la polémica política sobre el mix energético. Su única función es conseguir la máxima seguridad nuclear y radiológica en lo que el Gobierno y los parlamentos decidan que se debe utilizar la energía nuclear.

La independencia y la neutralidad tienen instrumentos comunes en este Plan Estratégico, entre ellos el Código Ético y el Código del Buen Gobierno.

Recientemente, tanto en la Ley de Economía Sostenible como en la proposición de ley antes mencionada, se plantean profundizaciones en la independencia, que no están recogidas en este Plan, que tiene que basarse en la ley 15/1980 de 22 de abril de Creación del CSN —modificada por la Ley 33/2007, de 7 de noviembre—.

En todo caso, el Plan Estratégico, precisamente en su última cláusula, dice



Rueda de prensa en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear.

que, durante su vigencia, el CSN podrá proponer “la reforma de su marco legal” para incrementar su independencia respecto al Gobierno, reforzando su relación con el Parlamento.

Eficacia y eficiencia

Siendo de igual importancia que el resto de objetivos instrumentales en este Plan Estratégico, bajo el de eficacia y eficiencia se recoge la parte más sustancial de la actividad del Consejo, por lo que el desarrollo de sus instrumentos resulta de mayor extensión que para el resto de objetivos.

Resumiendo al máximo lo que se analiza al respecto e introduciendo unas líneas sobre las radicales consecuencias del accidente de Fukushima —recogidas también en el Plan Estratégico en otros diversos lugares— podríamos dividir este apartado en las tres partes siguientes:

a) Para el mantenimiento de altos niveles de seguridad en las instalaciones nucleares españolas, el CSN va a continuar focalizando su atención en tres elementos claves:

1. El estado de los equipos y componentes de seguridad, en cuanto a su mantenimiento y disponibilidad.

2. La modernización y actualización tecnológica de las plantas, incorporando las mejoras de seguridad derivadas de la experiencia operativa y de la normativa aplicable a las nuevas centrales.

3. El mantenimiento del personal necesario con una alta capacitación técnica, una elevada motivación y una adecuada cultura de seguridad.

b) Por su parte, para el mantenimiento de altos niveles en protección radiológica y del medio ambiente, el CSN va a continuar basándose en otros cuatro elementos claves:

1. La actualización a medio plazo del sistema nacional de protección radiológica de las personas y del medio ambiente, en todas las situaciones en las que están presentes las radiaciones ionizantes.

2. La potenciación de los elementos esenciales del modelo de protección radiológica.

3. La actualización del modelo nacional de seguridad física.

4. El desarrollo y mantenimiento del sistema de preparación y respuesta ante emergencias nucleares y radiológicas.

c) El grave accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima, en Ja-

pón, tendrá repercusiones muy importantes en las medidas de seguridad de las instalaciones nucleares en todo el mundo y en los programas reguladores de cada uno de los países, así como en el papel de las organizaciones internacionales que tienen que promover un alto nivel de seguridad en las centrales. Este cambio en el entorno marcará sin duda las actividades del CSN en los próximos años.

El análisis de los elementos implicados en el accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima permitirá extraer y aplicar lecciones para reforzar la seguridad de las instalaciones en todo tipo de circunstancias extremas y los planes de emergencia. El CSN participará activamente en los foros internacionales que contribuyan a obtener el mejor conocimiento del accidente y a aplicar las medidas de seguridad que se deriven del mismo, así como a fomentar una aplicación rigurosa de los estándares del OIEA en todos los países y un régimen internacional que asegure su cumplimiento.

En este sentido, el CSN ha participado activamente en todos los foros internacionales reguladores de seguridad nuclear —International Atomic Energy Agency (IAEA), Western European Nuclear Regulators Association (WENRA), European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG), International Nuclear Regulators Association (INRA)— donde se ha debatido, definido y aprobado las llamadas pruebas de resistencia o “Stress Test” que se están aplicando a las centrales nucleares de los países de la Unión Europea.

España, con la aprobación por parte del Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear, el pasado 25 de mayo, del programa de pruebas de resistencia para llevar a cabo la reevaluación de la seguridad de las centrales nucleares espa-

ñolas tras el accidente ocurrido en Fukushima (Japón) y la emisión de una Instrucción Técnica Complementaria (ITC) para que los titulares analicen las medidas existentes para hacer frente a una pérdida de funciones de seguridad en sus respectivas instalaciones y que identifiquen las mejoras que pueden ser adoptadas para la gestión de este tipo de accidentes, fuera de la base de diseño, se ha colocado en línea con dichos países y ha puesto en marcha la aplicación de lo recogido en su nuevo Plan Estratégico en relación a las lecciones aprendidas del accidente de la central nuclear nipona.

Además, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó el pasado día 30 de junio, otra Instrucción Técnica Complementaria que establece las medidas de mitigación que los titulares deberán adoptar para controlar las consecuencias de grandes incendios y explosiones, en las centrales nucleares españolas, que van más allá de las diseñadas por WENRA y por las adoptadas por ENSREG y que complementa a la ya citada en el párrafo anterior.

El objeto y alcance de esta ITC establece las medidas que los titulares de estas instalaciones deberán adoptar para la extinción de grandes incendios de origen externo, la refrigeración del núcleo y de la piscina de combustible gastado, la protección de la contención y la minimización de vertidos radiológicos al exterior.

Transparencia

La transparencia es uno de los objetivos instrumentales básicos del CSN. Para enfrentarse con este problema hay que empezar por definirlo.

La transparencia se logra, en primer lugar, reduciendo el grado de asimetría de información entre las centrales y los muy diversos titulares de actividades relacionadas con la seguridad nuclear y ra-

diológica y el CSN y, en segundo lugar, entre el CSN y el resto de la sociedad.

El Plan establece un extenso listado de medidas al respecto. Destaquemos entre ellas las actividades desarrolladas por el Comité Asesor, como herramienta clave para mejorar la transparencia, según el Preámbulo de la Ley 33/2007, de 7 de noviembre (este Preámbulo, como “voluntad del legislador” y como una de las modificaciones básicas respecto a la anterior Ley de 1980 ya citada, es del máximo interés para el análisis de los objetivos del CSN).

Estos últimos párrafos dedicados a los cuatro objetivos instrumentales no se pueden cerrar sin destacar que, el CSN cuenta con un “instrumento básico”: la reconocida calidad del capital humano del personal que trabaja en este Organismo regulador (y uno de sus retos es el mantenimiento y fortalecimiento continuo de dicho capital humano).

Resumen y conclusiones

Como resumen se puede afirmar que este es un Plan Estratégico de Seguridad Nuclear y Radiológica, a la que se dedica el 60% de sus párrafos, considerándola además como el objetivo único y básico del CSN.

Se ha adoptado la filosofía del sistema de “objetivo único y básico”, con el que se deben contrastar todas las políticas aplicadas, pero con un subobjetivo y cuatro objetivos instrumentales, todo lo cual disciplina y jerarquiza la actuación del CSN, con la claridad que se debe exigir a un Organismo regulador con amplia discrecionalidad potencial.

Debajo de dicho objetivo único se establece el subobjetivo de credibilidad, en su doble aspecto de confianza de la sociedad en el CSN para conseguir el objetivo único antes mencionado, además de la coherencia temporal en sus decisiones y de la adecuada estabilidad de su marco regulatorio.

Se consideran como objetivos por sí mismos y a su vez como objetivos instrumentales, los siguientes:

a) La independencia, sin la cual pierde su razón de ser un organismo regulador definido adecuadamente.

El artículo último de este Plan Estratégico deja abierta la puerta para proponer modificaciones en el marco legal que lleven al CSN a profundizar en este objetivo (además de las decisiones que puede tomar al respecto que no necesitan cambios en dicho marco).

b) La neutralidad del CSN sobre la utilización de la energía nuclear en el “mix” energético.

c) La eficacia y la eficiencia como objetivo instrumental básico para conseguir la seguridad nuclear y radiológica y para la credibilidad del CSN y, en definitiva, para la coherencia interna de todo el Plan.

d) La transparencia, como objetivo instrumental para disminuir la “asimetría de la información” entre regulados y regulador y entre éste y la sociedad en general. El Comité Asesor es un instrumento de gran importancia al respecto, aunque el Plan establece un muy amplio listado de medidas para incrementar la transparencia del CSN.

Como conclusión cabe destacar que este es un Plan Estratégico novedoso y ambicioso, tanto en su parte básica que busca la seguridad nuclear y radiológica como en el análisis del Consejo en su calidad de Organismo regulador. Su cumplimiento fortalecerá sin duda su misión ante la sociedad, como servicio público, que no es otra que proteger a los trabajadores, la población y el medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, consiguiendo que las instalaciones nucleares y radiactivas sean operadas por los titulares de forma segura, y estableciendo las medidas de prevención y corrección frente a emergencias radiológicas, cualquiera que sea su origen.

ARTÍCULO

› **Emilie van Deventer**,
Responsable del Programa
de Protección Radiológica
de la Organización Mundial
de la Salud



El Programa de Protección Radiológica de la OMS

Este artículo recoge la conferencia pronunciada por Emilie van Deventer, responsable del Programa de Protección Radiológica de la Organización Mundial de la Salud, en el Consejo de Seguridad Nuclear. Doctora en Ingeniería Eléctrica por la Universidad de Michigan y desde 1992 hasta 2000 profesora de Ingeniería Eléctrica y Computación en la Universidad de Toronto (Canadá), Van Deventer cuenta con una larga trayectoria profesional en los campos de la protección de la salud. Experta de la OMS desde el año 2000, ha dirigido proyectos clave sobre el estudio de los efectos de las radiaciones ionizantes y no ionizantes sobre la salud.*

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la agencia de las Naciones Unidas responsable de coordinar y dirigir las estrategias de salud pública a nivel mundial. La protección radiológica se incluye en el Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente, donde se estudian los efectos para la salud de radiaciones ionizantes y no ionizantes, cubriendo el espectro electromagnético entre los 0 y los 300 GHz.

Dentro de la OMS son varios los grupos dedicados a temas que guardan relación con la radiación. El Programa de Protección Radiológica está formado por un grupo reducido, de sólo cuatro expertos, que trabajamos en colaboración con muchos otros departamentos de la agencia. Entre ellos, tenemos muchos proyectos en conjunto con la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer), que lleva más de 30 años investigando esta enfermedad. El departamento que se dedica a temas relacionados con equipos sanitarios, cuenta también con nuestra colaboración para tratar temas relacionados con aparatos de diagnóstico médico que utilizan radiación. Nos ocupamos del programa para la seguridad del paciente, cuyo objetivo es garantizar la seguridad de los enfermos expuestos a la radiación en el ámbito de su tratamiento, y asesoramos también a los profesionales de la sanidad para

que reduzcan sus propios riesgos de exposición. Por último, tenemos una relación muy cercana con la PAHO (Organización Panamericana de la Salud), la única oficina regional de la OMS que cuenta con un programa propio para la radiación. Las demás regiones, que aunque cuenten con oficinas no tienen programas de este tipo, dependen directamente de nosotros.

Como somos un grupo bastante reducido contamos con la ayuda de algunas entidades que apoyan nuestra labor, como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Internacional del Trabajo, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Colaboramos también con las ONG, y con algunas de ellas hemos establecido incluso programas formales de colaboración. Obviamente, mantenemos una relación estrecha con la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica), y la Comisión Internacional para la Protección frente a las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP), que se dedican a desarrollar medidas de protección frente a los distintos tipos de radiación, y establecen las normas y directrices para gestionar los riesgos de exposición. Y finalmente, trabajamos también con centros de investigación o instituciones de salud pública,

* La charla se pronunció antes de que la OMS decidiera incluir los teléfonos móviles en el grupo 2B, de posible riesgo cancerígeno aunque sin evidencias claras. El cambio de clasificación no afecta en lo esencial a las consideraciones aportadas por van Deventer en su conferencia.

y directamente con los países, intercambiando información, proponiendo actividades y haciendo recomendaciones, teniendo en cuenta los intereses de cada uno.

Nuestro objetivo es compartir los resultados; por ello todos los trabajos que realizamos están disponibles en nuestra página web.

Radiaciones ionizantes

Podemos dividir nuestra labor en el campo de las radiaciones ionizantes en distintas áreas. En concreto, nos centramos en los problemas relacionados con el radón, las exposiciones previstas y las exposiciones médicas o relacionadas con el ejercicio de la medicina, las exposiciones crónicas y las exposiciones accidentales o que son resultados de accidentes ocurridos en el pasado. Estos temas son los ejes que vertebran nuestro proyecto. Querría centrarme en explicar un poco qué actividades desarrollamos con relación a cada uno de ellos.

A lo largo de los últimos seis años, hemos puesto en marcha el Proyecto Internacional del Radón, que reúne a más de 40 países, y que viene siendo un foro de debate muy interesante, tratando de aumentar la concienciación sobre este problema. No es un tema de salud pública que afecte a todos los países, sino solamente a algunos, que mantienen programas específicos para gestionar los riesgos relacionados con la exposición a este gas radiactivo. Nuestra prioridad actual, dentro de este programa, es ponernos en contacto con los profesionales de la construcción y con los arquitectos, que son quienes pueden contribuir a la reducción de la presencia del radón en las construcciones. Estos colectivos no están bien informados sobre los efectos de este compuesto en la salud, ni sobre las necesidades de ventilación de los edificios en zonas afectadas. Si podemos contribuir a informar a estos grupos de interés, podremos influir de manera directa sobre el tema.

De todas las actividades que hemos llevado a cabo dentro de este ámbito, la más relevante fue la publicación de un manual, en septiembre del 2009, donde se describen los efectos del radón sobre la salud, posibles fuentes de exposición y medidas de reducción del riesgo que se deben aplicar en edificios, tanto de nueva como de vieja construcción. Además, incluye estrategias de comunicación y discusión de los riesgos, maneras de trabajar para concienciar a la población y recomendaciones para el desarrollo de programas nacionales de protección. Este tema ha ganado cierta importancia actualmente, ya que se habla cada vez más de construir una vida más verde, y muchas veces se insiste en la necesidad de aislar nuestras casas para reducir el consumo de energía, lo que puede llevar a un aumento de la concentración de radón en las viviendas.

Hasta ahora, la legislación no se preocupa por este problema. Por ejemplo en Suiza, donde las concentraciones de radón son elevadas, este compuesto no se contempla en las directrices para la construcción de viviendas. Por eso, cualquier medida que se lleve a cabo ahora en este país difícilmente tendrá el impacto deseado, y hay mucho trabajo que realizar en este sentido, por parte de los ministerios de Medio Ambiente, Vivienda y Sanidad.

Con relación a las exposiciones previstas, estas surgen casi siempre en el ámbito del ejercicio de la medicina, donde el uso de la radiación ionizante va en aumento. En diciembre de 2008 pusimos en marcha una iniciativa que buscaba sensibilizar a los médicos para el uso correcto de la radiación. El objetivo era incentivarles a participar en la toma de medidas que tengan como objetivo la reducción del uso de la radiación en los pacientes, reduciendo la exposición a que está sujeto el personal sanitario. Para ello mantendremos actividades relacionadas con la evaluación y la gestión del riesgo, y con la comunicación. Obviamente, en un tema

tan delicado como este, la justificación de nuestras actuaciones es la llave del éxito. No podemos correr el riesgo de asustar a la población, por ejemplo, con respecto a la radioterapia, que es un recurso muy importante. Lo que buscamos es que el médico esté suficientemente informado sobre los riesgos inherentes a la radiación ionizante. Somos conscientes de los beneficios de las terapias, pero también consideramos que es esencial conocer los riesgos. A modo de ejemplo, actualmente en algunos países, hacerse una tomografía se ha puesto de moda, lo que obviamente es un comportamiento de riesgo que buscamos eliminar.

En cuanto a las exposiciones crónicas relacionadas con accidentes, hemos trabajado mucho en temas relacionados con el uranio empobrecido. Estos son siempre temas muy polémicos y que acaparan atención por parte de los medios de comunicación. Este año, por ejemplo, se ha hablado mucho de Chernóbil, uno de los casos en que hemos intervenido, debido a que se han cumplido 25 años del accidente. Para trabajar con estos casos de exposición accidental a la radiación, contamos en la actualidad con el marco legal que proporciona el Reglamento Sanitario Internacional, al que se han añadido recientemente los incidentes químicos y radiológicos, complementando los convenios internacionales que tenemos con el OIEA.

Unos de nuestros objetivos actuales es trabajar para mejorar la formación. En este ámbito, hace cerca de un año y medio, publicamos el manual *Triage, monitoring and treatment*, elaborado con el apoyo de varios miembros de la Comisión Europea y otros colaboradores, que se ha convertido en una especie de biblia de los problemas radiológicos para varios países. Estamos también llevando a cabo una revisión de las normas básicas de seguridad, que deberá salir a la luz a lo largo del próximo año.

Radiaciones no ionizantes

En lo tocante a nuestras actividades en el campo de las radiaciones no ionizantes, trabajamos con dos programas distintos. Uno que se ocupa de los campos electromagnéticos, y otro que se dedica a la radiación ultravioleta.

El proyecto internacional de campos electromagnéticos se puso en marcha en el año 1996, como resultado de un solicitud a la OMS por parte de algunos países miembros que creían importante crear un programa que se ocupara de analizar los efectos de los campos electromagnéticos en la salud. Además de analizar la existencia o no de esos efectos, el programa se ocu-

mos por mantenernos al día sobre todo lo que se está publicando desde distintos grupos de investigación, tanto trabajos de laboratorio como estudios epidemiológicos, y realizamos evaluaciones de riesgos sanitarios, con base en un procedimiento formal que nos permite analizar los hallazgos. A partir de este trabajo hemos desarrollado una monografía de cerca de 700 páginas, la primera de este tipo que se ocupa de campos estáticos, y que ha servido de base al desarrollo de las directrices para la radiación no ionizante de la ICNIRP. En 2009, estas directrices se ocupaban de los límites para los campos estáticos. Cuando llevamos a

ción con los campos electromagnéticos, teniendo en cuenta las prioridades de investigación, hemos desarrollado a lo largo de los años una serie de programas que han sido muy útiles tanto para los investigadores como para los organismos de financiación. Muchos países tienen organismos de financiación que se basan en los programas que desarrollamos nosotros para decidir qué proyectos deben o no financiar.

Entrando en detalle con relación a los campos electromagnéticos, sabemos que los campos de frecuencias extremadamente bajas son muy distintos a los de alta frecuencia. Sin embargo, en los medios de comunicación estos son conceptos que a menudo no se explican bien, y se suele colocar todo tipo de campos magnéticos en la misma canasta. Los efectos para la salud de una frecuencia baja, como por ejemplo 50 Hz, son muy diferentes a los causados por los campos de radiofrecuencia, más elevadas, como pueden ser los generados por los teléfonos móviles, que son de 2,4 GHz, mientras que los campos eléctricos generados por la corriente alterna que nos suministra electricidad son solamente de 50 Hz. En términos físicos y en términos de salud, son cosas muy distintas.

¿Cuáles son entonces los mecanismos de interacción para las distintas frecuencias? Si la intensidad es lo suficientemente alta, podemos inducir corrientes eléctricas en nuestro cuerpo. Sabemos que a elevadas frecuencias se genera calor, y cuanto mayor es la frecuencia, mayor la cantidad de calor generada en la superficie. Nuestros teléfonos móviles trabajan en las mismas frecuencias que los hornos microondas, y los hornos microondas tienen como función calentar alimentos. Sin embargo, aunque trabajen en la misma frecuencia, la radiación que emiten los hornos alcanza niveles muchísimo más elevados que los generados por los teléfonos móviles, y entre estos dos rangos existe una



Las líneas de alta tensión generan campos de radiación electromagnética no ionizante.

pa también de asesorar a las autoridades de los países miembros sobre posibles medidas de protección en ese sentido. El procedimiento seguido empieza por la evaluación de los riesgos, pasando luego a la búsqueda de evidencias científicas al respecto, desarrollando medidas de gestión, recomendaciones y actividades sobre percepción y comunicación de los riesgos.

En términos de la investigación que se ha hecho sobre estos temas, empen-

cabo una revisión de la literatura sobre campos de frecuencia extremadamente baja, se publicaron nuevas directrices, que salieron hace sólo unos meses. Nuestro próximo objetivo es revisar los datos sobre los campos de radiofrecuencia.

Nos interesa también mirar hacia el futuro. Definir qué queda por hacer en términos de investigación, e identificar las lagunas en el conocimiento. Desde el punto de vista de la salud pública y su rela-

mezcla de frecuencias de corriente inducida y de calor. Este es otro de los temas que los medios de comunicación no suelen explicar correctamente.

En la actualidad, estos datos están muy bien documentados. Conocemos los mecanismos y como interactúan las radiaciones de alta frecuencia con nuestro cuerpo. A lo largo de los últimos 15 años, hemos intentado encontrar la respuesta a la cuestión de si existen otros efectos, causados por la interacción del cuerpo con las radiaciones de bajas frecuencias, como las que producen nuestros teléfonos móviles o las antenas. Nos preocupa el hecho de que puedan existir efectos no térmicos relacionados con niveles muy bajos de exposición.

Hablaremos ahora un poco de otros campos del espectro electromagnético. Con relación a los campos estáticos, en términos de fenómenos naturales, estos surgen a través de tormentas y descargas. Todos estamos seguramente familiarizados con las pequeñas descargas de electricidad estática que surgen, a veces, cuando tocamos algo. Con relación a los campos magnéticos, sabemos por supuesto cuáles son sus fuentes naturales en la tierra, pero existen también fuentes artificiales, como las líneas de tren. Otro ejemplo son los imanes gigantes que existen en el CERN, o en los aparatos de resonancia magnética. Desde un punto de vista médico, estos aparatos utilizan campos estáticos, pero también campos de baja frecuencia y radiofrecuencia. La cuestión es saber, por ejemplo, si los imanes pueden tener algún efecto en nuestra salud. En términos de mecanismos de interacciones, no conocemos ninguno que guarde relación con los campos estáticos.

Sin embargo, con relación a los campos magnéticos, sabemos que a medida que se mueve por un campo magnético, un imán genera corriente eléctrica. Si estamos de pie, hay cosas que se mueven

dentro de nuestros cuerpos, la sangre por ejemplo. Si además nosotros también nos estamos moviendo podemos generar corriente eléctrica en nuestro cuerpo. Este es el principio de funcionamiento de los aparatos de resonancia magnética, y por eso el examen consiste en tumbarse y que la máquina nos mueva, muy despacio, por la superficie del imán. Teniendo esto en cuenta, sabemos que efectos agudos y a corto plazo para nuestra salud sólo son probables si nos movemos a elevadas velocidades a través de los campos. Sin embargo, desconocemos si existen efectos a largo plazo.

Sabemos, por ejemplo, que los imanes de los aparatos de resonancia magnética están aumentando de intensidad. En términos de los resultados del examen médico, con un campo magnético más intenso la resolución aumenta. Todavía no hemos detectado problemas de salud relacionados con el uso de estos imanes, pero creemos que nos estamos acercando a los límites, así que habrá que estar atentos. Nuestras recomendaciones se centran en la necesidad de cumplir con los estándares definidos, implementando programas de protección y control. Si algo inusual se observa en los hospitales, debemos ser informados. Sería bueno que consideráramos la creación de un mecanismo para registrar las máquinas que trabajan por encima de dos teslas, simplemente para tener una idea clara del número de aparatos que existen a nivel nacional.

Querría centrarme ahora en los campos de frecuencias extremadamente bajas (entre los 0 y los 100 kHz). Las fuentes de este tipo de radiación se encuentran a nuestro alrededor, ya que la mayoría provienen del uso de la electricidad, tanto a nivel industrial como residencial. Aunque no estemos en contacto directo con fuentes eléctricas, estamos sin duda expuestos a sus efectos, y el nivel de exposición a que estamos sujetos cambia dependiendo del lugar donde nos encontremos.

Por ejemplo, en Europa la corriente eléctrica se suministra a 220 V y en EEUU a 110 V, de forma que para obtener de la red la misma potencia, un ciudadano estadounidense necesita el doble de corriente eléctrica que un europeo. Esto significa que estará sujeto al doble de exposición al campo magnético.

Se ha hablado bastante de la exposición debida a la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, y existen numerosos estudios epidemiológicos realizados para conocer los efectos sobre nuestra salud de esa cercanía. Sin embargo, es común olvidar que en el interior de nuestras viviendas y locales de trabajo estamos rodeados por cables eléctricos, y que si alguno de esos cables no se encuentra en buen estado, o presenta algún tipo de problema, los campos generados pueden ser bastante elevados. Sabemos que para niveles de campo magnético relativamente elevados, se produce una estimulación a nivel del sistema nervioso central, es decir, de nuestros nervios. Estas interacciones están bien documentadas y son la base que permite definir los límites de exposición que se aplican a día de hoy en Europa. Sin embargo, todos estos efectos son a corto plazo.

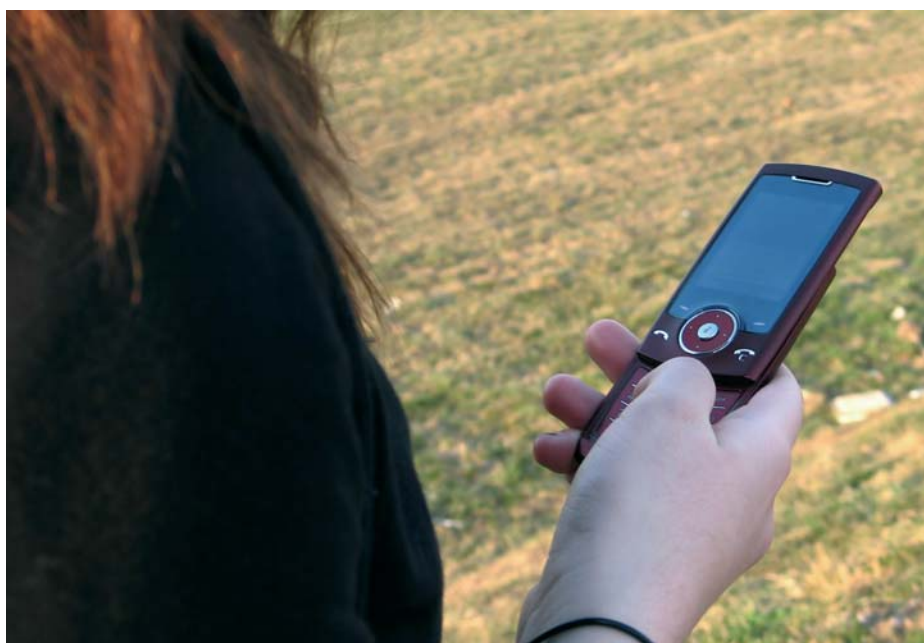
¿Cuál es entonces el problema en relación con la electricidad? Que desconocemos sus efectos a largo plazo. En 1979 se realizó un estudio epidemiológico que indicaba un aumento en los casos de leucemia infantil en familias que vivían cerca de líneas eléctricas de alta tensión. Desde esa fecha, se han llevado a cabo gran cantidad de estudios epidemiológicos y los resultados en este sentido son bastante consistentes. El riesgo de sufrir esta enfermedad se duplica si estamos expuestos a una media de 0,3 a 0,4 microteslas. Estos resultados, aunque consistentes, son muy difíciles de interpretar, ya que no se han encontrado todavía los mecanismos biofísicos que nos permitan explicarlos. A la vez, la leuce-

mia infantil es una enfermedad con una tasa de incidencia muy baja, lo que se une al hecho de que la exposición a niveles tan elevados es también muy rara, y solo afectaría a una media entre 1 y 4% de los niños enfermos. De esta forma, aunque tenemos una batería de resultados consistente, todavía consideramos que la existencia de una relación entre la exposición a los campos magnéticos de frecuencias bajas y la leucemia infantil es poco probable.

Esta es una de las cuestiones que se ha discutido en el IARC, y que ha conducido a que se considere a los campos magnéticos de frecuencia extremada-

en seres humanos. En el caso de los individuos adultos, tampoco tenemos datos que indiquen que la exposición a los campos eléctricos cause algún tipo de daño, ni se han encontrado relaciones entre la exposición y la presencia de otros tipos de cáncer. Todos estos datos están compilados en el monográfico que publicó el IARC en 2002 y en el que publicamos nosotros en 2007.

En este sentido, recomendamos que cada país adopte un manual que defina las normas de actuación en estas situaciones. Existen lugares de trabajo donde los operarios se encuentran expuestos a campos eléctricos de considerable inten-



El uso de teléfonos móviles es objeto de un intenso debate sobre los posibles efectos de la radiación emitida muy cerca del cerebro.

mente bajas como pertenecientes al grupo 2B, o sea, “posibles carcinogénicos”. La clasificación del IARC engloba tres niveles. Un agente puede ser “carcinogénico”, como es el caso del tabaco, “probablemente carcinogénico”, o “posiblemente carcinogénico”. Aunque se haya colocado a los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja en el tercer grupo, no tenemos datos en animales que permitan corroborar los casos descritos

sidad, y que deberían funcionar bajo protección continua, contando con la existencia de programas que velen por cumplir las medidas de protección.

Los campos de radiofrecuencias (100 kHz-300 GHz) son de especial importancia, porque las aplicaciones para este tipo de frecuencias son amplias y comunes en nuestras vidas. A día de hoy todos tenemos teléfonos móviles, o incluso vivimos cerca de una estación base. Sin em-

bargo, existen otras fuentes de emisión, que muchas veces pasan desapercibidas, como la radiodifusión AM o FM, o las emisiones televisivas. Hace 50 años no les dábamos la más mínima importancia a los posibles problemas de salud que pudieran acarrear estas tecnologías, pero actualmente nos preocupamos y nos planteamos muchas cuestiones con relación a los efectos del uso masivo de los teléfonos móviles, por ejemplo. Sabemos también que estamos expuestos a estas radiaciones en los aeropuertos, cuando pasamos por los controles de seguridad. Y que estas tecnologías se están desarrollando, incluso utilizando radiaciones ionizantes. A día de hoy, hasta en los coches encontramos fuentes de radiación de este tipo. ¿Conocemos los efectos de las radiofrecuencias?

Somos conscientes de la existencia de efectos térmicos, que constituyen la base de las directrices vigentes. Sin embargo, desconocemos los efectos de posibles efectos no térmicos. Por ahora, no hay motivos de preocupación, teniendo en cuenta que miles de estudios realizados con células en laboratorio, con animales y con voluntarios humanos, no han registrado efectos perjudiciales. Se plantean algunos interrogantes con relación a estudios en voluntarios, que indicaban posibles alteraciones en los patrones de sueño como resultado de exposición a los campos de radiofrecuencias, sin embargo, los resultados no son concluyentes y consideramos que no se han identificado efectos nocivos para la salud.

Es verdad que en los medios de comunicación surgen continuamente noticias de posibles efectos sobre la salud de estas radiaciones. Sin embargo, es importante tener clara la diferencia entre efectos sobre la salud y efectos biológicos. Por supuesto que existen efectos biológicos si estamos dos horas con el teléfono pegado a la oreja. A finales de febrero salió un estudio en el *Journal of the American Medical Association*, que demuestra que la ra-

diación de los teléfonos móviles afecta al metabolismo de glucosa en el cerebro. Obviamente, estos resultados han dado la vuelta al mundo recibiendo una amplia difusión. Aún así, nosotros no podemos basar nuestra evaluación en un único estudio. Tenemos que trabajar con el total de investigaciones existentes, tanto a nivel de laboratorio, como de estudios epidemiológicos, informes de expertos, informes nacionales e internacionales. El informe más reciente con que contamos por estas fechas es el español. A lo largo del año que viene haremos nuestra propia revisión de la literatura.

En definitiva, en términos de efectos a corto plazo, no existe ninguna evidencia consistente que indique efectos adversos para la salud como resultado de la exposición a radiofrecuencias, siempre y cuando los niveles sean los que normalmente se encuentran a nuestro alrededor, o sea inferiores a los que causan calentamiento de los tejidos. Tampoco se ha encontrado una relación entre la exposición a estos campos y la hipersensibilidad electromagnética. No estoy al corriente de la situación con relación a este problema en España, pero en el norte de Europa, desde hace 15 o 20 años, se conocen casos de personas que se autodiagnostican como enfermas, con todo tipo de síntomas, y que achacan sus enfermedades a la exposición a campos electromagnéticos. Se han realizado amplios estudios sobre este tema, y aunque sabemos que los síntomas son reales, las personas que dicen sufrir esta enfermedad no son capaces de sentir o distinguir la presencia de un campo electromagnético mejor o peor que una persona sana.

Se han hecho algunos estudios de resonancia magnética, y aunque está claro que algo afecta a esas personas, no se han obtenido evidencias que apunten hacia los campos electromagnéticos. Más bien se cree que uno de los factores a tener en cuenta es la preocupación por la existen-

cia del campo electromagnético, más que los efectos del campo en sí mismo. O sea, que tiene un importante componente psicológico.

Me gustaría abordar ahora con detalle el tema de los teléfonos móviles. En la década de los 90, los móviles empezaron a recibir especial atención porque una estadounidense denunció a Motorola, considerando que el uso de un aparato de la marca era la causa del cáncer cerebral de su marido. A día de hoy contamos con una gran base de datos de estudios epidemiológicos, realizados mayoritariamente en Escandinavia y EE UU, sobre todo y lógicamente centrados en analizar los tumores en cabeza y cuello, como los gliomas, meningiomas, neuromas acústicos y tumores en la glándula parótida.

El año pasado conocimos algunos resultados del Estudio Interphone, la mayor investigación hasta la fecha que busca asociaciones entre el uso de teléfonos móviles y los tumores cerebrales y de la zona del cuello. Cosmos, un estudio prospectivo que cuenta con la participación de cinco o seis países del norte de Europa, busca mirar hacia el futuro, sin centrarse solamente en el cáncer, pero buscando todo tipo de efectos que puedan tener como origen el uso de los teléfonos móviles. Sus resultados saldrán dentro de 10 o 20 años y prometen datos nuevos. Están también en curso varios estudios que se centran en evaluar los efectos en niños. En el pasado los estudios se realizaban con adultos, porque en la década de los 90 el uso de teléfonos móviles aún no se había masificado, y los grupos de riesgo eran sobretudo los empresarios. A día de hoy todo el mundo tiene un móvil, y quienes más tiempo pasan utilizando estos dispositivos son los jóvenes, incluso los niños.

El Estudio Interphone, que acabo de mencionar, cuenta con la participación de 13 países —por la necesidad de disponer

de datos de un gran número de afectados por los tumores de interés—, cerca de 7.000 controles y casi el mismo número de casos. Lo coordina el IARC y lo dirige Elisabeth Cardis. Sus conclusiones indican que no se verifica un aumento en el riesgo de padecer glioma o meningioma por un uso continuado del teléfono móvil a lo largo de una década. Sin embargo, sí podría haber un aumento de ese riesgo para los usuarios intensivos. No obstante, este estudio se enfrenta a varios problemas derivados de sesgos que han surgido a lo largo de su realización. En primer lugar, existe un sesgo a nivel de los controles porque, como todos tenemos un teléfono móvil, el tema es de interés general para todos, incluso para quienes actúan como control. Existe también un sesgo muy marcado en el registro de datos.

A modo de resumen, no tenemos datos que indiquen que el uso de los teléfonos móviles acarrea consecuencias para nuestra salud, pero desconocemos si surgirán efectos nocivos a largo plazo. Más importante aún, no disponemos todavía de datos que se refieran al uso de los móviles por parte de los niños, aunque debido a la presión ejercida por la OMS en ese sentido, varios grupos de investigación están a día de hoy trabajando en este tema.

Otra de las cuestiones candentes en este ámbito son las estaciones base. Existen algunos estudios sobre los posibles efectos de las mismas, centrados mayoritariamente en el bienestar, el rendimiento y, por supuesto, el cáncer. Es complicado medir rigurosamente la exposición a la radiación como resultado de la cercanía de una estación base, por el simple hecho de que estamos constantemente rodeados de radiación electromagnética, y es complicado diferenciar entre los efectos de la radiación de cada una de las fuentes. Hace unos años surgieron aparatos que permiten obtener este tipo de información, y que han permitido llegar

a la conclusión de que los bajos niveles de radiación resultante de las estaciones base, o de redes de Wi-Fi, no tienen ningún efecto adverso para la salud. Hicimos esta afirmación por primera vez en 2006, y recientemente hemos llevado a cabo una revisión exhaustiva de la literatura, que confirmó que no tenemos indicios de que las estaciones base representen una amenaza para nuestra salud. Aunque, también en este caso, desconocemos cuáles podrán ser, si es que existen, los efectos a largo plazo.

Haciendo un balance rápido de lo que se está haciendo, actualmente disponemos de los resultados del Estudio Interphone. El IARC evaluará la carcinogenicidad de los campos de radiofrecuencias y nosotros realizaremos una evaluación global a lo largo del siguiente año. Hemos desarrollado en este sentido una serie de documentos de gestión de riesgos y mantenemos una página web sobre los estándares, con las normas vigentes en los distintos países del mundo con relación a los campos electromagnéticos, y también documentos sobre la manera correcta de desarrollar dichas normas y de legislar en ese sentido, además de material destinado a la comunicación. Hacer accesible este tipo de información es importante, en especial para los países en desarrollo, que tienen todo tipo de preguntas con relación al uso de los teléfonos móviles. Hemos tenido que asesorar a países como Zambia, Tanzania o Palestina.

Me gustaría ahora hablar un poco del programa que se ocupa de la radiación ultravioleta (UV). Todos conocemos las principales fuentes de estas radiaciones, tanto naturales como artificiales. Los problemas que pueden causar los rayos UV dependen obviamente de la geografía, de la altitud, y del comportamiento de cada uno. Tanto a nivel personal, si vamos a la playa en verano, o nos ponemos morenos en invierno recurriendo a máquinas UV.

Este tipo de radiación tiene efectos beneficiosos para nuestra salud, como la síntesis de vitamina D; sin embargo, la lista de efectos perjudiciales es bastante más extensa, incluyendo el cáncer o las cataratas. Estas son amenazas reales y cuantificables, pero podemos definir recomendaciones para prevenirlas con relativa facilidad. De la conferencia de 1992 en Río de Janeiro, salió la propuesta de investigar los problemas relacionados con la capa de ozono y los efectos de los rayos UV en la salud. El Programa Intersun se dedica, desde esas fechas, a intentar definir cuál sería la dosis óptima de exposición solar. Sabemos que demasiada exposición es la principal causa de cáncer de piel, pero una insuficiencia conduce a falta de vitamina D. El objetivo principal es ayudar a los países a desarrollar programas en materia de protección contra esta radiación.

En los últimos años, elaboramos varios documentos para prevención de las enfermedades relacionadas con los rayos UV, y para ayudar al desarrollo de políticas en ese sentido. El índice UV, que en muchos países forma parte ya del día a día de los ciudadanos, se hace público todos los días a través de la televisión o de los periódicos, para que las personas tengan una referencia a la hora de saber qué protección deben utilizar para salir a la calle. Esto es especialmente importante en verano. Hemos trabajado también con colegios, en programas de educación para niños, y desarrollamos directrices para los políticos.

En el año 2009, el IARC pasó a considerar que tomar el sol es una acción carcinogénica. Fue un tema que recibió muchísima atención por parte de los medios de comunicación, y en la actualidad estamos compilando las distintas intervenciones políticas que se llevaron a cabo a nivel de los países como resultado de esta situación.

Conclusiones

Como conclusión me gustaría dejar claro que desde una perspectiva de salud pública con respecto a las radiaciones, mantenemos una atención constante con relación a varias cuestiones, como las enfermedades que resultan de la exposición a los rayos UV, el cáncer de pulmón y el radón, los rayos X y las radiaciones electromagnéticas. Sin embargo, desde el punto de vista de la preocupación del público, a menudo vemos que los temas que interesan no se relacionan con los que nosotros consideramos prioritarios. Como consecuencia, tenemos que preocuparnos no sólo de la concienciación de la población sino también de tranquilizarla cuando surge una alerta sanitaria, o algún tema empieza a recibir mucha atención. La comunicación de riesgos es difícil, y más actualmente, con la velocidad a la que surgen nuevas tecnologías, que hace que muchas veces tengamos en el mercado aparatos cuyo impacto en la salud pública no ha sido debidamente analizado. Además, cada país tiene sus propias medidas de gestión, a veces muy diferentes entre sí, lo que dificulta aún más el control de esas tecnologías.

En la aldea global en que se ha convertido nuestro mundo, todos los países son responsables por las medidas que toman, y todos pueden influir en las que toman los demás. Hace unos años estuve en China, y me preguntaban sobre algo que se estaba haciendo en Liechtenstein por ejemplo. Algo a lo que yo no había atribuido importancia, dado que Liechtenstein es un país muy pequeño, pero que sí interesaba a quienes se encargan de definir las políticas en China. Desde un punto de vista sanitario debemos atenernos a las evidencias científicas, y basar todas nuestras políticas en esa información, y eso es lo que recomendamos desde la OMS. Los países deben adoptar y cumplir las normas de salud, hablar con sus ciudadanos y mantenerles informados, además de promover la investigación. ©

Información correspondiente al I trimestre de 2011

58	Instalaciones
67	Notificación de sucesos
67	Gestión de emergencias
68	Acuerdos del Pleno

Instalaciones

Centrales nucleares

Almaraz I y II

Durante todo el trimestre la unidad I se mantuvo operando al 100% de potencia sin que se produjera ningún incidente.

Por su parte, al inicio del mes de enero, la unidad II se encontraba en modo 5 (parada fría), realizando las pruebas previstas tras las actividades programadas para la decimonovena recarga de combustible. El día 1 se alcanzó el modo 4 (parada caliente) para realizar la limpieza química programada a los generadores de vapor, volviendo el día 4 a parada fría para proseguir las actividades programadas. Finalizada la recarga y las actividades programadas, el reactor se hizo crítico el día 22 y una vez realizadas las pruebas nucleares y el acondicionamiento del circuito secundario, el 25 se acopló a la red. La subida de carga escalonada se hizo más lenta como consecuencia de las modificaciones de diseño realizadas y del incremento de potencia hasta el 108%, por lo que no alcanzó el 100% de potencia hasta el día 14 de febrero.

El día 21 de febrero se realizó una prueba de reducción de carga del 10% y el 22 la prueba de disparo de la turbobomba FW-B de agua de alimentación. Tras

la parada de la misma se mantuvo la unidad al 70% de potencia para intervención mecánica en dicha bomba, dado que tras su puesta en marcha después de la parada de recarga presentaba un nivel de vibraciones superiores a las esperadas. Esta intervención finalizó el 2 de marzo, tras lo cual se subió potencia hasta el 92% (antiguo 100%), manteniéndose en este nivel al finalizar el trimestre, a la espera de la aprobación, por parte del CSN, de las pruebas tras el aumento de potencia.

Durante este trimestre el CSN realizó seis inspecciones a la central.

Ascó I y II

Durante el primer trimestre de 2011, ambas unidades han funcionado con normalidad con la excepción de los siete sucesos que se relacionan a continuación, dos de ellos clasificados como nivel 1 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) y los restantes cinco como nivel 0.

Dos de estos sucesos fueron comunes para ambas unidades. El primero, clasificado como nivel 1 en la escala INES, tuvo lugar el 21 de enero, como consecuencia del incumplimiento de un requisito de vigilancia debido al traslado de la compuerta mediante la grúa sobre la piscina de combustible gastado, superando el peso permitido, que es de 1.000 kg. La causa del suceso fue una



Sala de turbinas de la central nuclear de Ascó.

modificación de diseño de la piscina para albergar mayor número de elementos combustibles, que se realizó sin analizar adecuadamente el movimiento de la grúa con pesos superiores. Para evitar el problema se realizará un cambio de diseño, se editarán nuevos procedimientos y se revisarán los existentes.

El segundo suceso, común a ambas unidades, fue clasificado con nivel 0 en la escala INES y se produjo el 15 de marzo. La causa fue el incumplimiento de un requisito de vigilancia de las especificaciones de funcionamiento al emplear aire como fluido en lugar de agua durante las pruebas de verificación del tarado de las válvulas de seguridad de los acumuladores. Tras comprobar que el ajuste realizado con aire es más conservador que si se realizara con agua, se declararon operables las válvulas y se emitió una orden de trabajo para realizar el ajuste correcto en la próxima recarga.

Además de los dos sucesos mencionados, la unidad I tuvo otro el 27 de marzo, por aislamiento de la ventilación de la contención mientras se realizaba una de las operaciones programadas durante las actividades de la recarga. Tras recuperar la tensión y realizar los requisitos de vigilancia requeridos, se procedió a normalizar el sistema.

En la unidad II, el 19 de enero se produjo un incumplimiento de las especificaciones técnicas de funcionamiento sobre las rondas horarias de vigilancia contra incendios. El vigilante no pudo acceder a la elevación 35 del edificio de penetraciones eléctricas debido al bloqueo del pomo de apertura de la puerta que da acceso a dicha zona, por la rotura del mecanismo de apertura de la misma. Ello impidió el paso a cuatro áreas de vigilancia, una del edificio de control y tres del de penetraciones eléctricas. Una vez abierta la puerta se reanudó la ronda de vigilancia de las cuatro áreas, con un retraso de cinco minutos sobre la hora y cuarto permitida como tiempo máximo.

El 25 de enero se produjo un suceso clasificado como nivel 1 en la escala INES, por inoperabilidad de dos circuitos independientes del sistema de agua de servicios por válvulas de las torres de refrigeración de salvaguardias tecnológicas agarrotadas por el frío, al formarse hielo en su interior, que obligó a iniciar una bajada de carga en la unidad. Se procederá a instalar protecciones contra las congelaciones tanto en este sistema como en otros que podrían sufrir el mismo problema y se realizará tanto en la unidad II como en la I.



El 1 de marzo se produjo el aislamiento de la ventilación de la sala de control, del edificio de combustible y del edificio de contención por pérdida de alimentación a los transmisores de radiación.

Por último, el 8 de marzo se realizó una reducción de potencia para reparar la unidad de refrigeración de la ventilación de contención, al comprobarse que el motor de dicha unidad tenía un consumo excesivamente alto. Debido a la alta tasa de dosis del cubículo donde está ubicada y al número de personas y tiempo estimado para realizar el trabajo, se decidió realizar una bajada de carga hasta el 40%, para conseguir una dosis neutrónica inferior a 1 mSv/h, ya que a plena carga dicha dosis es de 1,8 mSv/h. La causa del alto consumo del ventilador fue el roce del borde de las aspas de impulsión con la carcasa, debido al deterioro de un cojinete, que fue reparado. Se revisará el estado de los rodamientos de las demás unidades.

El Consejo informó favorablemente durante este periodo la solicitud de desclasificación de carbón activo de la central y la revisión nº 4 del Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y Combustible Gastado.

Durante este trimestre el CSN realizó 12 inspecciones a la central.

Cofrentes

Este periodo se inició y finalizó con la central operando al 100% de la potencia térmica autorizada. Durante el trimestre se efectuaron varias bajadas de carga programadas para reestructuración de barras de control. Además, se realizaron otras bajadas de carga como consecuencia de diversas averías en equi-

Almacena-
miento de un
elemento com-
bustible nuevo
en bóveda.
Central nuclear
de Cofrentes.

Sistemas de salvaguardias. Edificio auxiliar de Santa María de Garoña.



pos y para actuaciones de mantenimiento e intervención en equipos.

En febrero, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear emitió el dictamen favorable para la renovación de la autorización de explotación de la central por un periodo de 10 años, una vez estudiada la documentación correspondiente a la solicitud del titular. El dictamen establece un conjunto de nueve límites y condiciones bajo las que deberá operar la central a lo largo de esos 10 años. El Pleno acordó, además, 14 instrucciones técnicas complementarias asociadas a la autorización de explotación y que implican actuaciones diversas además de modificaciones en la instalación.

En este periodo han sido notificados tres sucesos al CSN, dos de ellos debidos a la actuación de señales de aislamiento en el sistema de acondicionamiento de aire de la sala de control como consecuencia de sendas acciones erróneas durante la ejecución de pruebas en el sistema, y el tercero como consecuencia de una actuación anormal de la válvula de mínimo flujo del sistema de aspersión del núcleo a alta presión. Además, el 15 de febrero se declaró una emergencia en el emplazamiento como consecuencia de la intrusión de un grupo de activistas de Greenpeace en la instalación, quienes se encaramaron a la torre oeste de refrigeración. Al tratarse de una zona no vital de la instalación ésta permaneció en operación.

Durante este trimestre el CSN realizó cinco inspecciones a la central.

Santa María de Garoña

Durante el trimestre la central operó a la potencia térmica nominal, excepto en las siguientes reducciones de potencia, todas ellas programadas:

El día 12 de enero se redujo hasta el 97% para ajustes del modelo de barras de control. El 23 de enero se redujo hasta el 65% para ajustes del modelo de barras de control y la realización de pruebas de especificaciones técnicas de funcionamiento. El día 10 de marzo se redujo hasta el 75% para ajustes del modelo de barras de control.

En este periodo el Consejo de Seguridad Nuclear informó favorablemente las siguientes propuestas:

Revisión 29 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas de la central, referente a la actualización del valor del caudal requerido a las bombas del sistema de rociado del núcleo.

Revisión 30 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas, revisión 27 de las Bases de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas y revisión 40 del Estudio de Seguridad de la central, todas ellas referentes al cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) nº 15 asociada a la renovación de la autorización de explotación relativa a la mejora del aislamiento de la contención.

El titular ha comunicado al CSN un suceso notificado, clasificado como nivel 0 en la INES.

Durante este trimestre el CSN realizó cinco inspecciones a la central.

Trillo

Durante los meses de enero a marzo de 2011 la central ha estado operando al 100% de su potencia nominal, habiéndose notificado, el 14 de enero de 2011, un único incidente relacionado con una fuga de aceite en un cojinete radial de la turbina de baja presión. El titular llevó la planta a parada fría para proceder a la reparación de fuga. El incidente no tuvo impacto en la seguridad de la planta, por lo que fue clasificado como nivel 0 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares.

En este periodo de tiempo el CSN ha informado favorablemente las siguientes tres propuestas de modificación de las especificaciones técnicas de funcionamiento:

Modificación de la frecuencia de ejecución de un requisito de vigilancia de un acelerómetro del sis-

tema de vigilancia sísmica para evitar el ruido vibracional de fondo causado por equipos rotacionales en la zona del acelerómetro.

Corrección de un error en la tabla 4.6.1.1. de las ETF que contiene los alineamientos de las válvulas situadas en el camino de flujo de los trenes de recirculación de agua desmineralizada.

Modificación de los valores de ajuste y tolerancias de varios módulos de tiempo del sistema de protección del reactor debido a los cambios introducidos con la modificación de diseño del ordenador de supervisión.

Durante este trimestre el CSN realizó un total de tres inspecciones a la central.

Vandellós II

La central inició el trimestre operando a plena potencia y así se mantuvo hasta el 28 de enero en que se inició la bajada de carga programada para la decimoséptima parada de recarga de combustible, alcanzando el día 31 la parada fría. El 5 de febrero se inició la descarga del núcleo y el 12 de marzo la colocación de los nuevos elementos combustibles. Al terminar el trimestre, la central se encontraba en modo 3, disponible caliente.

Durante este período, el titular ha emitido seis sucesos notificables motivados por diversas incidencias operativas por la actuación de los sistemas de seguridad, por pérdida de potencia eléctrica exterior en una barra de alimentación de emergencia, por un incumplimiento del requisito general de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento relativo al código ASME y por la notificación del alargamiento de la parada de recarga. Todos ellos fueron clasificados como nivel 0 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares.

Durante este trimestre el CSN realizó 11 inspecciones a la central.

Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento

Ciemat

Durante el trimestre siguieron ejecutándose las actividades del Programa Integrado de Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC). Entre las tareas relativas al PIMIC-Desmantelamiento, las actuaciones se han visto paralizadas parcial y momentáneamente,



Aerorefrigeradores de la central nuclear Vandellós II.

durante los meses de enero y febrero, hasta que se ha podido resolver la ampliación del acuerdo de financiación. Se ha finalizado la descontaminación de la mayoría de los terrenos de la zona denominada La Lenteja, que estaban afectados por un escape accidental de una tubería de líquidos contaminados ocurrido en el año 1970, y se ha iniciado la caracterización final del hueco excavado, con el fin de proceder más adelante a su acondicionamiento y llenado. Además, el CSN ha aceptado el resultado de las pruebas realizadas para la desclasificación de las tierras extraídas del hueco excavado en dicha zona.

En lo relativo al proyecto PIMIC-Rehabilitación, el Ciemat continúa con la caracterización radiológica y demás actividades de restauración de las parcelas del centro que aún quedan por rehabilitar. Cabe resaltar la finalización de la caracterización de paramentos y solera del laboratorio de análisis de soluciones de uranio enriquecido, perteneciente al laboratorio de química analítica, para la cual se ha solicitado la clausura.

Se han concluido las tareas de caracterización del subsuelo de la instalación IN-03, ya clausurada, así como de los terrenos colindantes para descartar su contaminación y proceder a la extracción de tierras



Planta Quercus
del Centro
Medioambiental
de Saelices
el Chico.

necesaria para la ubicación y puesta en marcha, previa la autorización correspondiente, de una nueva instalación de calibración de fuentes de neutrones. Así mismo, continúan las actividades de rehabilitación de la instalación IN-04, celdas calientes metalúrgicas, con el fin de dedicar el uso del edificio a actividades no reguladas.

En este periodo el CSN llevó a cabo dos inspecciones a la instalación.

Centro Medioambiental de Saelices el Chico (Salamanca)

La Planta Quercus se encuentra en suspensión temporal de desmantelamiento, prorrogada de acuerdo con la resolución de junio de 2010 del CSN. Las actividades se mantienen sin incidencias, según lo establecido en sus documentos oficiales actualmente en vigor. Durante el primer trimestre de 2011, se continuó con la evaluación de la propuesta de revisión del Plan de Emergencia Interior de la instalación. La Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio aprobó la revisión 6 del Estudio de Seguridad y la revisión 9 del Reglamento de Funcionamiento, tras el informe favorable del CSN.

Prosiguieron sin incidencias las actividades asociadas al Programa de Vigilancia y Control de las Aguas Subterráneas y de la estabilidad de estructu-

ras de la Planta Elefante, Programa de Vigilancia y control de las Aguas Subterráneas de todo el emplazamiento, y el resto de programas de vigilancia que afectan a la Planta Quercus.

También continuó la evaluación de la documentación final de obra de la restauración minera por las áreas implicadas. Dicha documentación, junto con la propuesta de programa de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento restaurado, deberán contar con la apreciación favorable del CSN antes de iniciarse el denominado periodo de cumplimiento del emplazamiento restaurado.

Otras instalaciones mineras

En relación con las obras de restauración de la antigua mina de uranio de Casillas de Flores (Salamanca) Enusa finalizó las actuaciones en el denominado Pozo Salamanca de acuerdo con lo requerido por el CSN, presentando el informe que está siendo revisado por las áreas correspondientes. Siguen evaluándose los resultados de los Programas de vigilancia y mantenimiento de las minas restauradas de Casillas de Flores y Valdemascaño.

En relación con las actividades mineras de la empresa Berkeley Minera España, S.A., ésta continuó con sus labores de investigación en los yacimientos de Alameda, Pedreras, Zona D y Sageras, de la provincia de Salamanca, y presenta regularmente al CSN los informes de resultados de la investigación con sondeos y los informes sobre el cumplimiento de los criterios radiológicos aplicables a dichas actividades. En este periodo se ha evaluado la petición de otro permiso de investigación en la provincia de Salamanca (Proyecto Alameda y su demasia).

El Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de Salamanca de la Junta de Castilla y León, ha emitido los otorgamientos de nuevos permisos de investigación denominados Espinera, Bogajo y Las Eras, todos ellos situados en Salamanca, en los que 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.

Fábrica de Uranio de Andújar

Durante el trimestre, el emplazamiento ha seguido su curso, con los estériles bajo control y sin obser-

varse incidencias. Debido a las intensas lluvias ocurridas en meses anteriores, las zonas circundantes al emplazamiento se encontraban cubiertas con gruesas capas de lodos y sedimentos arrastrados por las aguas, sin afectar al emplazamiento ni detectarse desviaciones significativas con el programa establecido.

En fechas próximas, Enresa deberá presentar la revisión del Plan de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento que se realiza cada cinco años.

En este periodo el CSN ha realizado cuatro inspecciones a la instalación.

Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril

Durante este periodo se realizaron las operaciones habituales del centro para la gestión definitiva de residuos radiactivos de muy baja actividad y de residuos radiactivos de baja y media actividad. La instalación siguió bajo control, sin observarse incidencias significativas, salvo cuatro sucesos notificados, debido a la superación de los límites fijados en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en relación a la cantidad de agua recogida por la red de control de infiltraciones de la celda 29 de almacenamiento de residuos de muy baja actividad. Todos ellos se han debido a las intensas lluvias caídas en el emplazamiento, se superó la capacidad de drenaje de dicha celda, actualmente en operación. Se está trabajando en la elaboración de la modificación de diseño de la celda, para evitar que en el futuro se vuelvan a superar los límites establecidos.

Se ha informado favorablemente la revisión 3 del Plan de protección física y se está concluyendo la evaluación de la revisión 11 de las especificaciones técnicas de funcionamiento. Además, se encuentran muy avanzadas las evaluaciones de la revisión 8 del Plan de Emergencia Interior y de la revisión 6 del Manual de Protección Radiológica. Enresa está preparando un nuevo texto del plan de gestión de residuos.

En el periodo se realizaron los exámenes teóricos correspondientes para la concesión de dos nuevas licencias de operador y de supervisor, y se ha recibido la solicitud para una nueva licencia de supervisor.

Durante el trimestre se realizaron cuatro inspecciones 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 primer trimestre del año 2011 se han continuado 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.

De estas actividades preparatorias cabe destacar las relacionadas con el acondicionamiento del nuevo edificio eléctrico; modificación de los sistemas eléctricos; adaptación de diversos sistemas de suministro de agua de servicios generales, de agua potable y de aire comprimido; desmontaje de elementos convencionales en diversos edificios; adecuación

Almacén
Temporal
Individualizado
de la central
nuclear José
Cabrera.



Revisión de un
elemento
combustible en
la fábrica de
combustible de
Juzbado.

de los sistemas de ventilación de los edificios de contención y auxiliar; y retirada de elementos en la cavidad del reactor. 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.

Otras actividades del titular ejecutadas en el primer trimestre se refieren a la toma de muestras y a la realización de sondeos que se llevan a cabo para conocer el tipo y extensión de la contaminación residual existente en el emplazamiento, lo que permitirá planificar adecuadamente las actuaciones de desmantelamiento a ejecutar, así como las de restauración que serán necesarias para reducir dicha contaminación a niveles aceptables.

De acuerdo con el condicionado de la autorización de desmantelamiento, el CSN emitió en el mes de febrero su apreciación favorable a los resultados de las pruebas del nuevo sistema de protección contra incendios, cuyas pruebas oficiales se realizaron en octubre de 2010 en presencia de inspectores del CSN. Por otro lado, el CSN emitió en el mes de marzo una instrucción técnica complementaria a dicha autorización, sobre notificación de la salida de bultos radiactivos fuera del emplazamiento, para armonizar la información que se recibe respecto a

la remitida por el resto de las centrales nucleares españolas.

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. De acuerdo con los límites y condiciones de la autorización, estas modificaciones de diseño deberán contar con la apreciación favorable del CSN antes de su puesta en servicio.

Durante este periodo se ha iniciado la evaluación de la propuesta de modificación de diseño del almacén temporal individualizado (ATI) de combustible gastado para su uso como almacén de residuos.

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

Fabrica de combustible de Juzbado

La instalación ha funcionado con normalidad durante el trimestre, sin que se haya producido ningún suceso notificable.

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 recogida en otros documentos oficiales de explotación, y su extensión en el tiempo, de forma que se prevé su finalización a mediados de 2012.

A raíz de la inspección realizada en 2010 a Juzbado, en relación con la gestión de las actividades de transporte de material radiactivo, se confirmó que la instalación había utilizado, para el transporte de elementos combustibles Westinghouse 17×17 de 12 pies en el modelo XL del contenedor denominado Traveller, un soporte espaciador que no se contemplaba en el Estudio de Seguridad del bulto de transporte ni se referenciaba en el certificado de aprobación de origen de dicho bulto. Tras el análisis realizado sobre la desviación detectada, se concluyó que suponía una infracción leve,



al no haber supuesto daños para la salud de las personas o el medio ambiente, por lo que el CSN emitió el 22 de febrero un apercibimiento a la instalación, requiriendo acciones correctoras para evitar que se produzcan situaciones similares en el futuro.

Durante este periodo se han 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 diciembre de 2010 y el 28 de febrero de 2011, el CSN ha realizado las siguientes actuaciones relativas a instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas: 10 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones, 67 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas y 12 informes para declaración de clausura; cuatro informes para autorización de servicios de protección radiológica, dos informes para autorización de unidades técnicas de protección radiológica, un informe para autorización de un servicio de dosimetría personal, dos informes para la autorización de retirada de material radiactivo no autorizado; ocho informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para radiodiagnóstico médico, siete informes para autorización de otras actividades reguladas, cuatro informes relativos a aprobación de tipo de aparatos radiactivos y 20 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 diciembre de 2010 y el 28 de febrero de 2011, el CSN ha remitido seis apercibimientos a titulares de instalaciones radiactivas y actividades conexas; de ellos, tres se han dirigido a instalaciones industriales, uno a una instalación médica de rayos X, uno a una empresa de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para diagnóstico médico y uno



a una unidad técnica de protección radiológica.

Además, se ha propuesto la apertura de un expediente sancionador al titular de una unidad técnica de protección radiológica.

Equipo médico
del hospital La
Paz de Madrid.

Seguridad física

Reglamentación y normativa

Durante el primer trimestre de 2011 el CSN ha enviado el borrador de la instrucción de seguridad sobre protección de información sensible relativa a protección física a la Oficina Nacional de Seguridad (ONS), órgano de trabajo de la Autoridad Nacional de Seguridad Delegada (ANS-D) para la protección de información clasificada. Los comentarios efectuados por la ONS al texto del borrador contribuirán a constituir e implantar un sistema integrado de protección de la información tanto en la organización del CSN como en las de los titulares de las autorizaciones específicas de protección física para el uso, almacenamiento, procesado, manipulación y transporte de materiales nucleares, establecidas en el Real Decreto 158/95 sobre protección física de los materiales nucleares.

Licenciamiento y control

El 1 de enero de 2011 la seguridad física ha entrado, en fase piloto, como área estratégica del Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares.

Sede del OIEA
en Viena



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. Cada una de estas inspecciones responde a un alcance específico establecido en seis procedimientos básicos de inspección. Durante el primer trimestre de 2011, se ha realizado la primera inspección correspondiente a las centrales nucleares de Santa María de Garoña, Cofrentes, Trillo y Vandellós II.

Los hallazgos encontrados en cada una de estas inspecciones son sometidos a un posterior proceso sistemático de determinación de su importancia para la seguridad física de la instalación. Así mismo, el sistema establece y define 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 último trimestre de 2010 y primer trimestre de 2011.

Por otra parte, la intrusión de activistas de Greenpeace en la central nuclear de Cofrentes, el día 15 de febrero de 2011, ha evidenciado aspectos mejorables en todos los pilares de protección

del modelo integrado de seguridad física de centrales nucleares. Como consecuencia de este hecho, el CSN ha mantenido reuniones, a diferentes niveles, con el Ministerio del Interior y con los titulares de las centrales nucleares en España. Tras analizar pormenorizadamente el incidente e identificar áreas mejorables, el CSN ha presentado a dicho ministerio una serie de propuestas, tanto a corto como a medio y largo plazo, con el propósito de eliminar o reducir drásticamente las vulnerabilidades presentadas.

Como consecuencia de la presentación de dicha propuesta, se constituirá a muy corto plazo un grupo de trabajo, en el que estará representado el CSN, con el fin de elaborar un plan de trabajo, identificar prioridades y establecer una serie de acciones tanto legislativas y reglamentarias como operativas, para la eliminación de las vulnerabilidades detectadas.

Relaciones institucionales

Durante el primer 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 trabajo 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:

Creación, junto con el Ministerio del Interior de la estructura necesaria para avanzar y finalizar la definición de la amenaza base de diseño nacional contra instalaciones y materiales nucleares.

Participación de técnicos del CSN en la reunión anual intermedia del Grupo de Coordinación de la Iniciativa Global contra el terrorismo nuclear, celebrada en Córdoba entre el 28 de febrero y 3 de marzo de 2011.

Relaciones internacionales

El CSN continúa con su misión de colaborar en el refuerzo del régimen internacional de seguridad física de instalaciones y materiales nucleares y en la lucha contra el terrorismo nuclear, participando activamente en varias iniciativas

internacionales y colaborando con el OIEA, cuando así es requerido para ello. Dentro de este objetivo hay que destacar la participación de expertos en seguridad física del CSN en las siguientes actividades:

Asistencia al «Taller regional europeo sobre la Iniciativa Megaports: hacia una sostenibilidad a largo plazo y una mejor cooperación en seguridad marítima». Lisboa, 21 a 25 marzo de 2011.

Participación en el simulacro (Table top & Field exercise) de la IGTN. Rabat, Marruecos del 21 al 25 de marzo de 2011.

Notificación de sucesos

Incidentes en instalaciones nucleares

Durante el primer trimestre de 2011 se recibieron en la Sala de Emergencias del CSN (Salem) cinco informes de suceso notificable en una hora y 22 informes de suceso notificable en 24 horas; de éstos, cinco correspondieron a la ampliación de la información enviada en los correspondientes sucesos de una hora.

Incidentes radiológicos

El 14 de enero se recibió una notificación de Iberia Cargo informando de que un envío con material radiactivo procedente de Ámsterdam y con destino Tenerife, que debería haberse recibido en tránsito en Madrid el día 10 de enero, no se encontraba localizado. El 15 de enero comunicaron a la Salem su localización.

El día 21 de enero se recibió un aviso del Servicio de Medicina Nuclear del complejo Hospitalario de Orense comunicando un incidente en el que una operaria que manipulaba un vial de I^{131} en la cámara caliente resultó levemente contaminada al saltarle unas gotas del vial. La contaminación medida fue de 600 Bq/cm² y tras la última descontaminación descendió hasta 21 Bq/cm².

El día 2 de febrero se recibió la notificación del Servicio Canario de la Salud comunicando un incidente en el Hospital Universitario Insular de Gran Canaria consistente en la inundación de zonas del Servicio de Medicina Nuclear sin riesgo ra-

diológico asociado. Se comprobó por parte del Servicio de Protección Radiológica del hospital que se trataba de agua limpia que se había acumulado en la zona de la cámara caliente y al no haber comenzado la actividad diaria del servicio, no afectó a poyetines, ni a la gammateca, ni se vieron involucradas fuentes radiactivas ni personas. Se verificaron los niveles de contaminación en la zona de acumulación del suelo registrándose valores de fondo (2 Bq/cm²).

Gestión de emergencias

Activación ORE

Durante el primer trimestre de 2011 se ha activado la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) del CSN en dos ocasiones; una con motivo de la declaración de alerta de emergencia en la central nuclear de Cofrentes y otra por la situación de los reactores de la central nuclear de Fukushima Daiichi afectados por el seísmo y posterior tsunami ocurrido en Japón.

El día 15 de febrero, como consecuencia de la acción de intrusión de la organización ecologista Greenpeace en la central nuclear de Cofrentes (Valencia), la central declaró alerta de emergencia, de acuerdo con su Plan de Emergencia Interior, y el CSN activó su Organización de Respuesta ante Emergencias en modo 1, constituyéndose la Sala de Emergencias (Salem) y manteniendo una continua comunicación de la misma con el Centro de Coordinación Operativa de la Subdelegación del Gobierno en Valencia.

El día 15 de marzo se activó la ORE en modo 1 debido al empeoramiento de la situación de las centrales japonesas afectadas por el terremoto y el tsunami, ocurridos el día 11 de marzo, desactivándose el modo 1 a las 14:00. El CSN, en colaboración con otras instituciones del Estado, estableció operativos para la vigilancia radiológica de las personas y productos procedentes de Japón, y para la vigilancia radiológica ambiental del territorio nacional. Se ha continuado realizando un seguimiento de la situación, en coordinación con los organismos internacionales, y se han emitido comunicados conforme se recibía nueva información relevante.



Planes de emergencia

En cumplimiento con el programa establecido, se han mantenido reuniones técnicas entre el CSN y las subdelegaciones del Gobierno en Cáceres y Valencia, para la coordinación de actividades conjuntas encaminadas a mejorar la implantación de los planes de emergencia nuclear exteriores del Penca y Penva, respectivamente.

Preparación ante emergencias

Durante el primer trimestre de 2011, el CSN ha colaborado en los cursos de formación para especialistas NBQ organizados por la Escuela de Defensa NBQ de la Academia de Ingenieros del Ejército.

Asimismo, ha participado en un ejercicio internacional de la Comisión Europea, un simulacro Ecurie, nivel 3, llevado a cabo durante los días 2 y 3 de febrero y desarrollado en el contexto de un ejercicio nacional sueco, en el que se simulaba un accidente nuclear en la central de Oskarshamn (Suecia), con emisión de material radiactivo a la atmósfera y consecuencias radiológicas de amplio alcance en el exterior.

El ejercicio tuvo una duración superior a 36 horas. Desde la Salem se realizó un seguimiento del ejercicio y se practicó el envío y recepción de mensajes Ecurie nivel 3. Se enviaron cada hora los datos de las estaciones automáticas españolas de medida radiológica a través de la plataforma Eurdep (European Radiological Data Exchange Platform), comprobándose el correcto funcionamiento de la nueva web de la misma, donde se tiene acceso a los datos radiológicos de todas las estaciones de vigilancia radiológica europeas enviados a la plataforma Eurdep.

Relaciones institucionales

Durante este periodo se ha constituido la Comisión Mixta de Seguimiento del Convenio de Colaboración entre el CSN, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior, y Enresa sobre la formación de los actuantes en las emergencias nucleares.

Relaciones internacionales

El CSN ha participado durante el trimestre en la reunión del Grupo EGIRES (Expert Group on Implementation of new Recommendations for Emergency Exposure Situations) de la NEA/OCDE.

Por otra parte la Misión "Follow up" de la IRRS del OIEA, ha certificado el cumplimiento por parte del CSN de las tres recomendaciones que habían sido identificadas relacionadas con la gestión de emergencias.

Acuerdos del Pleno

■ Instrucción IS-30 y Guía de Seguridad sobre el programa de protección contra incendios en centrales nucleares

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión del 19 de enero, aprobó por unanimidad la Instrucción del Consejo IS-30, sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, que tiene por objeto requerir a los titulares de dichas instalaciones para que realicen un programa de protección contra incendios y definan los criterios que debe cumplir dicho programa, de forma que ante cualquier incendio en cualquier área de fuego de la central se pueda alcanzar y mantener la parada segura y se minimice la posibilidad de liberaciones radiactivas al exterior. Para ello, se dotará a la central de materiales no combustibles y resistentes al calor y se diseñarán e instalarán sistemas de detección y extinción adecuados para hacer frente a los efectos de fuegos y explosiones en las áreas de fuego que contengan estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad. En la elaboración de esta Instrucción del Consejo se ha tenido en cuenta el trabajo llevado a cabo por la Western European Nuclear Regulators Association, WENRA, para armonizar la reglamentación de los diferentes países.

También se aprobó una Guía de Seguridad que establece una metodología aceptable para el cumplimiento de dicha Instrucción.

■ **Propuesta de renovación de la autorización de explotación de la central nuclear de Cofrentes por 10 años**

Tras los análisis y debates llevados a cabo en anteriores reuniones, el 16 de febrero, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó por unanimidad informar favorablemente, con nueve límites y condiciones, la solicitud de renovación de la autorización de explotación de la central nuclear de Cofrentes por un período de diez años, a partir de la expiración de la autorización vigente, el 19 de marzo de 2011.

De acuerdo con lo establecido en la autorización anterior, el titular de la central nuclear de Cofrentes solicitó dicha renovación con un año de antelación a la fecha de expiración de la autorización junto con la Revisión Periódica de la Seguridad, la revisión actualizada de los estudios del Análisis Probabilista de Seguridad y las revisiones en vigor de los documentos oficiales de explotación. Asimismo, el titular ha presentado información complementaria, como la evaluación del impacto de las modificaciones de diseño implantadas en 2009 en los análisis de incendios e inundaciones del Análisis Probabilista de Seguridad.

Los miembros del Pleno analizaron los 36 informes técnicos elaborados por las dos direcciones técnicas del CSN y los siguientes aspectos de la solicitud:

—El cumplimiento de los límites y condiciones de la autorización vigente y de las Instrucciones Técnicas Complementarias asociadas y las emitidas posteriormente, concluyendo que el titular ha cumplido satisfactoriamente los límites y condiciones establecidos en la Orden Ministerial de 19 de marzo de 2001.

—La Revisión Periódica de la Seguridad (RPS) correspondiente al período comprendido entre el 1 de enero de 1999 y el 31 de diciembre de 2009, comprobando el correcto funcionamiento de la central y el mantenimiento del nivel adecuado de seguridad para continuar su funcionamiento durante la próxima década.

—Evaluación del cumplimiento con la Normativa de Aplicación Condicionada (NAC) y específi-

camente de la Instrucción Técnica Complementaria que requería el análisis de nueva normativa no incluida hasta ese momento en las bases de licencia de la central.

La aprobación contempla nueve límites y condiciones establecidos en el documento de referencia CNCOF/MITC/11/01, de las que cabe señalar la condición requerida al titular por la que antes del 1 de agosto de 2011 deberá realizar una revisión del Plan Director de Reducción de Dosis (PDRD) que incluya objetivos cuantificables para cada una de las tareas concretas establecidas en dicho Plan y, antes de un año desde la renovación de la autorización, la central deberá realizar una auditoría independiente de su Programa ALARA.

Adicionalmente, el Consejo aprobó catorce Instrucciones Técnicas Complementarias asociadas al Anexo de Límites y Condiciones de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica de la Autorización de Explotación y que requieren programas de mejora relacionados con la experiencia operativa, acciones de mejora derivadas de la RPS y actuaciones en relación con nuevos requisitos normativos.

■ **Guía de Seguridad sobre la aplicación de los requisitos en el transporte de material radiactivo**

En su reunión del 18 de marzo, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó por unanimidad la Guía de Seguridad de ayuda para la aplicación de los requisitos reglamentarios sobre el transporte de material radiactivo. Su objeto es facilitar a todos los usuarios del transporte de material radiactivo por carretera el acceso a los requisitos establecidos en la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas en los países acogidos al Acuerdo Europeo para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) y se dirige fundamentalmente a los diseñadores y fabricantes de materiales radiactivos y de los embalajes utilizados para su transporte y a los expedidores, transportistas y receptores de bultos radiactivos. También puede ser útil para la determinación de aquellos requisitos en el transporte aéreo, marítimo y por ferrocarril que no estén directamente relacionados con el modo de transporte, tales como los relativos al diseño de bultos y a su preparación para el transporte, y que se observan en el Reglamento para el Transporte Seguro de Material Radiactivo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). ©

Durante el periodo comprendido entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre de 2010, el Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC) registró 39 hallazgos de inspección, que el CSN categorizó en todos los casos con el color *verde* (baja importancia para la seguridad). En cuanto a los indicadores de funcionamiento, 14 fueron también de dicho color y hubo dos de color *blanco* (de importancia entre baja y moderada), uno en la central Ascó I y otro en la de Cofrentes. El de Ascó se debe a varios fallos de los generadores diesel de emergencia ocurridos en los últimos tres años, ya contabilizados en trimestres anteriores, el último de los cuales tuvo lugar en el tercer trimestre de 2009. El de Cofrentes es debido al índice de respuesta ante emergencias y simulacros, y procede del segundo trimestre de 2010.

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 4 año 2010)

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	Sin hallazgos	Verde (5)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Ascó II	Sin hallazgos	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Cofrentes	Verde (4)	Verde (5)	Verde (1)	Sin hallazgos	Verde (5)	Sin hallazgos	Sin hallazgos
S.M. Garoña	Sin hallazgos	Verde (2)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Trillo	Sin hallazgos	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos
Vandellós II	Sin hallazgos	Verde (9)	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 | Histórico de Datos | Indicadores

Inicio	INDICADORES															
Acerca del SISC	Indicadores (Trimestre 4 año 2010)															
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 | Histórico de Datos | Matriz de Acción

Inicio	MATRIZ DE ACCIÓN				
Acerca del SISC	Matriz de acción (Trimestre 4 año 2010)				
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.

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



Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado Año 2010



Guía de Seguridad 6.5
Guía de ayuda para la aplicación de los requisitos reglamentarios sobre transporte de material radiactivo



Programas de vigilancia radiológica ambiental Resultados 2009

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

